
LERNZIELBUCH

Lernzielbuch Physik – Gymnasium bundesweit

Kanonische Kapitelsicht

478 atomare Lernziele

114 Kapitel

curricular-atomic-v1

sha256:e74f4af3cd3eb916b944545057e7794ba93a7d031a10fed5916b0b39265d7a8d

[Zur Gliederung](#)

Gliederung

Die Gliederung dient der Navigation. Die Lernzielseiten bleiben didaktisch nach ihren Voraussetzungen geordnet und bilden daher keine künstlichen Kapitelblöcke.

Physik	478 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 1
Sekundarstufe I	82 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 1
Mechanische Grundlagen (Sek I)	19 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 1
Masse, Volumen und Dichte	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 1
Volumen von Körpern bestimmen und vergleichen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 2
Kräfteigenschaften untersuchen	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 7
Arbeit und Energie qualitativ deuten	8 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 10
Leistung und Wirkungsgrad	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 13
Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I)	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 16
Reflexion untersuchen und Spiegelbilder deuten	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 18
Mondphasen und Finsternisse mit Licht und Schatten erklären	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 20
Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)	8 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 23
Temperaturmessung und thermische Ausdehnung	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 25
Druck und Auftrieb (Sek I)	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 32
Farben und Farbmischung (Sek I)	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 36
Akustische Grundlagen (Sek I)	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 40
Hören, Ohr und Lärmbelastung einordnen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 44
Optische Grundlagen (Sek I)	6 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 47
Magnetismus und einfache Stromkreise (Sek I)	5 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 52
Leitfähigkeit, Stromkreise und Schaltpläne	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 53
Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)	14 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 57
Statische Elektrizität, Spannung und Kondensatoren	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 57
Elektrische Energieversorgung und Geräteangaben einordnen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 68
Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I)	8 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 70

Gliederung – Fortsetzung

Kontext: Physik › Sekundarstufe I › Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I)

Nachweis und biologische Wirkungen ionisierender Strahlung	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 72
Strahlungsarten und Halbwertszeit radioaktiver Stoffe	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 75
Sekundarstufe II (GK und LK)	321 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 78
Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen	96 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 78
E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung	6 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 78
Beschleunigte Bewegung und freier Fall	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 81
E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze	16 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 84
Erhaltungssätze	9 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 91
Energie	5 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 91
Impuls	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 95
Waagerechter Wurf und Kreisbewegung	5 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 96
Waagerechter Wurf und Superposition	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 96
Kreisbewegungen und Zentripetalkraft	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 97
Weitere Bewegungen	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 99
Sportphysik: Bewegungsoptimierung	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 99
Gravitation	15 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 104
Astronomische Weltbilder vergleichen (GK)	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 106
Astronomische Weltbilder vergleichen (LK)	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 108
Grundlagen der Thermodynamik	30 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 109
Entropie vertieft verstehen	16 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 111
Thermodynamische Prozessrechnung	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 110
Bewertung von Energiesparmaßnahmen und Klimawandel	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 117
Drehbewegungen	9 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 396
Anwendungsbeispiele für Drehbewegungen deuten	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 402

Gliederung – Fortsetzung

Kontext: Physik › Sekundarstufe II (GK und LK) › Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen

Methoden in der E-Phase	8 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 118
Methode: Messunsicherheit und Fehleranalyse	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 118
Methode: Digitale Messwerterfassung & Analyse	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 123
Q1 Elektrisches und magnetisches Feld	35 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 126
Elektrisches Feld	22 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 126
Grundlagen des elektrischen Feldes	8 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 126
Potenzial und Kondensator	9 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 243
Kondensator	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 244
Ladungen in Feldern	5 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 252
Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 253
Magnetisches Feld	13 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 128
Grundlagen und Entstehung des Magnetfeldes	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 128
Mikroskopische und makroskopische Wirkung magnetischer Felder	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 220
Technische Anwendungen magnetischer Felder	6 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 131
Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen	39 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 132
Mechanische Schwingungen	9 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 132
Induktion und elektromagnetische Schwingungen	16 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 225
Mechanische Wellen	14 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 134
Überlagerung und Interferenz von Wellen	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 140
Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik	43 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 148
Elektromagnetische Wellen	22 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 148
Optische Signalübertragung	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 153
Welle-Teilchen-Dualismus	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 266
Atomvorstellungen	14 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 273

Gliederung – Fortsetzung

Kontext: Physik › Sekundarstufe II (GK und LK)

Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit	108 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 154
Quantenobjekte	21 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 239
Quantenmechanisches Atommodell im Potenzialtopf	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 282
Unendlicher Potenzialtopf: Energien und Intervallwahrscheinlichkeiten	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 283
Technische Anwendungen der Quantenphysik	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 290
Kernphysik	10 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 155
Beurteilung von Strahlungsrisiken und Kernenergie	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 155
Kernreaktionen: Grundlagen	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 199
Elementarteilchen und Standardmodell	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 292
Spezielle Relativitätstheorie	11 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 157
Festkörperphysik	6 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 168
Transistorschaltungen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 442
Astrophysik	53 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 169
Sternentstehung und Sternentwicklung	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 171
Nachthimmel-Orientierung und Sichtbarkeit astronomischer Objekte erschließen	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 184
Planetenkonstellationen, Sichtbarkeit und Schleifenbahnen erschließen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 185
Solare Zustandsgrößen aus Beobachtungen erschließen	4 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 186
Sternspektren und Temperaturgesetze auswerten	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 187
Parallaxe, Dopplereffekt und Sternspektren auswerten	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 190
Sternentwicklung und Materiekreislauf	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 191
Massenbestimmung in Doppelsternsystemen und Gravitationswellen deuten	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 425
Massenparameter aus Doppelstern- und Gravitationswellendaten erschließen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 425
Galaktische Massen und Dunkle Materie aus Bahnbewegungen erschließen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 428
Galaxientfernungen und Hubble-Alter beurteilen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 194

Gliederung – Fortsetzung

Kontext: Physik

Kanonische Profilergänzungen	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 196
Bundeslandspezifische Ergänzungen	74 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 197
Sekundarstufe I	6 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 197
Atom- und Kernphysik	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 197
Elektrizität	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 200
Dioden: belegte Quellenanteile	3 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 441
Sekundarstufe II	46 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 204
Biophysik	18 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 204
Denk- und Arbeitsweisen	7 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 313
Elektromagnetismus	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 235
Physik und Gesellschaft	5 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 339
Weitere fachliche Ziele	15 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 209
Stufenübergreifend	22 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 310
Biophysik	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 310
Denk- und Arbeitsweisen	2 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 312
Elektromagnetismus	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 345
Mechanik	1 Lernziel	erste zugehörige Lernzielseite 346
Weitere fachliche Ziele	16 Lernziele	erste zugehörige Lernzielseite 347

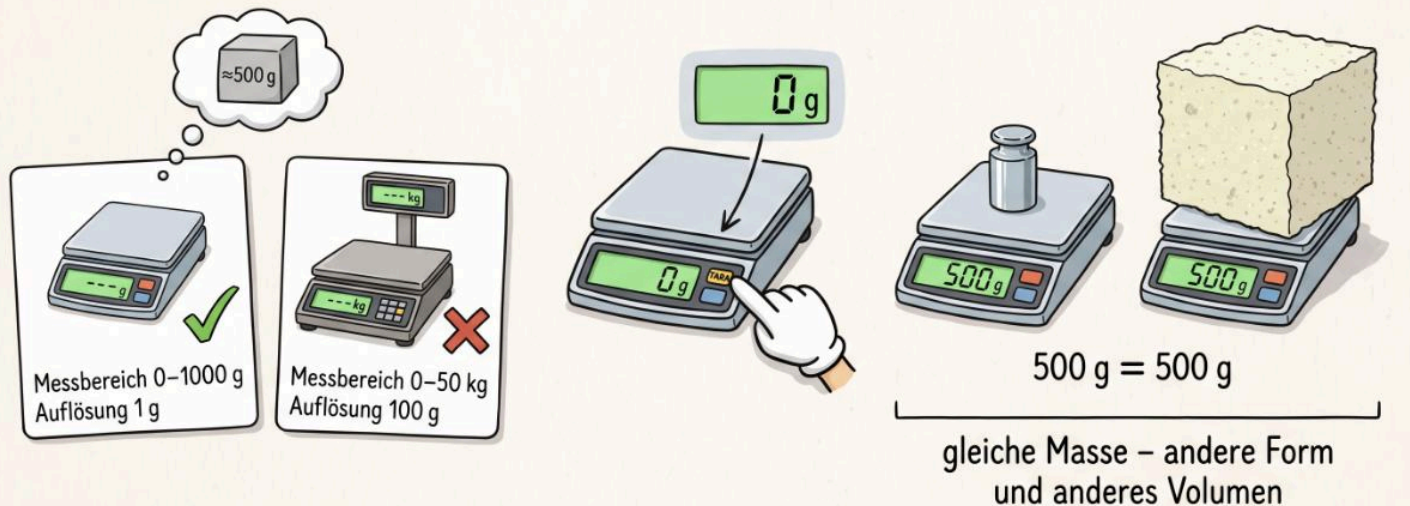
Masse von Körpern messen und vergleichen

Lernziel-ID af0e2efb-f634-5f2d-abea-b2e1a67a2894

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Masse, Volumen und Dichte

Masse von Körpern messen und vergleichen

① passende Waage wählen → ② Nullpunkt prüfen → ③ messen und vergleichen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für Messbereich und benötigte Auflösung eine geeignete Waage auswählen, ihren Nullpunkt kontrollieren, die Masse eines Körpers messen und mit Einheit und angemessener Genauigkeit angeben sowie Massen vergleichen, ohne Form oder Volumen eines Körpers mit seiner Masse gleichzusetzen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Dichte aus Masse und Volumen bestimmen und deuten

c2d6bdf1-8077-50fb-a8b5-2f0b7e3493f0

S. 4

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Masse, Volumen und Dichte experimentell bestimmen](#) d304cfd0-f87c-51f7-8dee-f5f405da4b3d

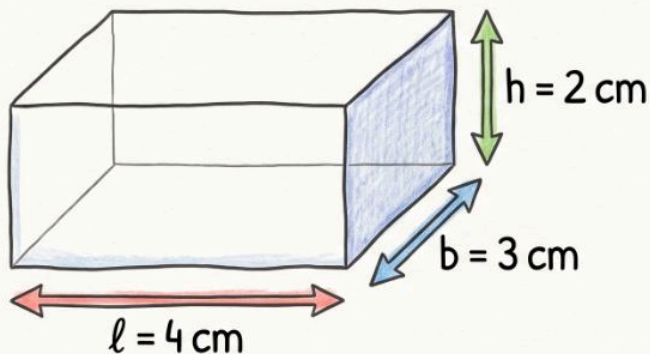
Volumen regelmäßiger Körper geometrisch bestimmen

Lernziel-ID f827b00f-af7f-52de-84aa-2a2bbaa035bd

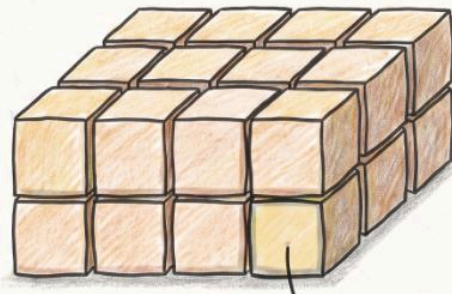
Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Masse, Volumen und Dichte >

Volumen von Körpern bestimmen und vergleichen

Volumen regelmäßiger Körper geometrisch bestimmen



$$V = l \cdot b \cdot h = 4 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 24 \text{ cm}^3$$



1 Würfel = 1 cm^3

$$24 \cdot 1 \text{ cm}^3 = 24 \text{ cm}^3 - \text{plausibel}$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die benötigten Abmessungen eines einfachen regelmäßigen Körpers messen, daraus sein Volumen mit einer passenden geometrischen Beziehung bestimmen und Ergebnis sowie Volumeneinheit auf Plausibilität prüfen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Dichte aus Masse und Volumen bestimmen und deuten

c2d6bdf1-8077-50fb-a8b5-2f0b7e3493f0

S. 4

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073238d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

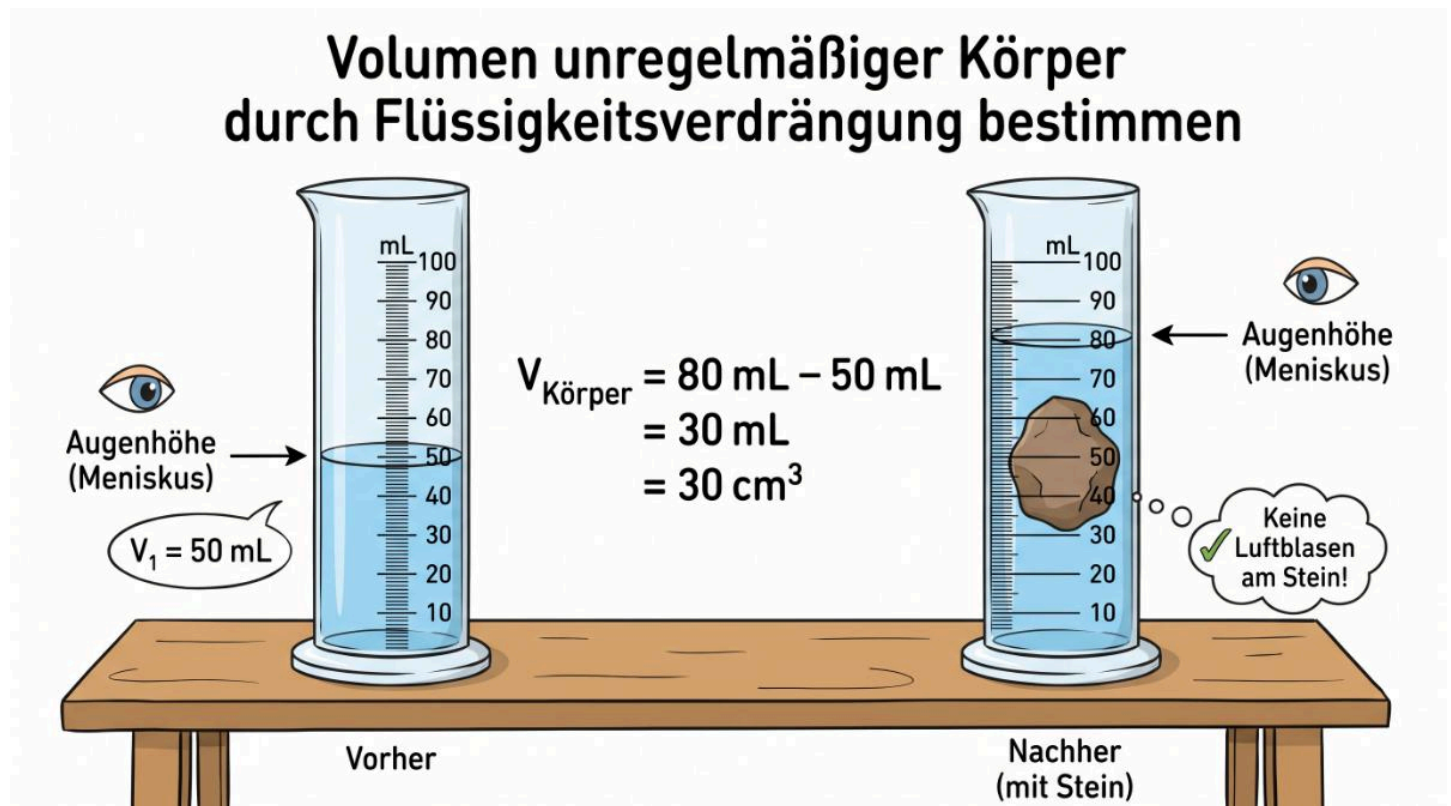
[Prüfungsaufgabe: Masse, Volumen und Dichte experimentell bestimmen](#) d304cfd0-f87c-51f7-8dee-f5f405da4b3d

Volumen unregelmäßiger Körper durch Flüssigkeitsverdrängung bestimmen

Lernziel-ID f92b5b8a-327f-50d2-8313-6a142399ebf0

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Masse, Volumen und Dichte >

Volumen von Körpern bestimmen und vergleichen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Volumen eines vollständig eintauchbaren unregelmäßigen festen Körpers aus dem Flüssigkeitsstand vor und nach dem Eintauchen bestimmen, die Differenz mit passender Volumeneinheit angeben und Ables- oder Luftblasenfehler beurteilen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Dichte aus Masse und Volumen bestimmen und deuten
c2d6bdf1-8077-50fb-a8b5-2f0b7e3493f0

S. 4

Auftrieb mit dem archimedischen Prinzip erklären
e11b2ee9-e528-4857-9ecd-59bd460fba81

S. 34

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073238d3fc4f

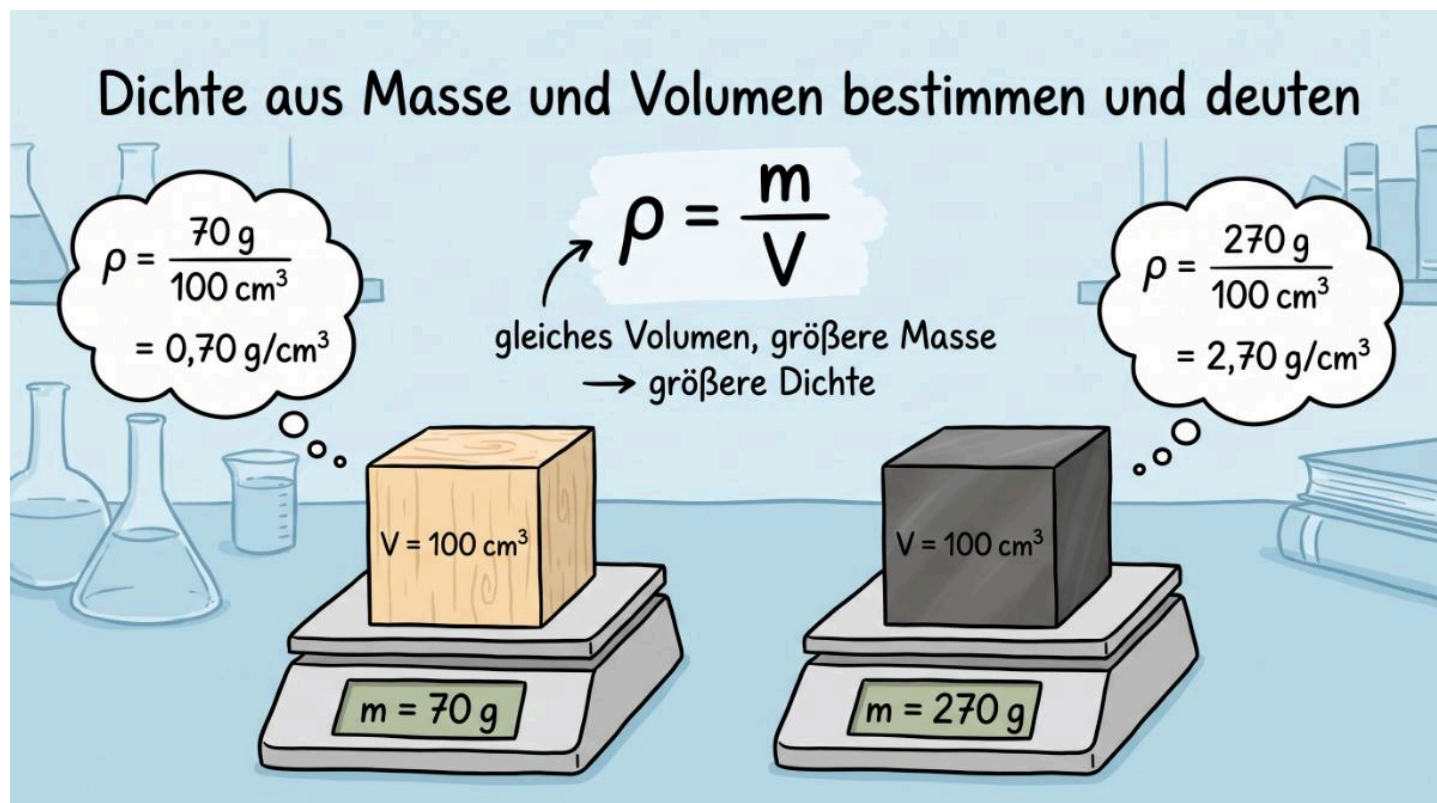
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

Prüfungsaufgabe: Masse, Volumen und Dichte experimentell bestimmen d304cfd0-f87c-51f7-8dee-f5f405da4b3d

Dichte aus Masse und Volumen bestimmen und deuten

Lernziel-ID c2d6bdf1-8077-50fb-a8b5-2f0b7e3493f0

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Masse, Volumen und Dichte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Dichte als Quotient aus Masse und Volumen bestimmen, passende Einheiten verwenden und Dichtewerte nutzen, um Stoffe oder gleich große beziehungsweise gleich schwere Körper zu vergleichen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Masse von Körpern messen und vergleichen S. 1
af0e2efb-f634-5f2d-abea-b2e1a67a2894

Volumen regelmäßiger Körper geometrisch bestimmen S. 2
f827b00f-af7f-52de-84aa-2a2bbaa935bd

Volumen unregelmäßiger Körper durch Flüssigkeitsverdrängung bestimmen S. 3
f92b5b8a-327f-50d2-8313-6a142399ebf0

Wird direkt vorausgesetzt von

Auftrieb mit dem archimedischen Prinzip erklären S. 34
e11b2ee9-e528-4857-9ecd-59bd460fba81

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Masse, Volumen und Dichte experimentell bestimmen](#) d394cfd0-f87c-51f7-8dee-f5f405da4b3d

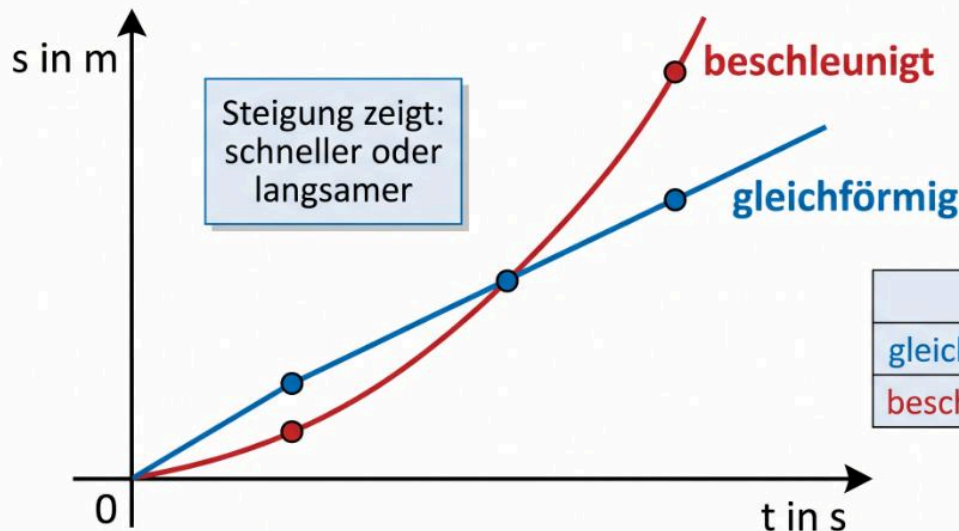
Bewegungen mit Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben

Lernziel-ID ae67bcf1-f3ee-50d6-9a12-25a159dff659

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I)

Bewegungen mit Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben

Die lernende Person kann gleichförmige und beschleunigte Bewegungen **qualitativ** beschreiben und Weg-Zeit-Diagramme fachlich interpretieren.



t	0	1	2	3
gleichförmig s	0	2	4	6
beschleunigt s	0	1	4	9

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in Weg-Zeit-Diagrammen Ruhe, gleichförmige Bewegung und qualitative Geschwindigkeitsänderungen anhand des Verlaufs und seiner Steigung unterscheiden und passende Bewegungen beschreiben.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären
5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Bewegungen mit Diagrammen untersuchen
ce431132-dfc4-42c2-aff6-bd72035190f8

S. 78

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073238d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

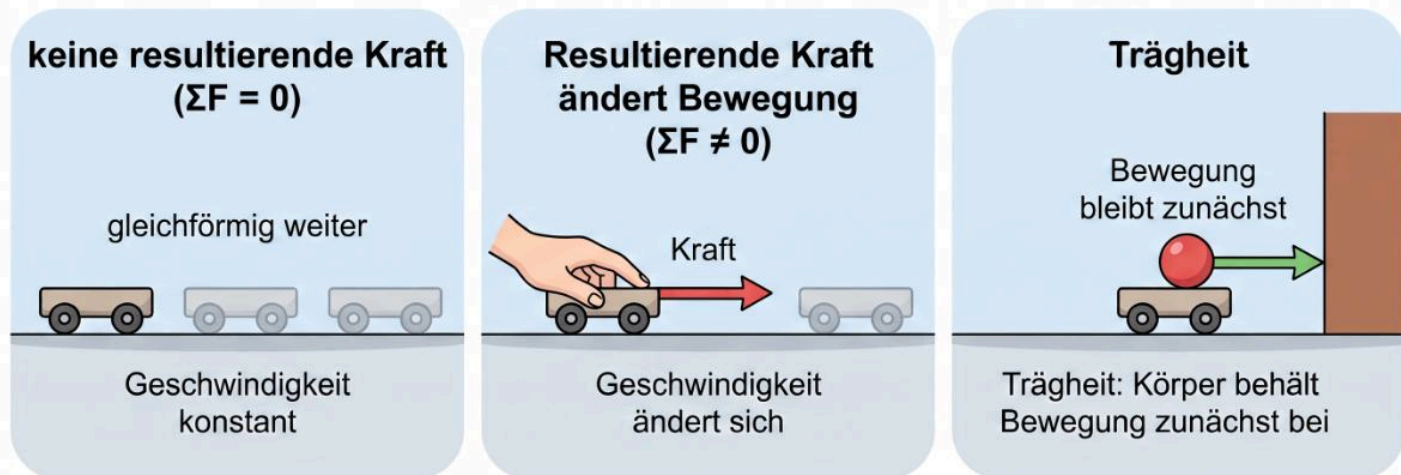
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

Lernziel-ID 5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I)

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Bewegungsänderungen auf eine resultierende Kraft zurückführen und mit dem Trägheitsprinzip erklären, warum ein Körper bei verschwindender resultierender Kraft seinen Bewegungszustand beibehält.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bewegungen mit Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben S. 5
ae67bcf1-f3ee-50d6-9a12-25a159dff659

Wird direkt vorausgesetzt von

Kräfte vektoriell zusammensetzen und Resultierende bestimmen S. 7 41d35667-0296-5f84-bc12-202ffc440be0	Angriffspunkt, Wirkungsline und Schwerpunkt deuten S. 8 67fffd0f0-a5ab-518f-8c45-4c9e7eb18390	Reibung als Kontaktkraft deuten S. 9 581c0766-b84b-54cb-b8b6-375310329a41	Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden S. 11 722857cf-f327-5740-8151-64eb92195ec8
Masse und Gewichtskraft unterscheiden S. 15 9c328f68-41ed-55dd-9e02-34414a6246f2	Druck in Flüssigkeiten und Gasen qualitativ beschreiben S. 32 5308de76-79f0-44f4-8cb7-fc9de4772217	Newtons 1. Axiom (Trägheitsprinzip) S. 84 31a2ef52-114b-4d2c-a720-6ef5a390b6dc	Grundgleichung der Mechanik anwenden S. 87 5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79
Kraft und Verformung experimentell untersuchen S. 324 45bbdf6b-6372-5b6a-b7e4-be15a9eb4b83			

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Kräfte vektoriell zusammensetzen und Resultierende bestimmen

Lernziel-ID 41d35667-0296-5f84-bc12-202ffc440be0

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Kräfteigenschaften untersuchen

3-N- und 4-N-Kraft zusammensetzen



genau 3 Kästchen breit

genau 4 Kästchen hoch

1 Kästchen = 1 N

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mehrere an einem Körper angreifende Kräfte maßstäblich als Vektoren darstellen, grafisch zu einer resultierenden Kraft zusammensetzen und deren Betrag und Richtung im Kontext deuten.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Wird direkt vorausgesetzt von

Arbeit und einfache Maschinen qualitativ deuten

327302e3-5b36-46f8-9c16-73f24583b0eb

S. 10

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

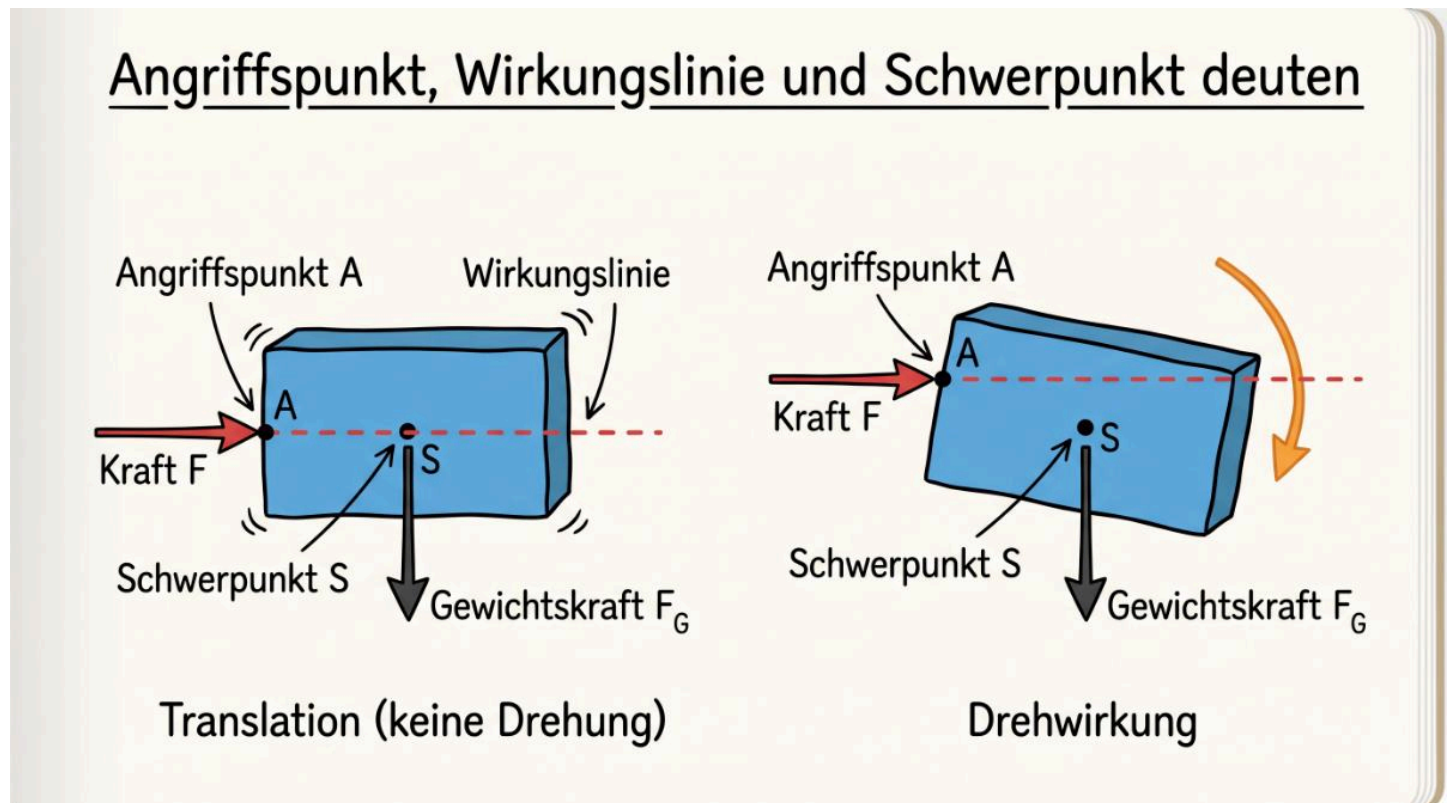
[Prüfungsaufgabe: Kräfte an einer Aufhängung vektoriell bilanzieren](#) 8f62ab5e-20fc-562f-8121-63c082313e6e

[Prüfungsaufgabe: Kräfte experimentell und grafisch untersuchen](#) d8bad724-03ea-510a-8415-928332ed4979

Angriffspunkt, Wirkungslinie und Schwerpunkt deuten

Lernziel-ID 67ffd0f0-a5ab-518f-8c45-4c0e7eb18390

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Kräfteigenschaften untersuchen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an starren Körpern Angriffspunkt und Wirkungslinie einer Kraft kennzeichnen, in einem näherungsweise homogenen Gravitationsfeld die Gewichtskraft als am Schwerpunkt angreifend modellieren und daraus qualitative Folgen für Gleichgewicht oder Drehwirkung ableiten.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Kräfte und Trägheit qualitativ erklären](#)

5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Wird direkt vorausgesetzt von

[Arbeit und einfache Maschinen qualitativ deuten](#)

327302e3-5b36-46f8-9c16-73f24583b0eb

S. 10

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Wirkungslinien und Schwerpunkt an einer Planke deuten](#) 449d9732-a869-5126-8879-564da5c3d263

Reibung als Kontaktkraft deuten

Lernziel-ID 581c0766-b84b-54cb-b8b6-375310329a41

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I)

Kräfte und Reibung qualitativ nutzen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Reibung als Kontaktkraft deuten, die einer relativen oder drohenden Bewegung zwischen Kontaktflächen entgegenwirkt, und erklären, wie sie etwa beim Gehen die Fortbewegung ermöglicht oder eine Relativbewegung abbremst.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

[Prüfungsaufgabe: Reibung beim Ziehen und Gehen deuten 7072dfbc-f684-5d4e-8c9a-ee74f7ebeebea](#)

Arbeit und einfache Maschinen qualitativ deuten

Lernziel-ID 327302e3-5b36-46f8-9c16-73f24583b0eb

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten

Arbeit, einfache Maschinen & Wirkungsgrad (qualitativ)

Beschreibung: Einfache Maschinen als Kraftwandler und qualitative Deutung des Wirkungsgrads.

direkt heben

größere Kraft



kurzer Weg

Rampe als einfache Maschine

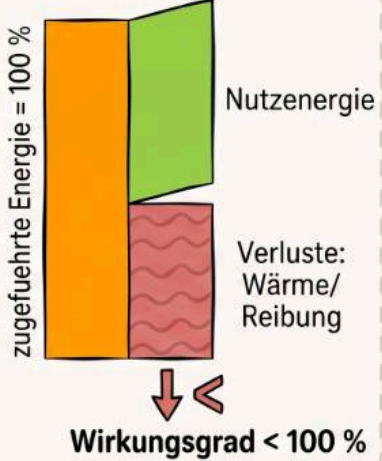
kleinere Kraft



längerer Weg

Arbeit: $W = F \cdot s$

Wirkungsgrad



zugeführte Energie = 100 %

Nutzenergie

Verluste: Wärme/Reibung

Wirkungsgrad < 100 %

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einfache Maschinen wie Hebel, Rollen und Räder als Kraftwandler beschreiben und erklären, warum eine kleinere Kraft idealerweise mit einem längeren Weg verbunden ist, ohne mechanische Arbeit einzusparen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte vektoriell zusammensetzen und Resultierende bestimmen

S. 7

Angriffspunkt, Wirkungsline und Schwerpunkt deuten

S. 8

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Einen Rettungs- und Materialwagen energetisch bewegen und heben](#)
0cf2a5b0-8660-578d-8316-2b8a50fbdf7

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)
3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff3d166a

[Prüfungsaufgabe: Kraft und Weg an einfachen Maschinen vergleichen](#)
d15764ce-ebea-5178-84ea-9351dd888b8c

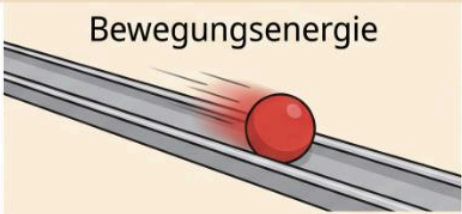
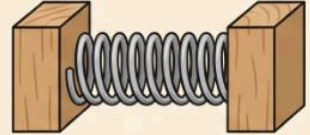
Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden

Lernziel-ID 722857cf-f327-5740-8151-64eb92195ec8

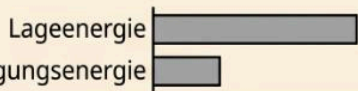
Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden

Mechanische Energieformen

Lageenergie	Bewegungsenergie	Spannenergie
		
Lageenergie	Bewegungsenergie	Spannenergie

Energieumwandlung bei der Schaukel

Lageenergie	Bewegungsenergie
	
	
	

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mechanische Energieformen wie Bewegungs-, Lage- und Spannenergie anhand des Zustands eines Systems unterscheiden und bei einfachen Vorgängen qualitativ beschreiben, welche Energieform ab- und welche zunimmt.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Wird direkt vorausgesetzt von

Energieversorgung mit Energieübertragungsketten beschreiben

S. 12

30a936ec-e427-57fe-bf3e-4abd64b1f0c1

Leistung als Energie pro Zeit bestimmen und deuten

S. 13

b92627a7-5d62-5fdb-a6f5-ac44461f4a7b

Wirkungsgrad als Verhältnis nutzbarer und zugeführter Energie deuten

S. 14

f7f2c254-1663-5861-bed7-a32c00495b19

Wärmeübertragung und Energiebilanzen qualitativ erklären

S. 24

eeba6bf8-a2b9-4d7d-a1d6-67286c923cef

Elektrische Energieumwandlungen qualitativ beschreiben

S. 60

cbb26ed2-6979-46f6-a4ae-128f5c5d9d76

Mechanische Energie

S. 92

94784e0a-7ddc-48be-91fb-dc82b78eb322

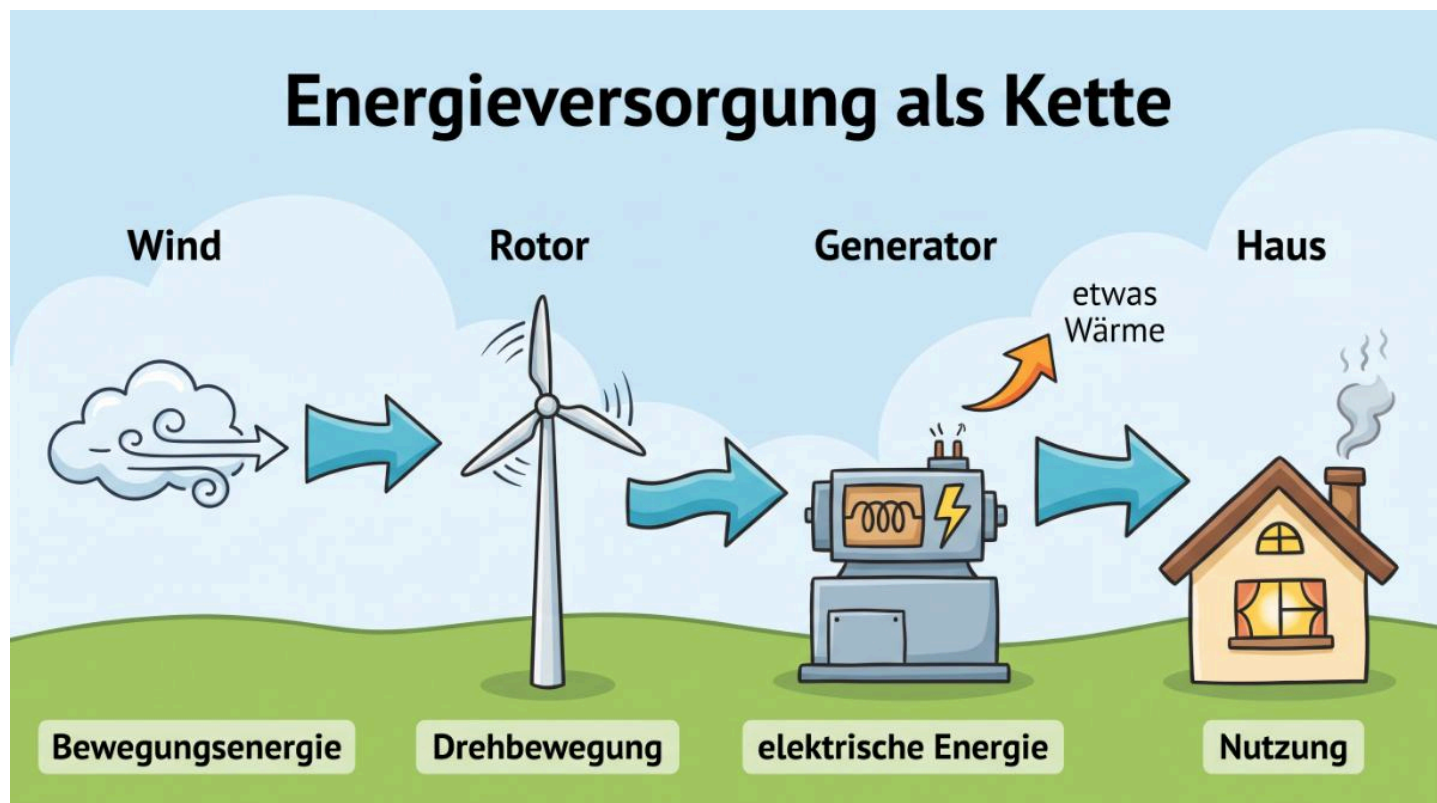
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Energieversorgung mit Energieübertragungsketten beschreiben

Lernziel-ID 30a936ec-e427-57fe-bf3e-4abd64b1f0c1

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Energieversorgungssysteme wie Wasser-, Wind-, Kohle- oder Solarkraftwerke als Ketten von Energieformen, Energieträgern und Übertragungs- beziehungsweise Umwandlungsschritten bis zur Nutzung einschließlich Energieabgaben an die Umgebung qualitativ beschreiben.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden

722857cf-f327-5740-8151-64eb92195ec8

S. 11

Wird direkt vorausgesetzt von

Energieversorgung und Klimawirkungen fachlich bewerten

5be98160-5189-58aa-8183-1df1c400cc8c

S. 30

Photovoltaikanlagen als technische Systeme erklären

92076a27-46cd-5c33-b3d8-aa68329af7c4

S. 343

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Eine kommunale Energieversorgung bewerten](#) 7cb0e5a0-c4ef-5e24-82b6-d8f85ffded8d

Leistung als Energie pro Zeit bestimmen und deuten

Lernziel-ID b92827a7-5d62-5fdb-a6f5-ac44461f4a7b

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten > Leistung und Wirkungsgrad

Leistung als Energie pro Zeit bestimmen und deuten

$$P = \frac{E}{t}$$

Leistung (Watt, W) $\rightarrow$ P $\leftarrow$ Energie (Joule, J)
 $\leftarrow$ Zeit (Sekunden, s)

gleiche Energie, kürzere Zeit $\rightarrow$ größere Leistung

Left Scenario:
Energie $E = 600 \text{ J}$
Dauer $t = 2 \text{ s}$
 $P = \frac{600 \text{ J}}{2 \text{ s}} = 300 \text{ W}$
Größere Leistung $\uparrow$

Right Scenario:
Energie $E = 600 \text{ J}$
Dauer $t = 6 \text{ s}$
 $P = \frac{600 \text{ J}}{6 \text{ s}} = 100 \text{ W}$
Kleinere Leistung $\downarrow$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Leistung als übertragene oder umgewandelte Energie pro Zeit bestimmen, passende Einheiten verwenden und bei gleicher Energie erklären, warum eine kürzere Dauer einer größeren Leistung entspricht.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden 722857cf-f327-5740-8151-b4eb92195ec8	S. 11
---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrische Leistung und Wirkungsgrad bilanzieren 46e42b07-c098-5d65-8ef5-8472b7c4d8e2	S. 58	Elektrische Geräte- und Akkuangaben physikalisch deuten 27b90ce9-b650-5232-85fd-ce2cb69d59a3	S. 69	Idealen Transformator quantitativ deuten af1094c1-511a-5aae-9e0a-3e9196a82d9a	S. 235
--	-------	--	-------	---	--------

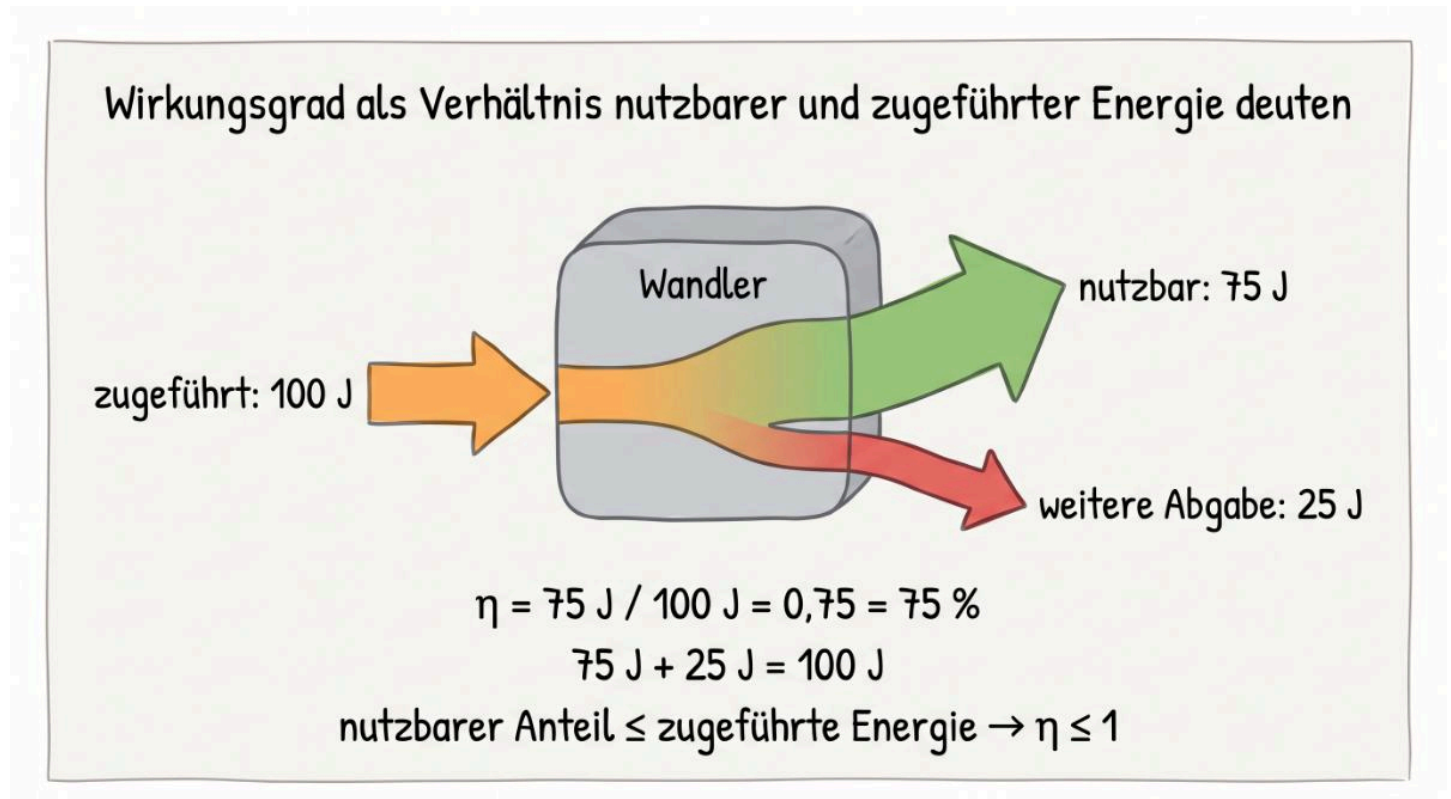
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Leistung und Wirkungsgrad eines Hebezeugs vergleichen](#) 0b8aff9a-6c77-51b9-82d4-725a21f32a90

Wirkungsgrad als Verhältnis nutzbarer und zugeführter Energie deuten

Lernziel-ID f7f2c254-1663-5861-bed7-a32c00495b19

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten > Leistung und Wirkungsgrad



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Wirkungsgrad als Verhältnis nutzbarer zu zugeführter Energie bestimmen, Energieanteile in einem einfachen System bilanzieren und begründen, warum ein Wirkungsgrad nicht größer als eins sein kann.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden

722857cf-f327-5740-8151-64eb92195ec8

S. 11

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrische Leistung und Wirkungsgrad bilanzieren

46e42b07-c098-5d65-8ef5-8472b7c4d8e2

S. 58

Energieentwertung vs. Energieverbrauch

cbdc0b5f-8a48-5ade-be53-ab6aacc3e73

S. 116

Energiesparmaßnahmen physikalisch bewerten

ae09161b-ddc4-559c-be8f-baeeddf224f3

S. 117

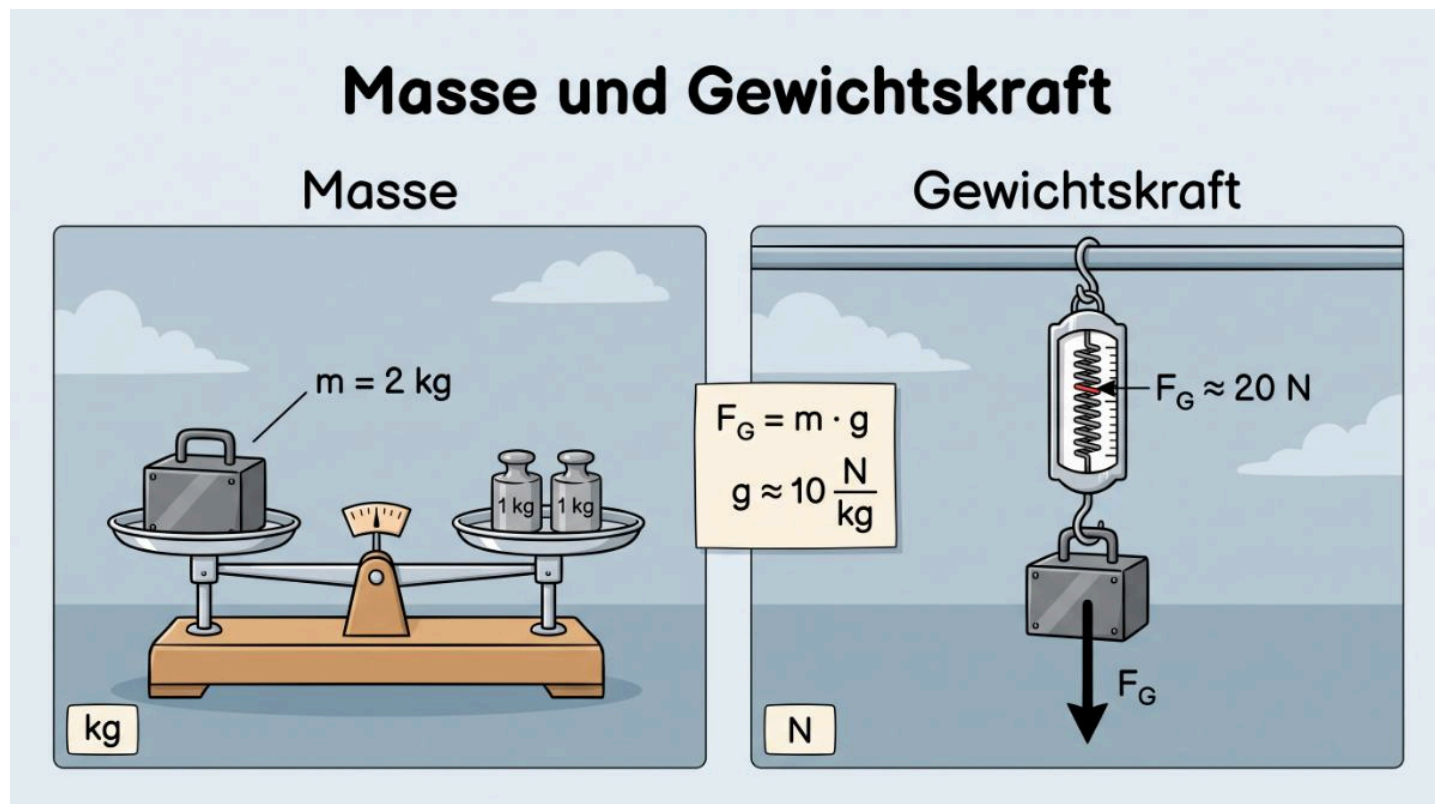
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Leistung und Wirkungsgrad eines Hebezeugs vergleichen](#) 0b8aff9a-6c77-51b9-82d4-725a21f32a90

Masse und Gewichtskraft unterscheiden

Lernziel-ID 9c328f68-41ed-55dd-9e02-34414a6246f2

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Masse als ortsunabhängige Eigenschaft eines Körpers von der Gewichtskraft als vom Gravitationsfeld abhängiger Kraft unterscheiden, beide mit passenden Einheiten angeben und alltags-sprachliche Verwechslungen fachlich korrigieren.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Wird direkt vorausgesetzt von

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden

eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff

S. 407

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

[Prüfungsaufgabe: Kräfte experimentell und grafisch untersuchen d8bad724-03ea-510a-8415-928332ed4979](#)

Licht, Schatten und geradlinige Ausbreitung beschreiben

Lernziel-ID dd7cdcea-0950-461b-96ac-ce49989fca47

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Beobachtungen zu Licht und Schatten mit der geradlinigen Ausbreitung von Licht in einem homogenen transparenten Medium und der Geometrie von Lichtquelle, Objekt und Schirm fachlich beschreiben.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen 79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7	S. 17	Streuung und Absorption von Licht an Beobachtungen unterscheiden 9a9e2085-5ab6-534f-b622-83774d51f36b	S. 22	Entstehung und Zerlegung von Farben erklären a4681378-ade4-4f20-bf77-fb020469510f	S. 36	Bildentstehung bei der Lochkamera qualitativ beschreiben 1ab5f599-0927-579d-94cc-fee9df3b5603	S. 51
--	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) sc44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

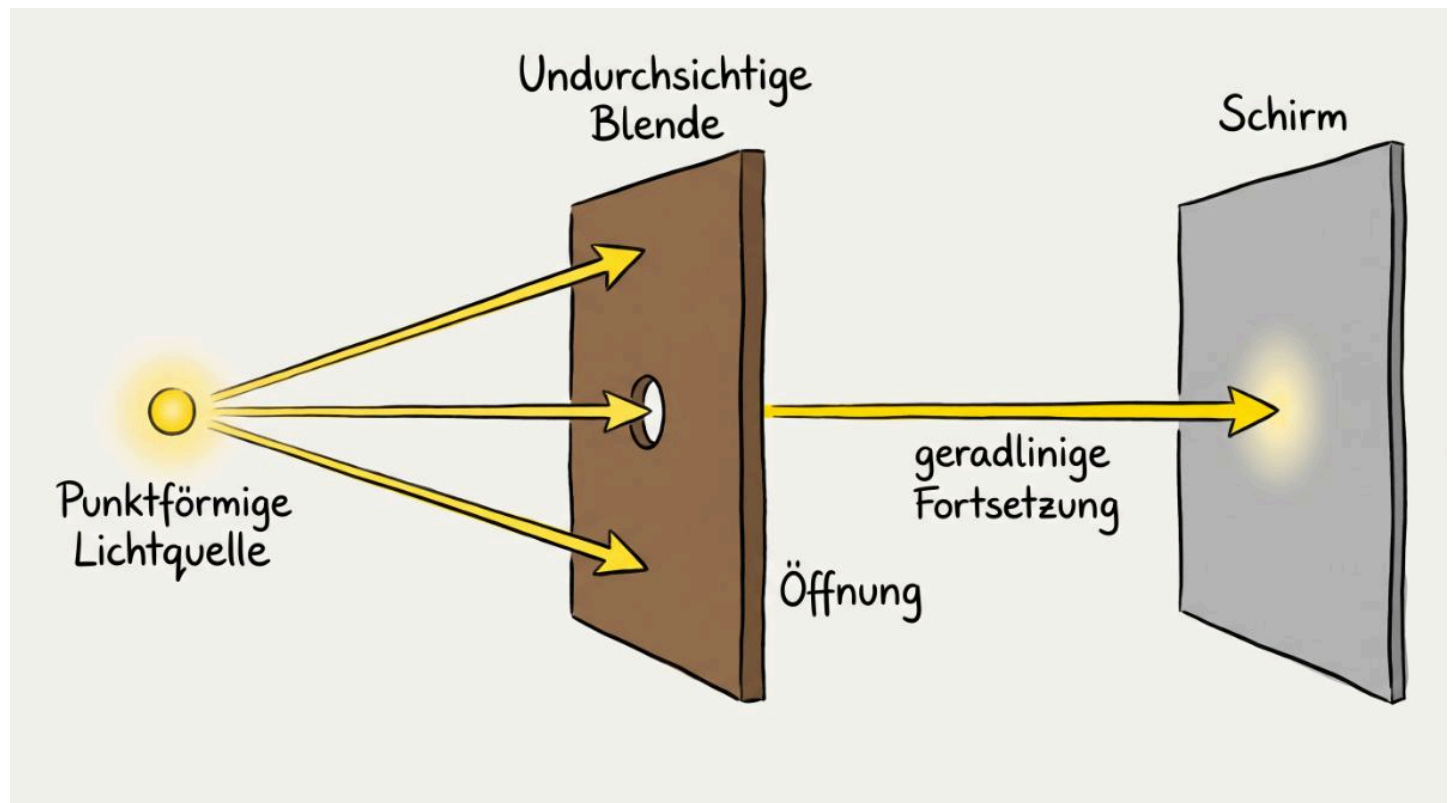
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen

Lernziel-ID 79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Lichtwege in einfachen optischen Anordnungen als gerichtete Linien des Strahlenmodells darstellen und aus den für die Anordnung geltenden Ausbreitungsregeln weitere Wegabschnitte vorhersagen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Licht, Schatten und geradlinige Ausbreitung beschreiben dd7cdcea-0950-461b-96ac-ce49989fca47	S. 16
--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Reflexionsgesetz experimentell prüfen 3c8e5510-a12d-5770-8a01-e5fe741b259c	S. 18	Mondphasen mit Beleuchtung und Blickrichtung erklären 33e3417c-e062-5f4a-8df9-3195dca50089	S. 20	Sonnen- und Mondfinsternisse mit Schattenräumen erklären f0046ae8-cbfc-526b-8414-04e3595b6075	S. 21	Linsenabbildungen qualitativ beschreiben und konstruieren 078ce4d2-3193-4cd0-ae59-4fb8ab16e9e5	S. 47
Brechung und optische Hebung qualitativ beschreiben 6a4c6042-052b-502b-a39a-0ed8941247ac	S. 50	Bildentstehung bei der Lochkamera qualitativ beschreiben 1ab5f599-0027-579d-94cc-feecd3b5603	S. 51	Strahlenmodell und Wellenmodell des Lichts vergleichen 8ad305d2-bde0-4223-9477-517b2943148b	S. 367		

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Reflexionsgesetz experimentell prüfen

Lernziel-ID 3c8e5510-a12d-5770-8a01-e5fe741b259c

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I) > Reflexion untersuchen und Spiegelbilder deuten

Reflexionsgesetz experimentell prüfen

Einfallswinkel α	Reflexionswinkel β
$30^\circ \pm 2^\circ$	$31^\circ \pm 2^\circ$

innerhalb der Messunsicherheit vereinbar

Reflexionsgesetz:
 $\alpha = \beta$

Spiegel

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei der Reflexion an einer ebenen glatten Fläche Einfallswinkel und Reflexionswinkel jeweils zum Lot messen, die Messwerte samt Ablese- und Ausrichtungsunsicherheiten vergleichen, daraus das Reflexionsgesetz formulieren und beurteilen, ob Abweichungen mit diesen Unsicherheiten vereinbar sind.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen

79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

S. 17

Wird direkt vorausgesetzt von

Spiegelbilder am ebenen Spiegel mit dem Strahlenmodell erklären

b57427c9-1af5-5daa-8c65-b84a4cc20785

S. 19

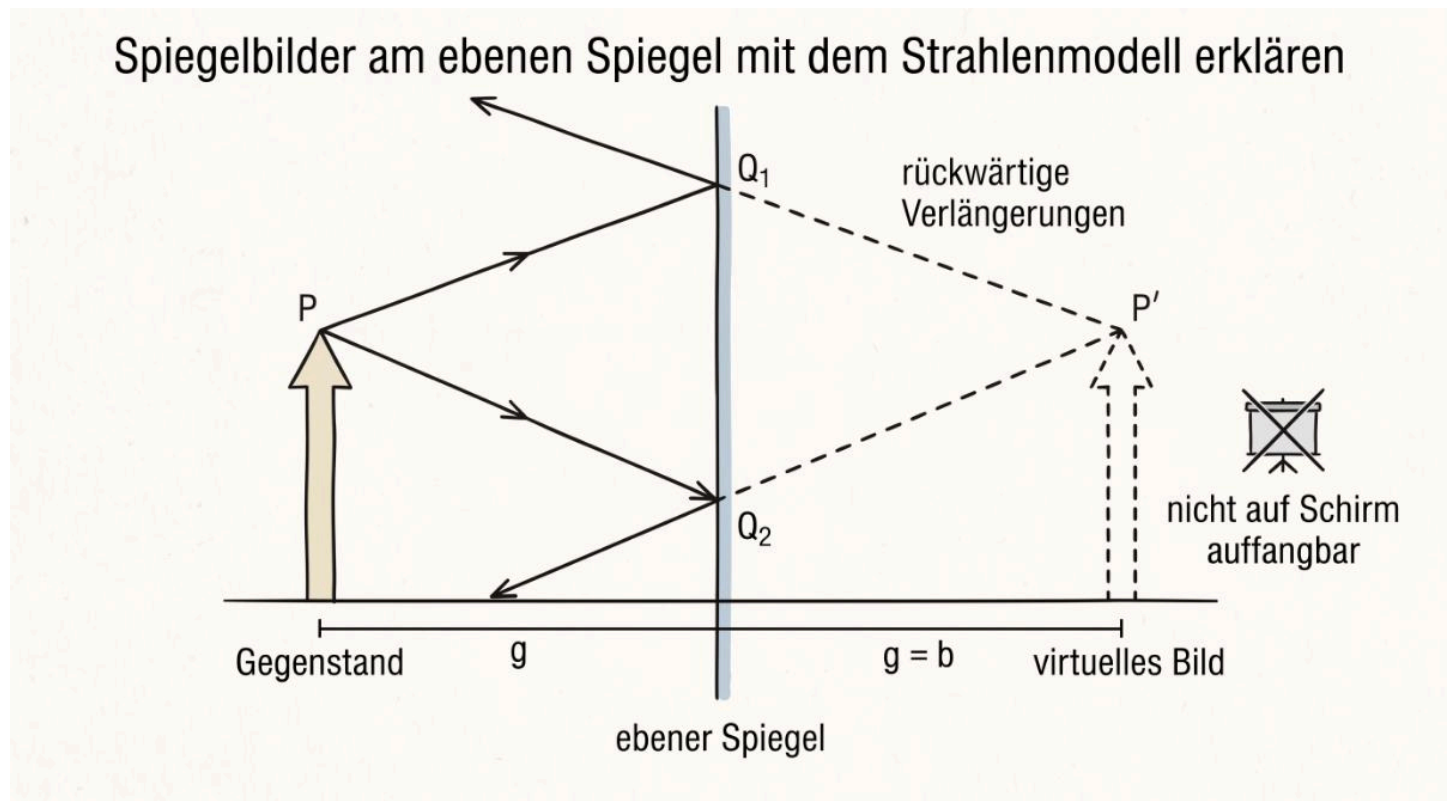
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Reflexionsgesetz und ebenes Spiegelbild untersuchen](#) 899481ae-2917-5fb0-805e-29e7c3c051be

Spiegelbilder am ebenen Spiegel mit dem Strahlenmodell erklären

Lernziel-ID b57427c9-1af5-5daa-8c65-b84a4cc20785

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I) > Reflexion untersuchen und Spiegelbilder deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann reflektierte Lichtwege rückwärts verlängern, damit Lage und Größe des virtuellen Bildes am ebenen Spiegel konstruieren und erklären, warum das Bild hinter dem Spiegel erscheint und nicht auf einem Schirm aufgefangen werden kann.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Reflexionsgesetz experimentell prüfen](#)

3c8e5510-a12d-5770-8a01-e5fe741b259c

S. 18

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

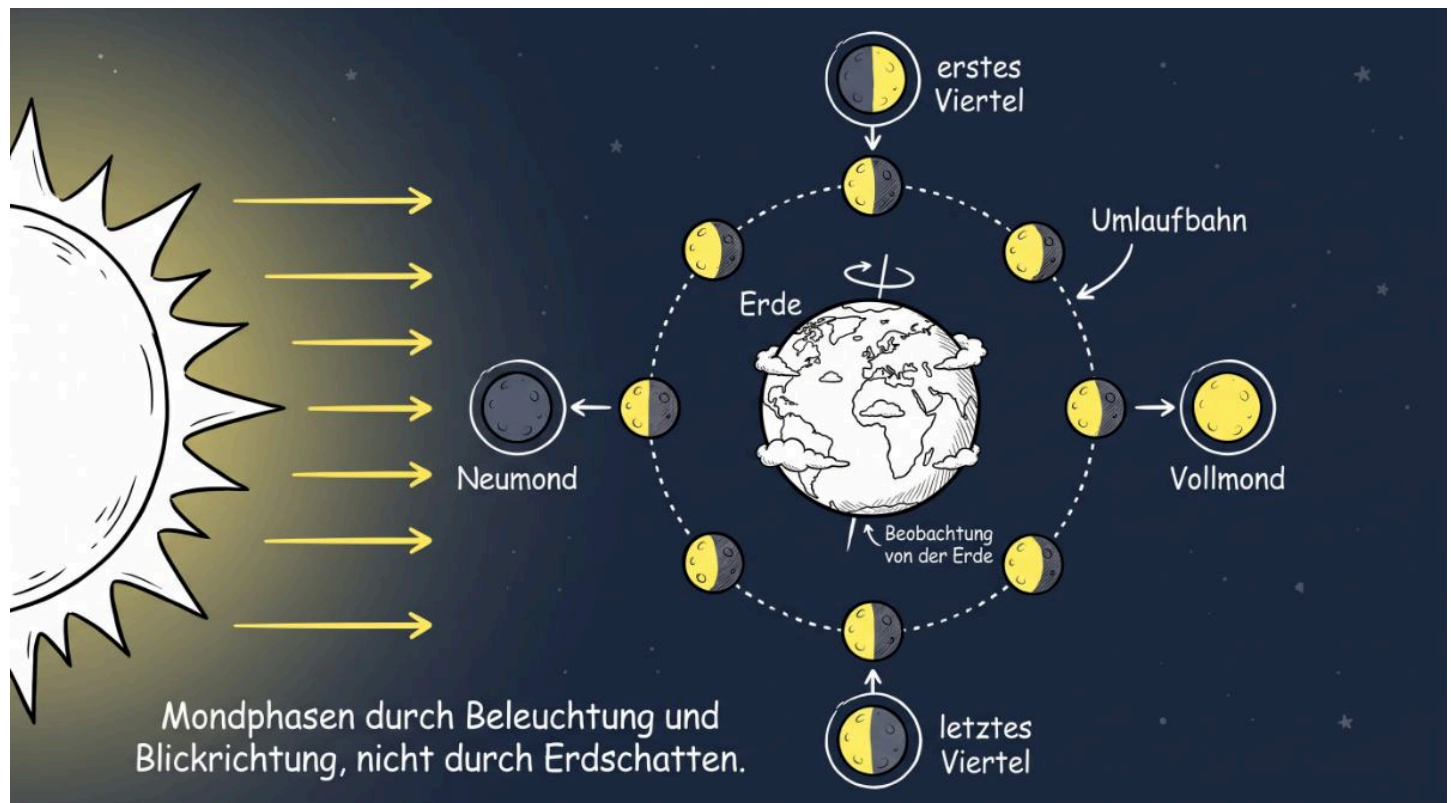
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Reflexionsgesetz und ebenes Spiegelbild untersuchen](#) 899481ae-2917-5fb0-805e-29e7c3c051be

Mondphasen mit Beleuchtung und Blickrichtung erklären

Lernziel-ID 33e3417c-e062-5f4a-8df9-3195dca50089

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I) > Mondphasen und Finsternisse mit Licht und Schatten erklären



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus den relativen Positionen von Sonne, Erde und Mond ableiten, welcher Anteil der beleuchteten Mondhälfte von der Erde aus sichtbar ist, damit die Mondphasen erklären und begründen, warum sie nicht durch den Erdschatten entstehen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen](#)

79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

S. 17

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

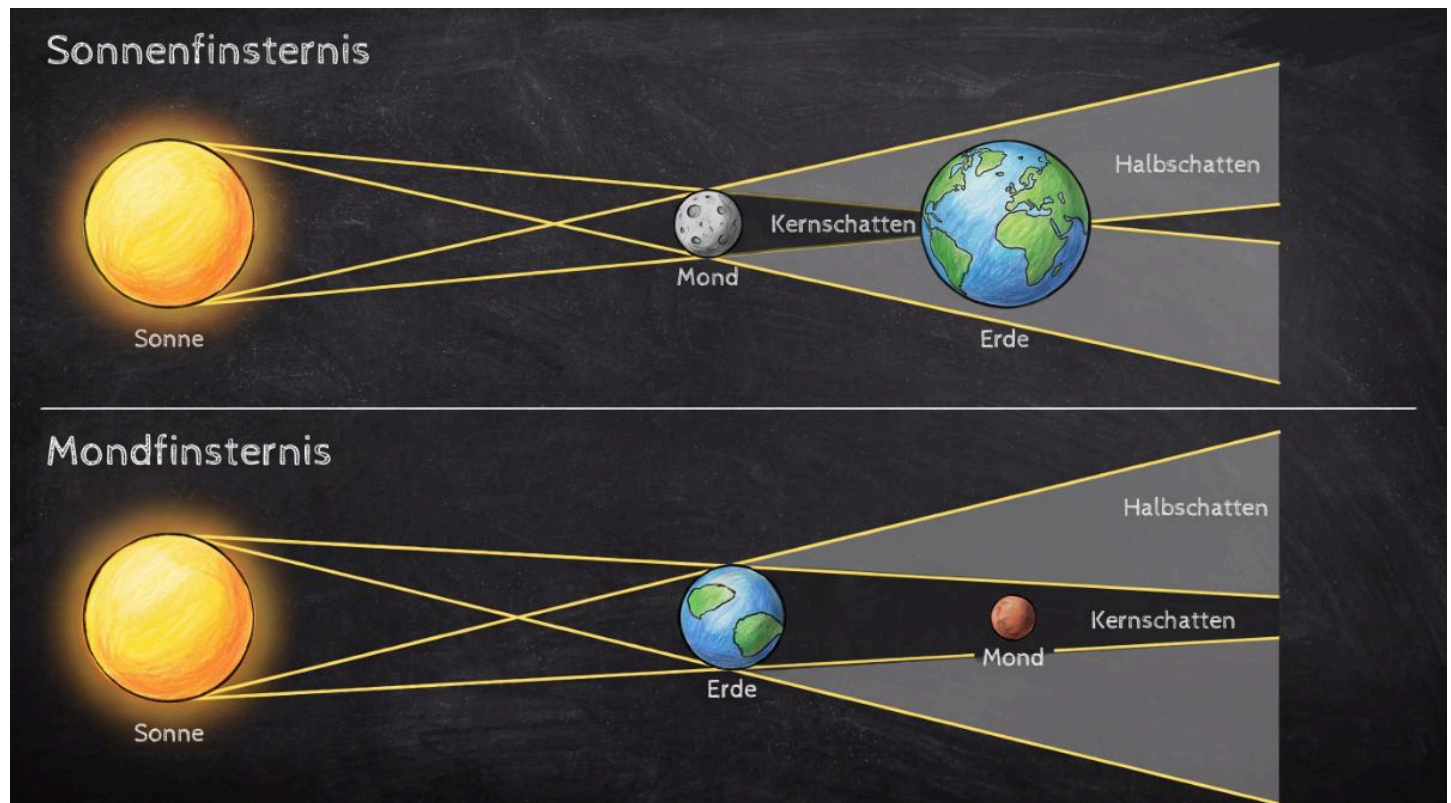
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Mondphasen und Finsternisse räumlich erklären](#) 1a0dd12c-f30f-5e62-860b-93e393db9ce8

Sonnen- und Mondfinsternisse mit Schattenräumen erklären

Lernziel-ID f0046ae8-cbfc-526b-8414-04e3595b6075

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I) > Mondphasen und Finsternisse mit Licht und Schatten erklären



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für Sonnen- und Mondfinsternisse die jeweilige Anordnung von Sonne, Erde und Mond darstellen, Kern- und Halbschatten zuordnen und daraus erklären, welches Himmelsobjekt für Beobachtende ganz oder teilweise verdunkelt erscheint.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen](#)

79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

S. 17

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

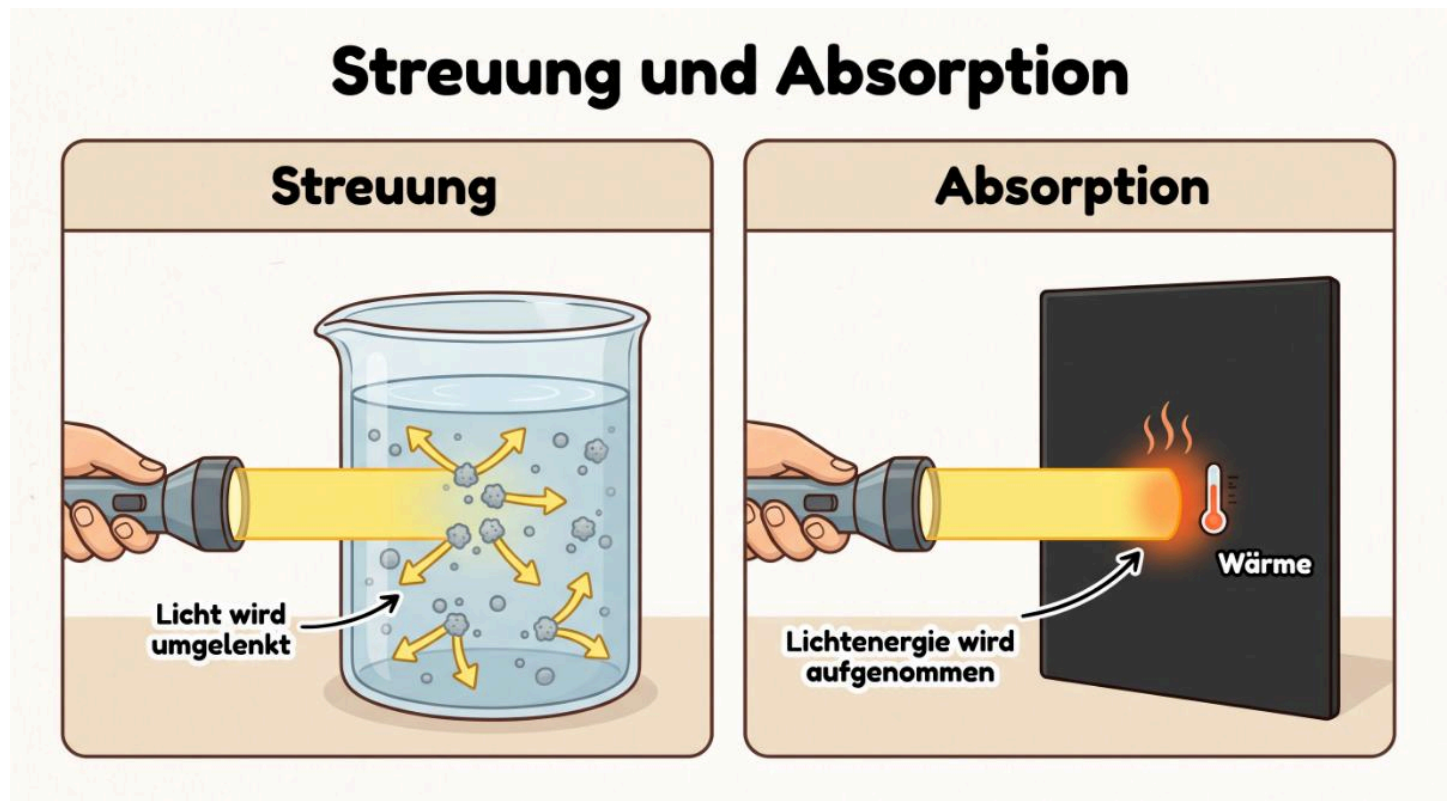
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Mondphasen und Finsternisse räumlich erklären](#) 1a0dd12c-f30f-5e62-860b-93e393db9ce8

Streuung und Absorption von Licht an Beobachtungen unterscheiden

Lernziel-ID 9a9e2085-5ab6-534f-b622-83774d51f36b

Physik > Sekundarstufe I > Lichtausbreitung und Reflexion (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einfachen Alltags- und Experimentbeispielen aus beobachteten Änderungen der Lichtverteilung und Helligkeit begründet schließen, ob Licht überwiegend in verschiedene Richtungen gestreut oder vom Material absorbiert wird, und erläutern, welche Beobachtung die Zuordnung stützt.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Licht, Schatten und geradlinige Ausbreitung beschreiben](#)

dd7cdcea-0950-461b-96ac-ce49989fca47

S. 16

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Farben und Lichtwechselwirkungen in einer Ausstellung erklären](#) 2c195204- [Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a
2e21-5369-8782-7bf4fc41bf9f

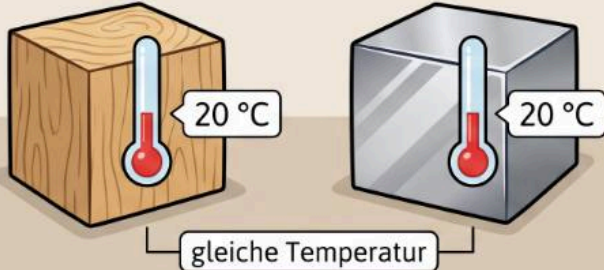
Temperatur und Wärme unterscheiden

Lernziel-ID 940978fa-1f2d-4e54-9c28-081a6df9b76f

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)

Temperatur und Wärme unterscheiden

Temperatur = Messwert



Wärmeempfinden



Vergleich: Begriffe

Temperatur	Wärme	Empfinden
Zustandsgröße	Energieübertragung	abhängig von Wärmefluss
Einheit °C oder K	Einheit J	subjektiv

Wärmequellen



Sonne



Herdplatte



Reibung

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Temperatur als messbare Zustandsgröße von Wärme als Energieübertragung aufgrund eines Temperaturunterschieds und vom subjektiven Wärmeempfinden unterscheiden.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Wärmeübertragung und Energiebilanzen qualitativ erklären S. 24
eeba6bf8-a2b9-4d7d-a1d6-67286c923cef

Temperatur mit einem geeigneten Thermometer messen S. 25
51de4f09-6827-5b3d-b2ca-5e27ba961a7f

Thermische Ausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe deuten S. 26
b60f63b6-e70b-5557-9f54-86d42fa80325

Teilchenmodell für Temperaturänderungen nutzen S. 27
9ac4973a-21d5-48a5-90b4-eb90e10391ae

Druck-Temperatur-Zusammenhang bei konstantem Volumen qualitativ erklären S. 33
310b4f62-e261-46be-bb1b-1f125fc1699a

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073238d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

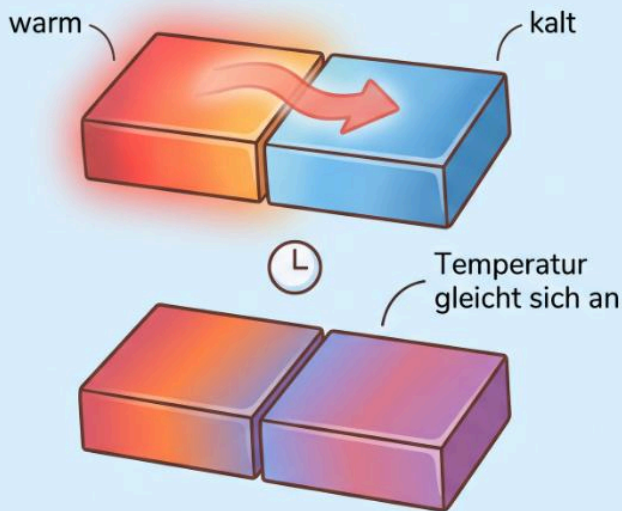
Wärmeübertragung und Energiebilanzen qualitativ erklären

Lernziel-ID eeba6bf8-a2b9-4d7d-a1d6-67286c923cef

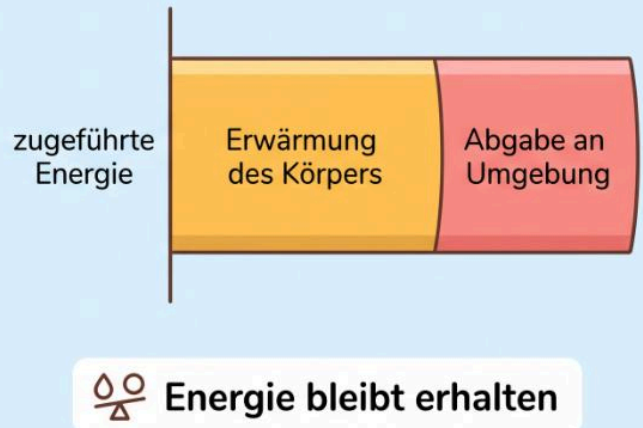
Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten

Wärme als Energieform qualitativ einordnen

Wärme ist Energie



Energiebilanz



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Wärme als Energieübertragung aufgrund eines Temperaturunterschieds von gespeicherter innerer Energie und mechanischer Arbeit unterscheiden, ein betrachtetes System abgrenzen und einfache Energiebilanzen qualitativ erläutern.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden

722857cf-f327-5740-8151-64eb92195ec8

S. 11

Temperatur und Wärme unterscheiden

940978fa-1f2d-4e54-9c28-081a6df9b76f

S. 23

Wird direkt vorausgesetzt von

Aggregatzustandsänderungen im Teilchenmodell deuten

873c6371-4ffb-582b-8d8d-3f45f968ba08

S. 31

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

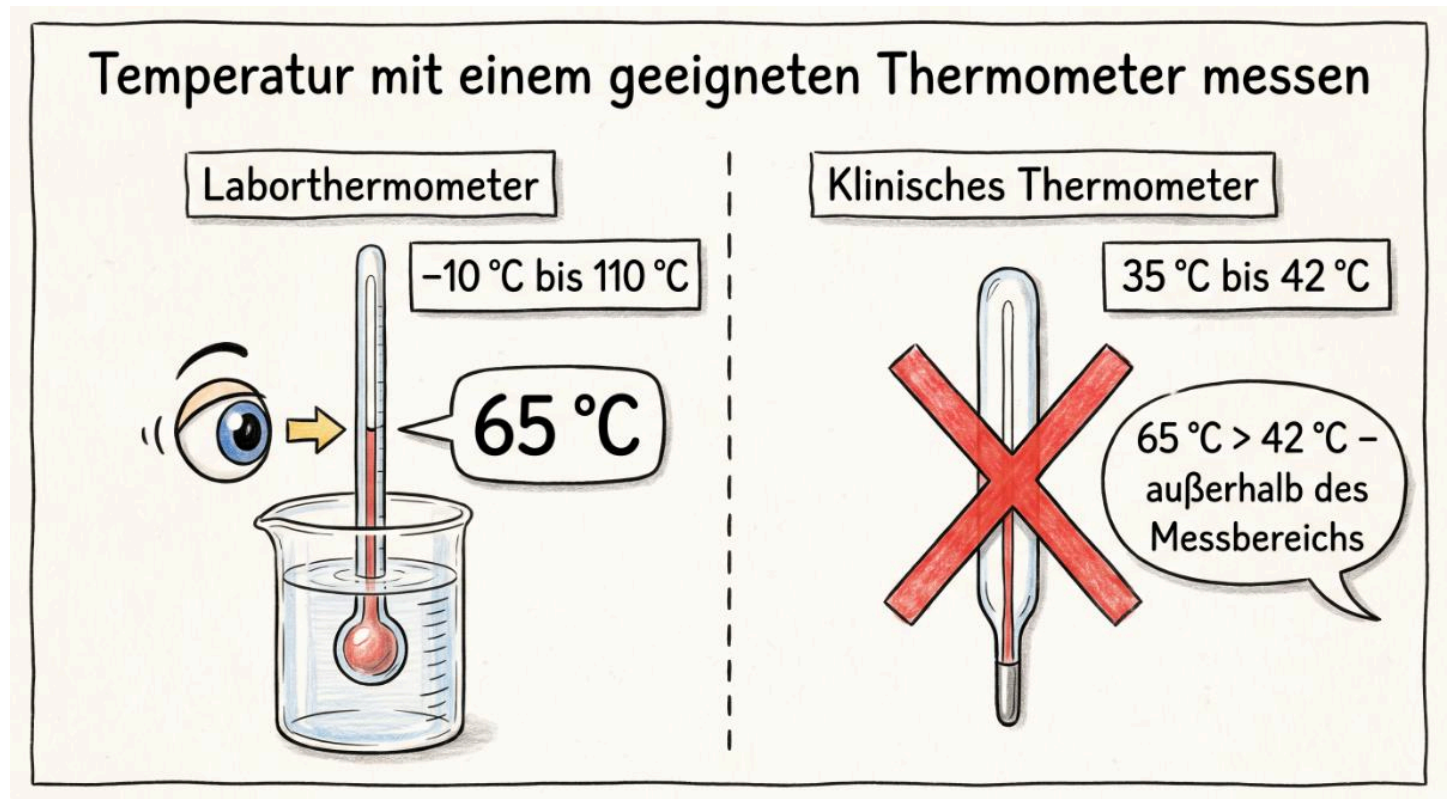
[Prüfungsaufgabe: Wärmeübertragung und Treibhauseffekt bilanzieren](#) 0b090935-1e43-581b-84ec-078741f8969e

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Temperatur mit einem geeigneten Thermometer messen

Lernziel-ID 51de4fd9-6827-5b3d-b2ca-5e27ba961a7f

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I) > Temperaturmessung und thermische Ausdehnung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für einen gegebenen Messbereich und die benötigte Auflösung ein geeignetes Thermometer auswählen, es in guten thermischen Kontakt mit dem Messobjekt bringen und einen stabilen Temperaturwert mit Einheit fachgerecht ablesen.

Geltung

HE, SL: Sek. I · G9

ST: Sek. I · G8

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Temperatur und Wärme unterscheiden

940978fa-1f2d-4e54-9c28-081a6df9b76f

S. 23

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

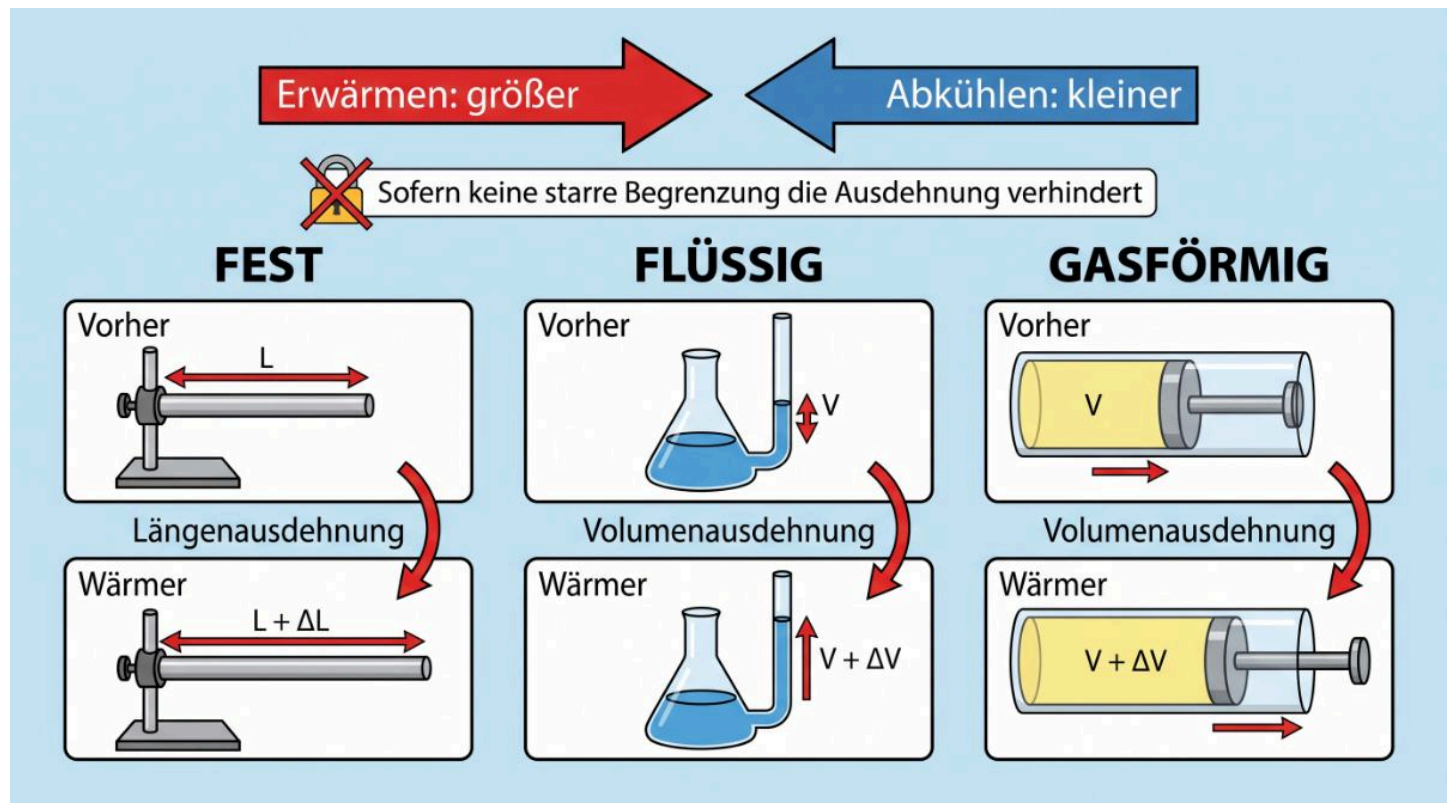
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Eine Temperatur fachgerecht messen ef2bb474-89e1-5deb-81c4-c6b05d174bbd](#)

Thermische Ausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe deuten

Lernziel-ID b60f63b6-e70b-5557-9f54-86d42fa80325

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I) > Temperaturmessung und thermische Ausdehnung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus vergleichenden Beobachtungen erklären, dass sich Länge oder Volumen fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe beim Erwärmen meist vergrößern und beim Abkühlen verkleinern, sofern eine Ausdehnung nicht durch starre Begrenzung verhindert wird, und Unterschiede qualitativ deuten.

Geltung

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, SL: Sek. I · G9

ST, TH: Sek. I · G8

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Temperatur und Wärme unterscheiden](#)

940978fa-1f2d-4e54-9c28-081a6df9b76f

S. 23

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

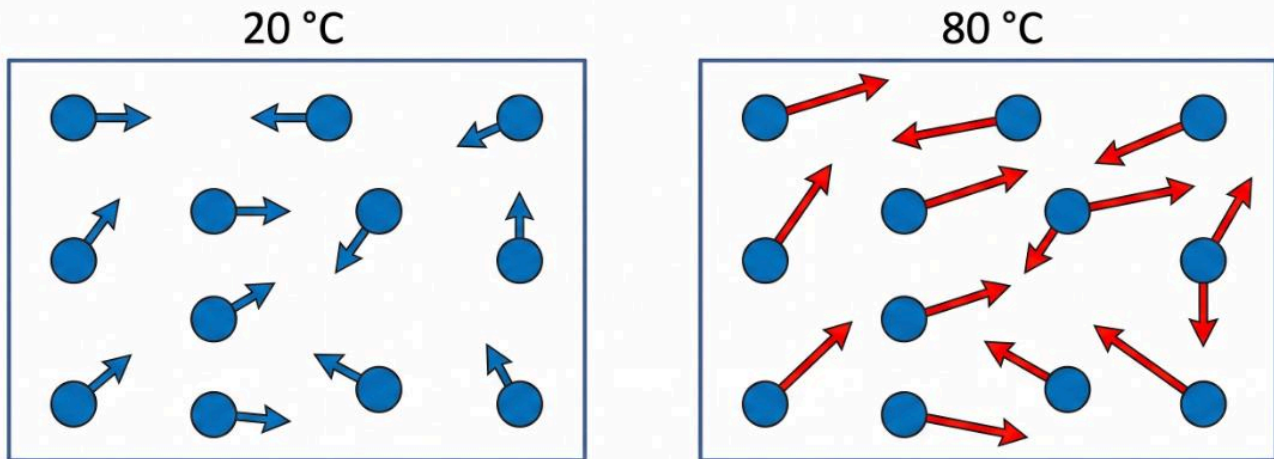
[Prüfungsaufgabe: Thermische Ausdehnung aus Beobachtungen deuten](#) 44ada28b-8635-5481-8d09-2d91686d352b

Teilchenmodell für Temperaturänderungen nutzen

Lernziel-ID 9ac4973a-21d5-48a5-90b4-eb90e10391ae

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)

Temperatur im Teilchenmodell



höhere Temperatur → größere mittlere kinetische Energie

Bei festem Volumen bleibt der mittlere Teilchenabstand ungefähr gleich.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann im einfachen Teilchenmodell Temperaturänderungen qualitativ mit Veränderungen der mittleren ungeordneten Teilchenbewegung erklären und das Modell auf einfache Wärmeübertragungsvorgänge innerhalb oder zwischen Stoffen anwenden.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Temperatur und Wärme unterscheiden

940978fa-1f2d-4e54-9c28-081a6df9b76f

S. 23

Wird direkt vorausgesetzt von

Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung unterscheiden

fbe0faae-7fba-482b-888e-341f926770f3

S. 28

Aggregatzustandsänderungen im Teilchenmodell deuten

873c6371-4ffb-582b-8d8d-3f45f968ba08

S. 31

Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären

3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85

S. 41

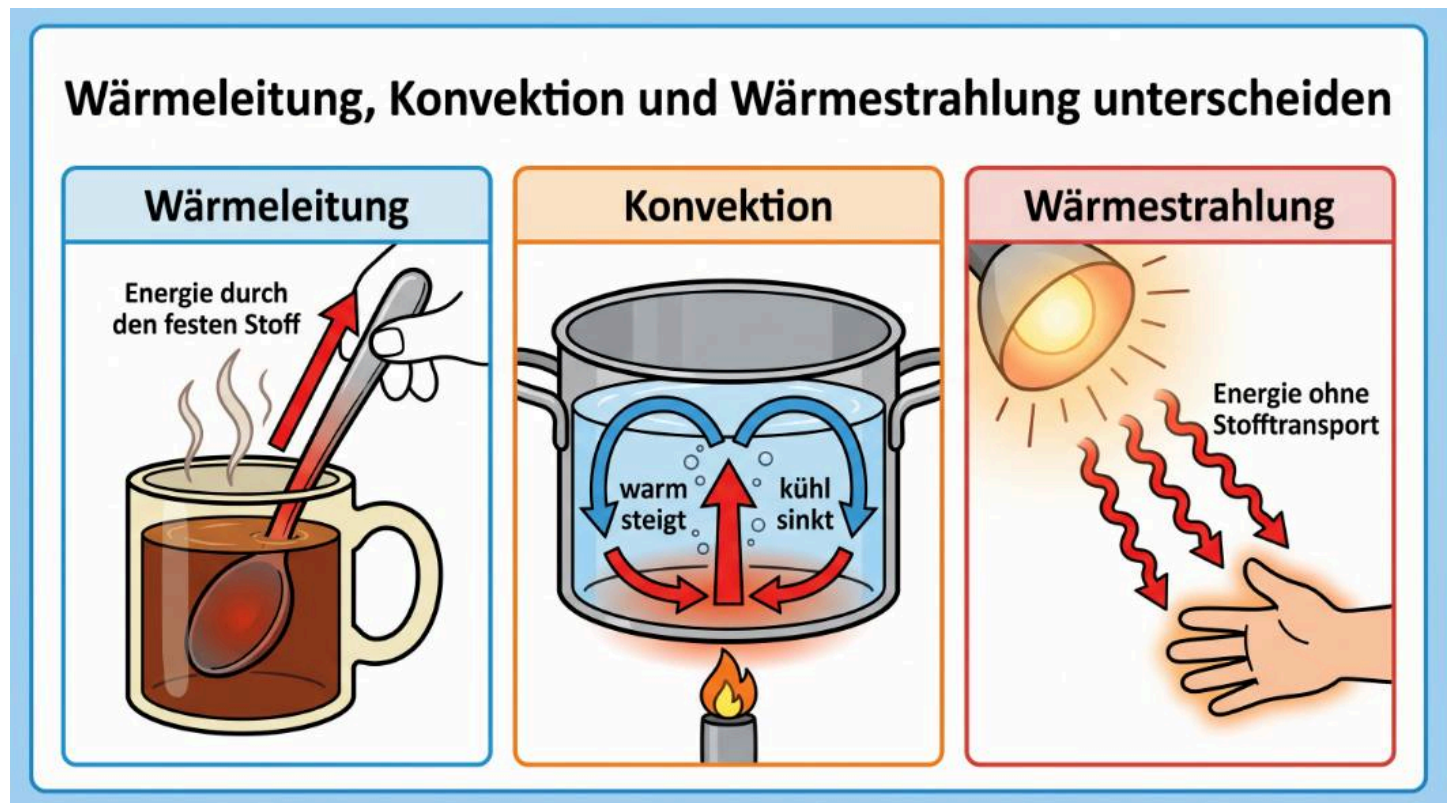
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397fffd166a](#)

Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung unterscheiden

Lernziel-ID fbe0faae-7fba-482b-888e-341f926770f3

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Wärmeleitung als Energieübertragung ohne makroskopischen Stofftransport, Konvektion als Übertragung durch strömende Flüssigkeiten oder Gase und Wärmestrahlung als elektromagnetische Übertragung auch ohne Materie unterscheiden und Alltagsbeispiele begründet zuordnen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Teilchenmodell für Temperaturänderungen nutzen](#)

9ac4973a-21d5-48a5-90b4-e090e10391ae

S. 27

Wird direkt vorausgesetzt von

[Treibhauseffekt mit Strahlungsbilanz beschreiben](#)

5a3716dd-ec67-5c48-ba3d-1a29f05ba2ce

S. 29

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

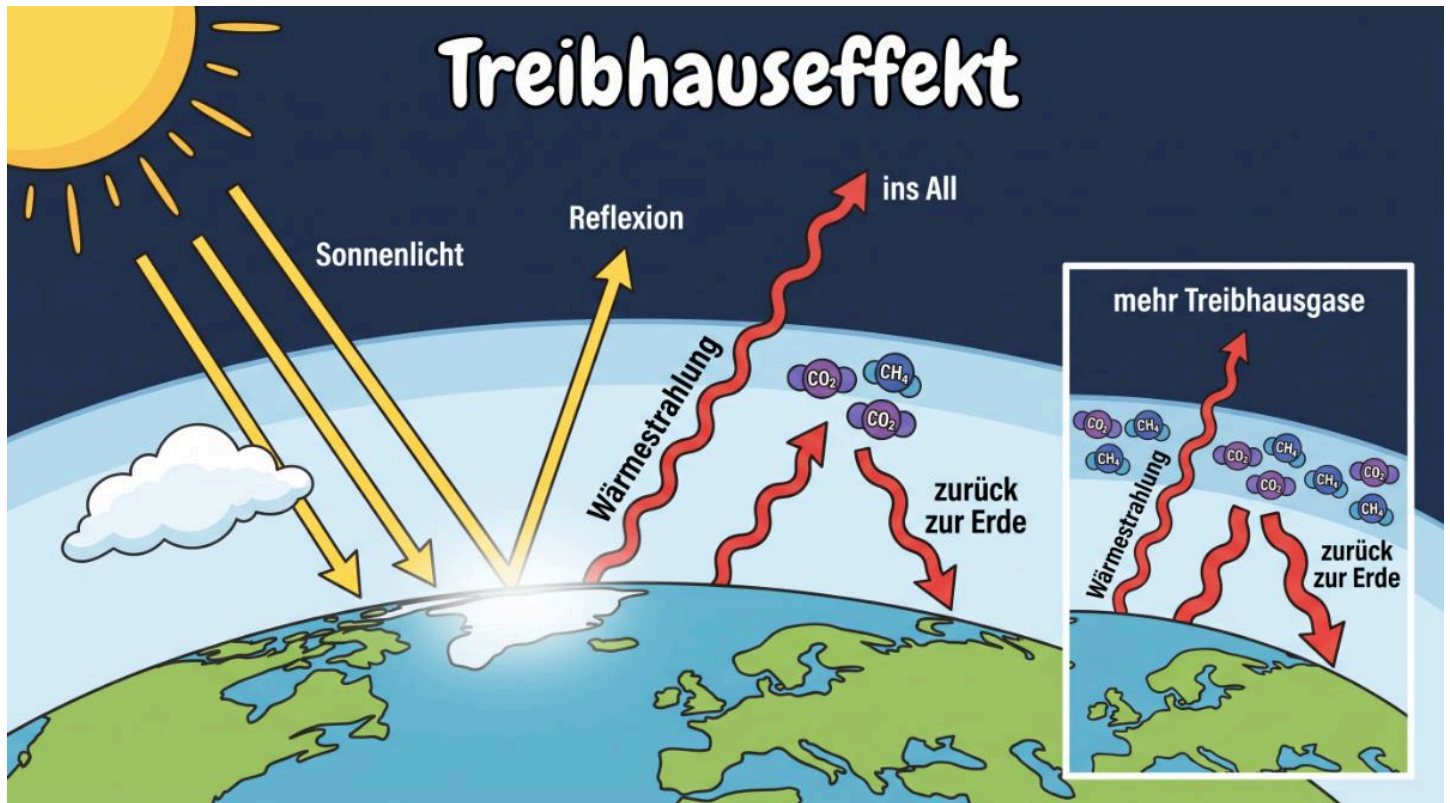
[Prüfungsaufgabe: Wärmeübertragung und Treibhauseffekt bilanzieren](#) 0b090935-1e43-581b-84ec-078741f8969e

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Treibhauseffekt mit Strahlungsbilanz beschreiben

Lernziel-ID 5a3716dd-ec67-5c48-ba3d-1a29f05ba2ce

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den natürlichen Treibhauseffekt mit der Absorption und Emission langwelliger Wärmestrahlung durch Treibhausgase in der Strahlungsbilanz erklären und den anthropogenen Anteil auf veränderte Treibhausgaskonzentrationen zurückführen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung unterscheiden

fbe0faae-7fba-482b-888e-341f926770f3

S. 28

Wird direkt vorausgesetzt von

Energieversorgung und Klimawirkungen fachlich bewerten

5be98160-5189-58aa-8183-1df1c400cc8c

S. 30

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

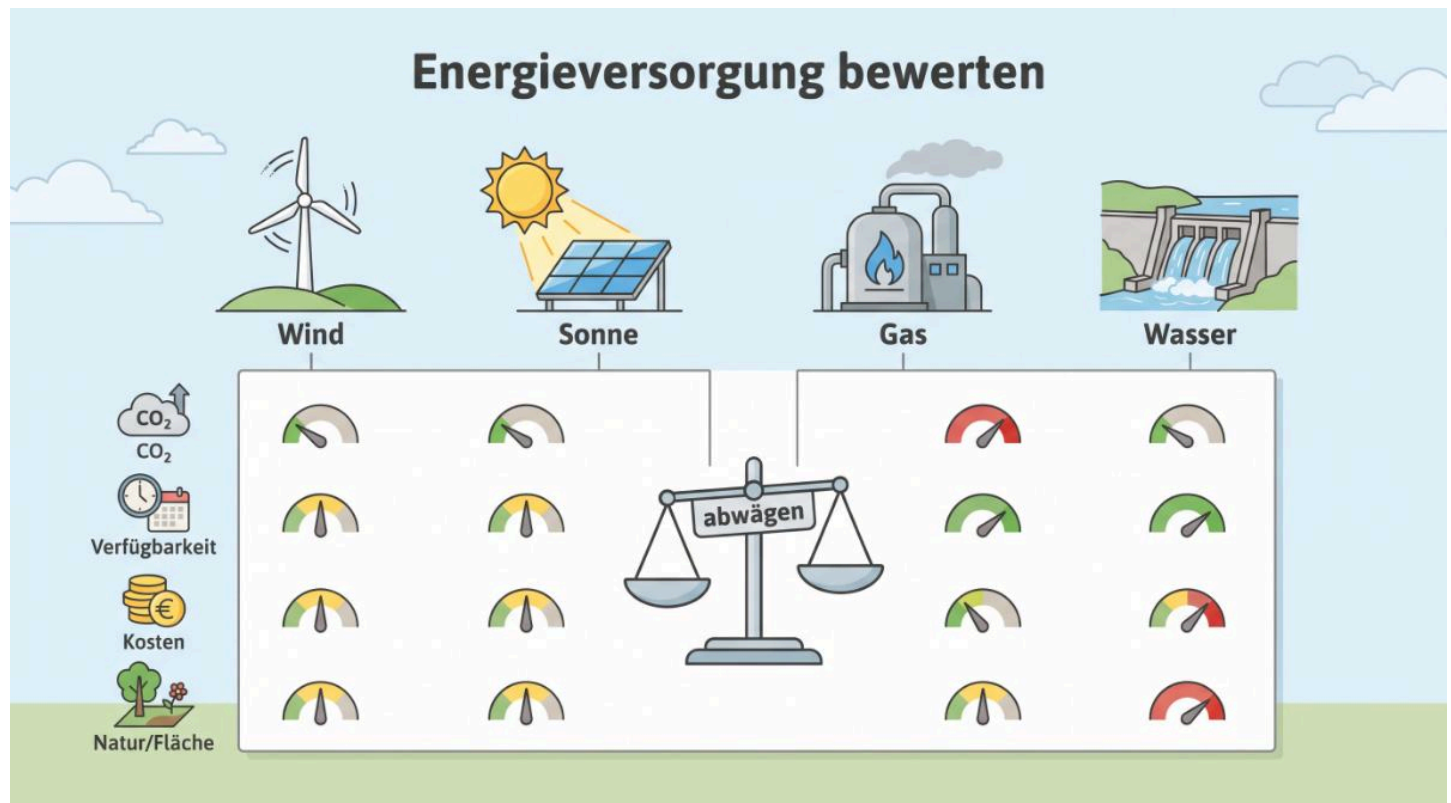
[Prüfungsaufgabe: Wärmeübertragung und Treibhauseffekt bilanzieren](#) 0b090935-1e43-581b-84ec-078741f8969e

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Energieversorgung und Klimawirkungen fachlich bewerten

Lernziel-ID 5be98160-5189-58aa-8183-1df1c400cc8c

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann verschiedene Arten der Energieversorgung anhand fachlich belastbarer Daten und offengelegter Kriterien unter physikalischen, ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten vergleichen, Klimawirkungen fachlich begründet einordnen und daraus ein abgewogenes Urteil formulieren.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieversorgung mit Energieübertragungsketten beschreiben

S. 12

Treibhauseffekt mit Strahlungsbilanz beschreiben

S. 29

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Eine kommunale Energieversorgung](#)

bewerten 7cb0e5a0-c4ef-5e24-82b6-d8f85ffded8d

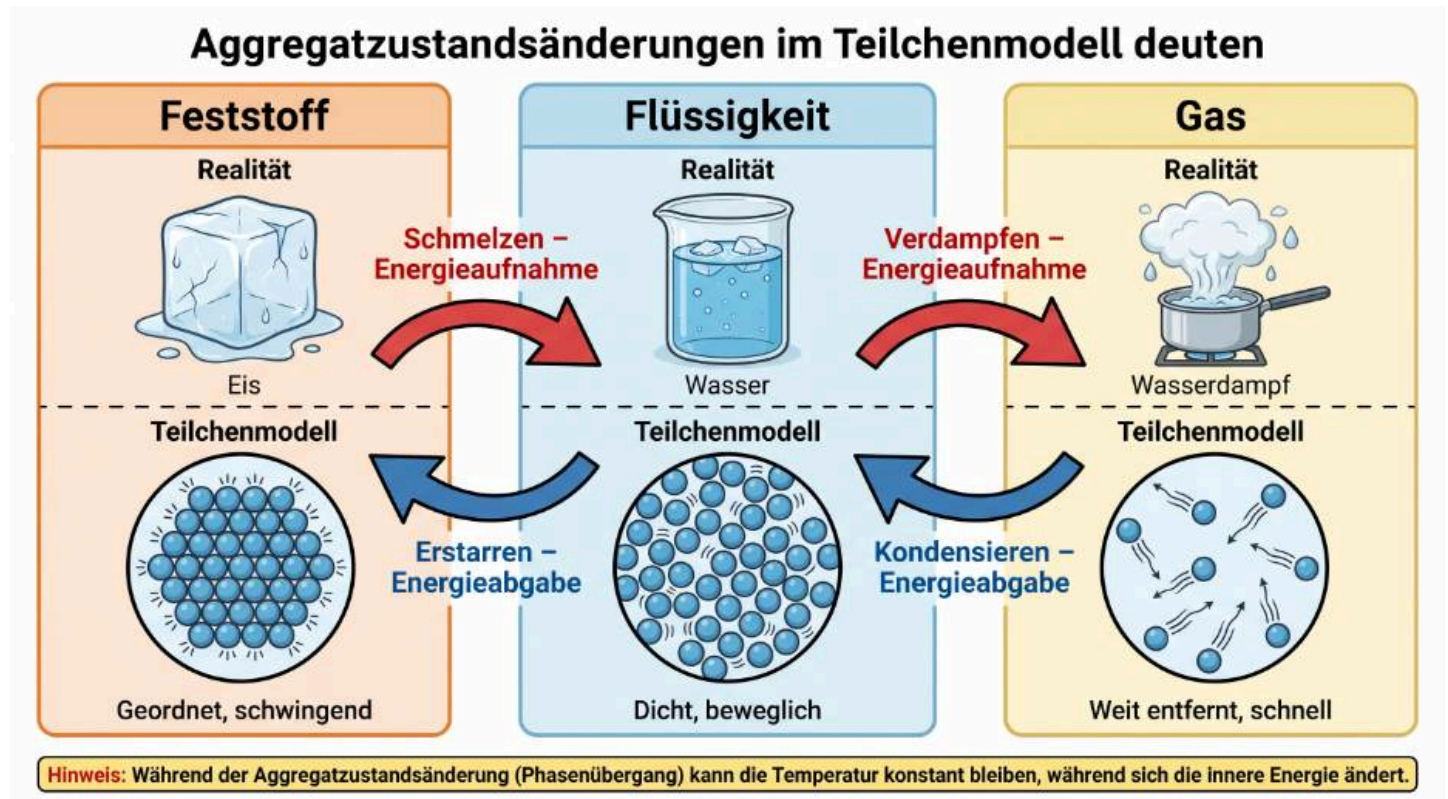
[Prüfungsaufgabe: Ein thermisches Energiesystem](#)

modellieren und bewerten 9fe4f83e-2065-53f5-8a35-ef4a3b76c17b

Aggregatzustandsänderungen im Teilchenmodell deuten

Lernziel-ID 873c6371-4ffb-582b-8d8d-3f45f968ba08

Physik > Sekundarstufe I > Wärmelehre und Teilchenmodell (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Schmelzen, Erstarren, Verdampfen und Kondensieren im Teilchenmodell als Energieaufnahme oder Energieabgabe deuten und dabei Modell- und Realitätsebene unterscheiden.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wärmeübertragung und Energiebilanzen qualitativ erklären
eeba6bf8-a2b9-4d7d-a1d6-67286c923cef

S. 24

Teilchenmodell für Temperaturänderungen nutzen
9ac4973a-21d5-48a5-90b4-eb90e10391ae

S. 27

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

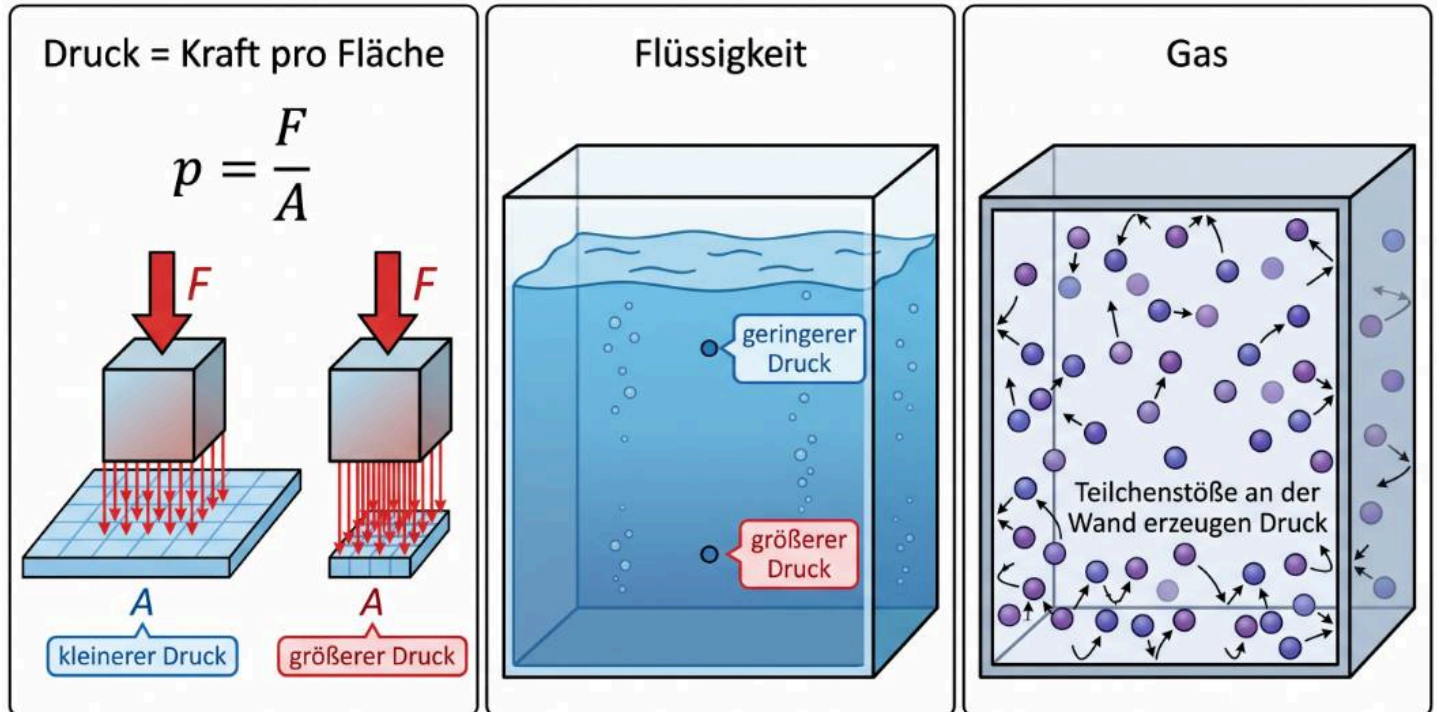
[Prüfungsaufgabe: Ein thermisches Energiesystem modellieren und bewerten 9fe4f83e-2065-53f5-8a35-ef4a3b76c17b](#)

Druck in Flüssigkeiten und Gasen qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 5308de76-79f0-44f4-8cb7-fc9de4772217

Physik > Sekundarstufe I > Druck und Auftrieb (Sek I)

Druck in Flüssigkeiten und Gasen qualitativ beschreiben



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Druck als Kraft pro Fläche qualitativ beschreiben und Beispiele für Druck in Flüssigkeiten und Gasen fachlich zuordnen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b

S. 6

Wird direkt vorausgesetzt von

Druck-Temperatur-Zusammenhang bei konstantem Volumen qualitativ erklären

310b4f62-e261-46be-bb1b-1f125fc1699a

S. 33

Auftrieb mit dem archimedischen Prinzip erklären

e11b2ee9-e528-4857-9ecd-59bd460fba81

S. 34

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

Druck-Temperatur-Zusammenhang bei konstantem Volumen qualitativ erklären

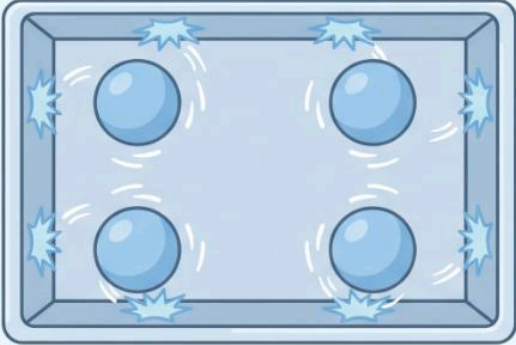
Lernziel-ID 310b4f62-e261-46be-bb1b-1f125fc1699a

Physik > Sekundarstufe I > Druck und Auftrieb (Sek I)

Druck-Temperatur-Zusammenhänge qualitativ erklären

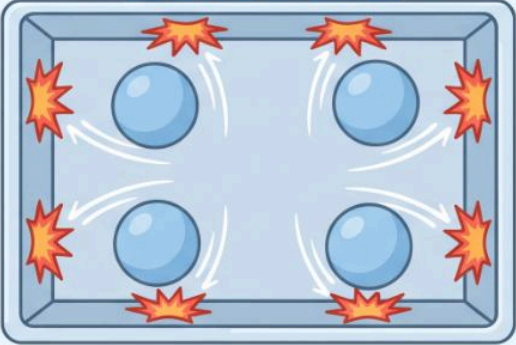
20 °C

kleinerer Druck



60 °C

größerer Druck



Regel:

- gleiches Volumen
- Teilchen bewegen sich schneller
- Stöße an die Wand werden häufiger/stärker
- Druck steigt

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine eingeschlossene Gasmenge bei konstantem Volumen mithilfe des Teilchenmodells qualitativ erklären, warum der Druck bei steigender Temperatur zunimmt und bei sinkender Temperatur abnimmt.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Temperatur und Wärme unterscheiden
940978fa-1f2d-4e54-9c28-081a6df9b76f

S. 23

Druck in Flüssigkeiten und Gasen qualitativ beschreiben
5308de76-79f0-44f4-8cb7-fc9de4772217

S. 32

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

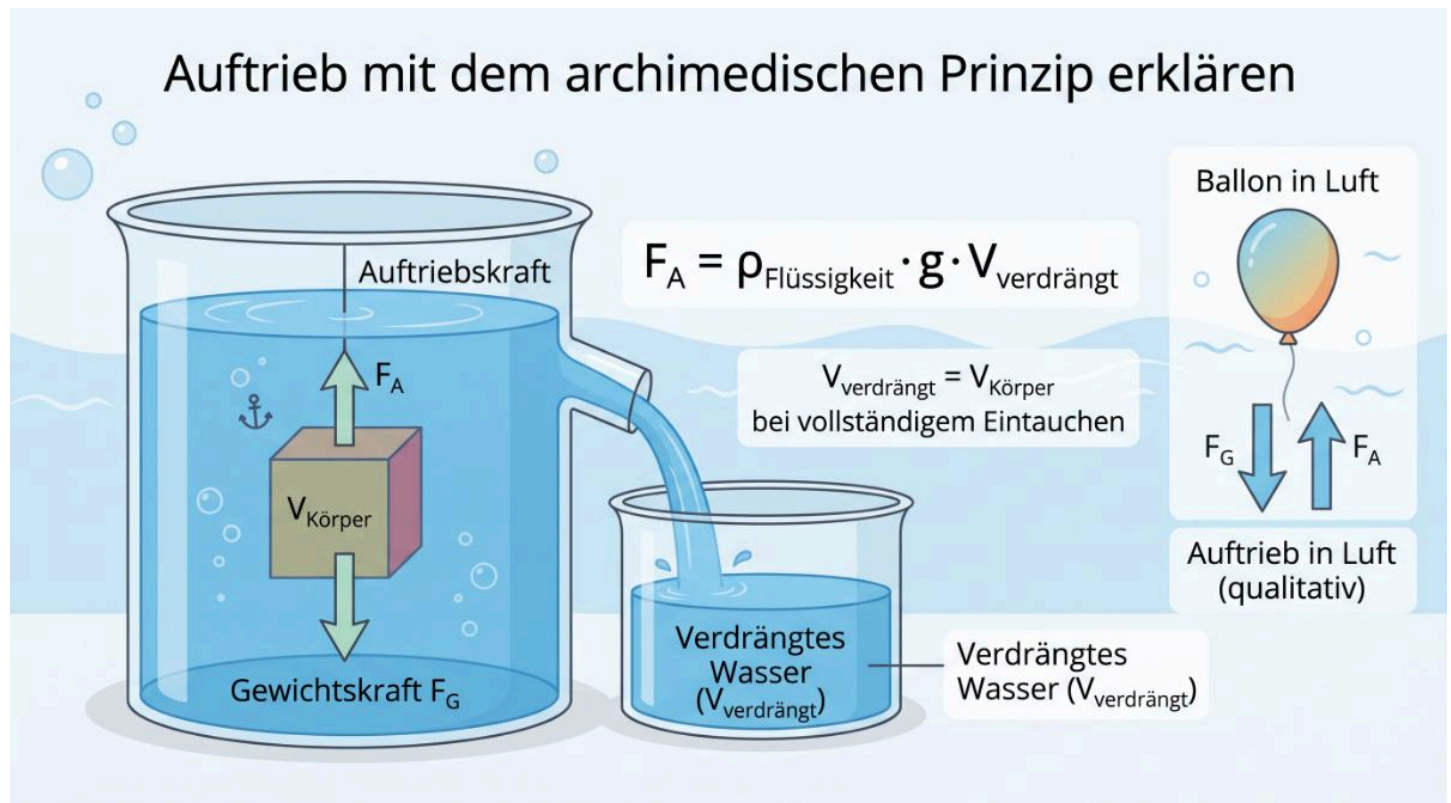
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Ein thermisches Energiesystem modellieren und bewerten](#) 9fe4f83e-2065-53f5-8a35-ef4a3b76c17b

Auftrieb mit dem archimedischen Prinzip erklären

Lernziel-ID e11b2ee9-e528-4857-9ecd-59bd460fba81

Physik > Sekundarstufe I > Druck und Auftrieb (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Auftrieb in Wasser und Luft mithilfe des archimedischen Prinzips qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Volumen unregelmäßiger Körper durch Flüssigkeitsverdrängung bestimmen

S. 3

Dichte aus Masse und Volumen bestimmen und deuten

S. 4

Druck in Flüssigkeiten und Gasen qualitativ beschreiben

S. 32

Wird direkt vorausgesetzt von

Auftrieb an Tragflächen und Luftwiderstand qualitativ einordnen

S. 35

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

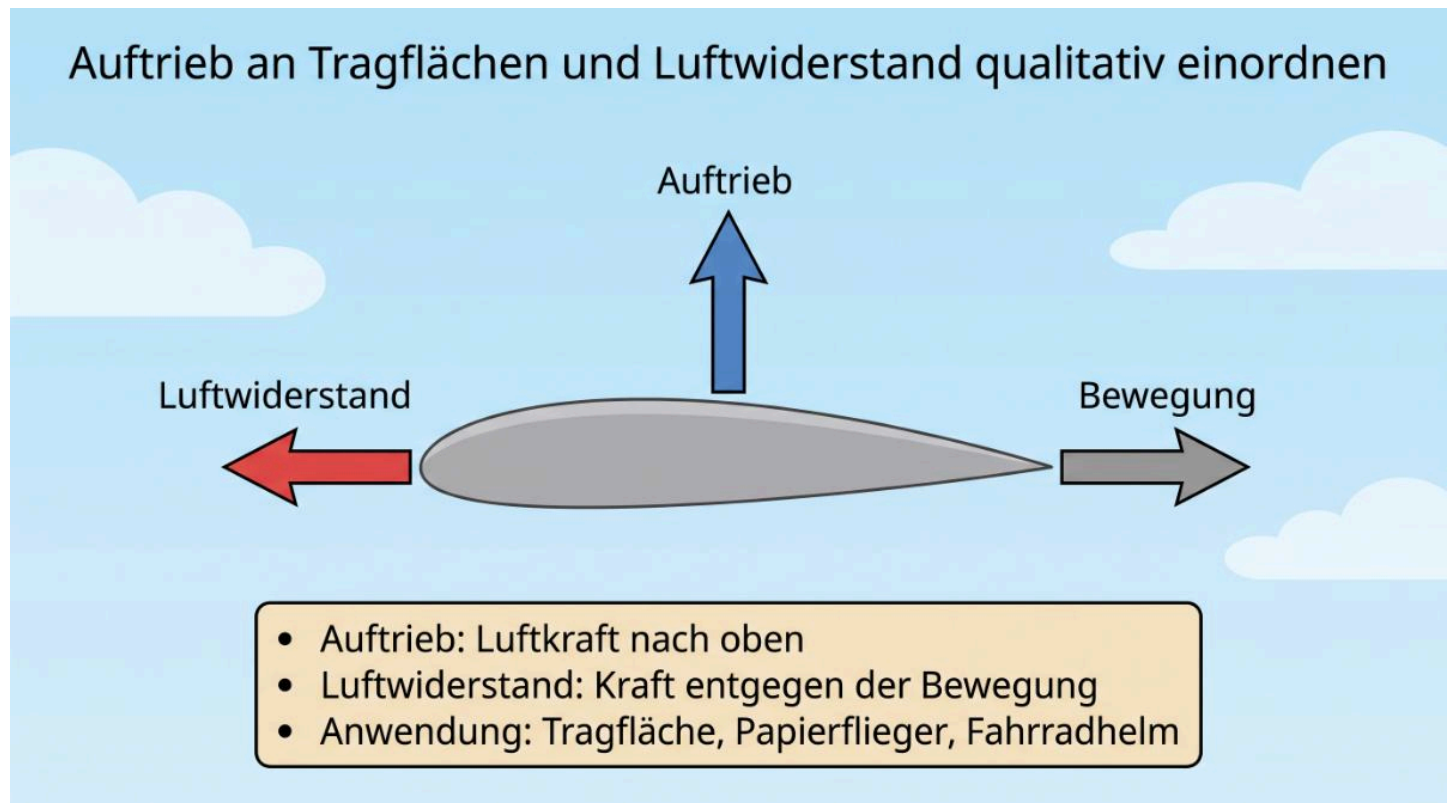
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Auftrieb in Wasser und Luft erklären](#) e1d3c599-6964-5094-83ee-7fb1ecd161ce

Auftrieb an Tragflächen und Luftwiderstand qualitativ einordnen

Lernziel-ID 24b4686a-e8a6-4583-8952-33e6f653c2a3

Physik > Sekundarstufe I > Druck und Auftrieb (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Auftrieb an Tragflächen und Luftwiderstand qualitativ beschreiben und in einfachen Anwendungssituationen einordnen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Auftrieb mit dem archimedischen Prinzip erklären

e11b2ee9-e528-4857-9ecd-59bd460fba81

S. 34

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

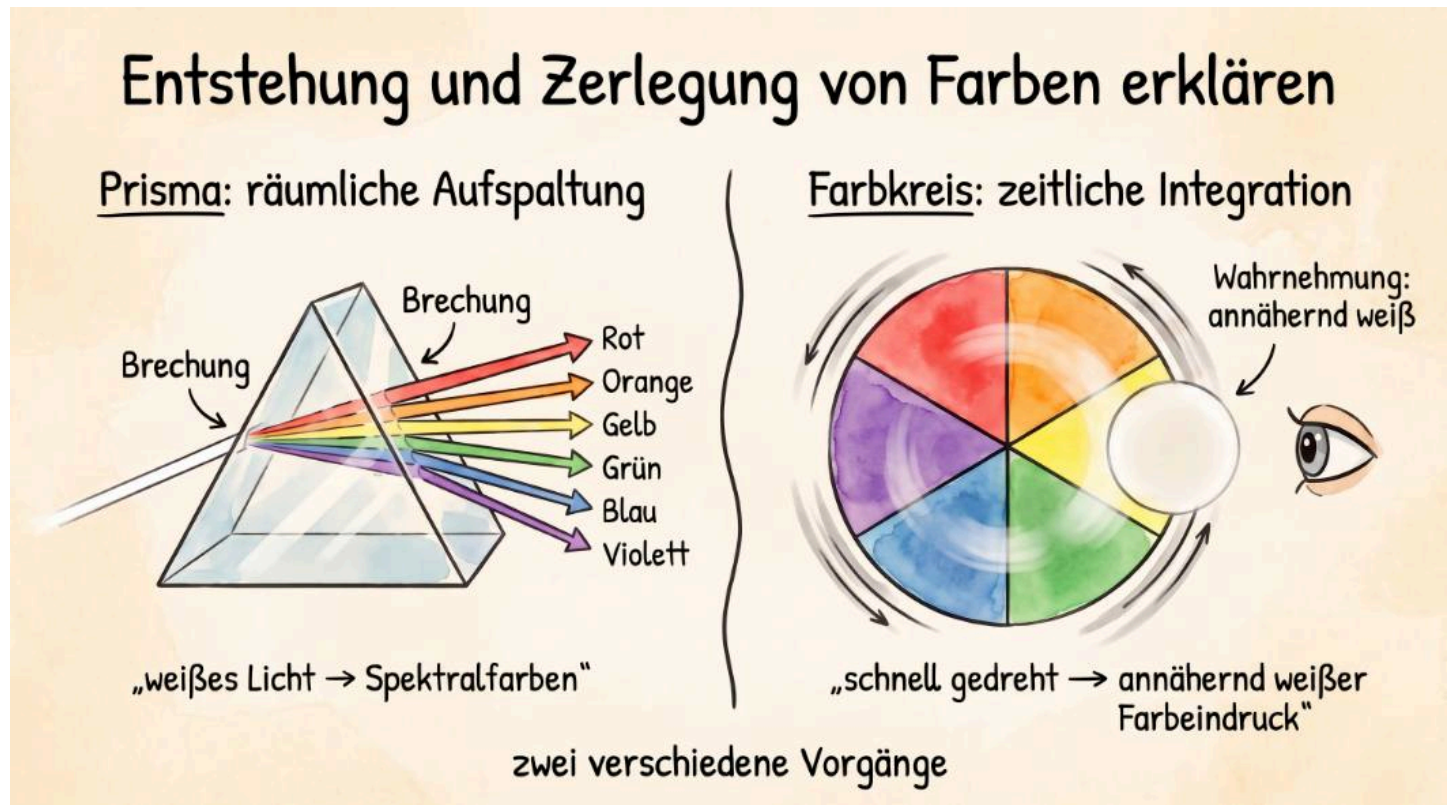
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Auftrieb und Luftwiderstand im Windkanal einordnen](#) 846a82e3-44aa-5d0f-8b6f-8a067d057d14

Entstehung und Zerlegung von Farben erklären

Lernziel-ID a4681378-ade4-4f20-bf77-fb020469510f

Physik > Sekundarstufe I > Farben und Farbmischung (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Unterschied zwischen der räumlichen Aufspaltung weißen Lichts in Spektralfarben durch unterschiedlich starke Brechung im Prisma und der zeitlichen Integration rasch wechselnder Farbeindrücke zu einem annähernd weißen Gesamteindruck bei einem schnell rotierenden Farbkreis erklären.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Licht, Schatten und geradlinige Ausbreitung beschreiben

dd7cdcea-0950-461b-96ac-ce49989fca47

S. 16

Wird direkt vorausgesetzt von

Additive und subtraktive Farbmischung unterscheiden

cdab9fd1-5054-4a7e-8c9a-4474062ddd23

S. 37

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Farben und Lichtwechselwirkungen in einer Ausstellung erklären 2c195204-2e21-5369-8782-7bf4fc41bf9f](#) [Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

Additive und subtraktive Farbmischung unterscheiden

Lernziel-ID cdab9fd1-5054-4a7e-8c9a-4474062ddd23

Physik > Sekundarstufe I > Farben und Farbmischung (Sek I)

Additive und subtraktive Farbmischung unterscheiden

additiv: Licht	subtraktiv: Filter/Farbe
 +  =  Rot + Grün = Gelb	 +  =  Cyan + Magenta = Blau
 +  =  Grün + Blau = Cyan	 +  =  Magenta + Gelb = Rot
 +  =  Blau + Rot = Magenta	 +  =  Gelb + Cyan = Grün
 +  +  =  Rot + Grün + Blau = Weiß	 +  +  =  Cyan + Magenta + Gelb = Schwarz
additiv: mehr Licht -> heller	subtraktiv: mehr Filter/Farbe -> dunkler

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann additive Farbmischung durch Überlagerung von Licht und subtraktive Farbmischung durch selektive Absorption von Licht unterscheiden und beide an einfachen Beispielen anwenden.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entstehung und Zerlegung von Farben erklären a4681378-ade4-4f20-bf77-f0920469510f	S. 36
---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Einfache Farbwahrnehmung beschreiben 1c8dd14c-0fbf-44a5-85a3-25c8e3bd0075	S. 38	Farben in technischen Anwendungen erklären cc9eea77-2a7f-4f35-ac22-6c230c0d6fa5	S. 39	Farbsehen und additive Farbmischung deuten 39ef1e6a-9203-5192-8c76-8e0c3322646f	S. 333
---	-------	---	-------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Farben und Lichtwechselwirkungen in einer Ausstellung erklären 2c195204-2e21-5369-8782-7bf4fc41bf9f](#) [Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

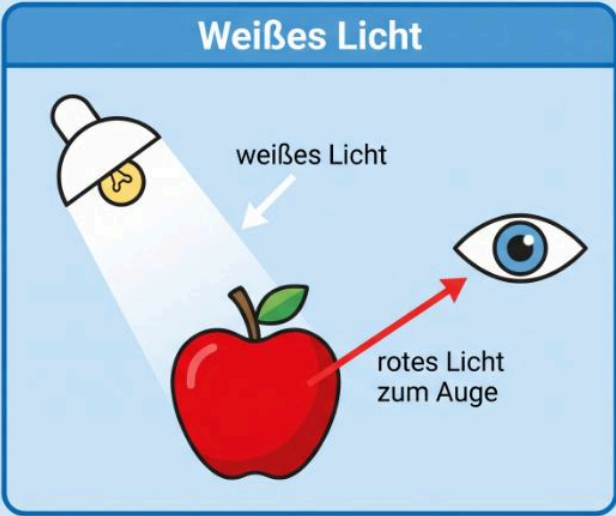
Einfache Farbwahrnehmung beschreiben

Lernziel-ID 1c8dd14c-0fbf-44a5-85a3-25c8e3bd0075

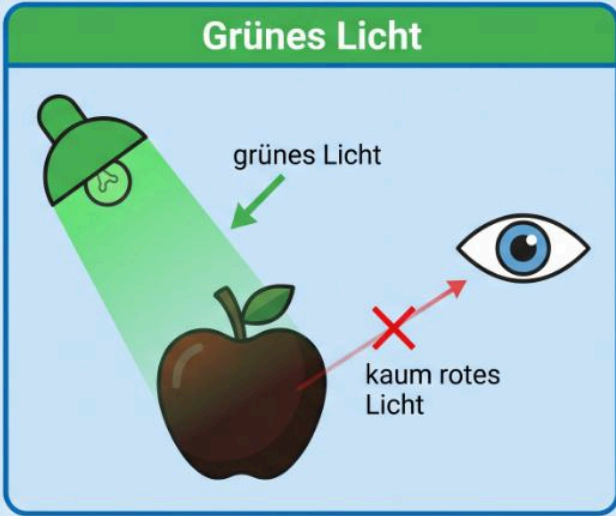
Physik > Sekundarstufe I > Farben und Farbmischung (Sek I)

Einfache Farbwahrnehmung beschreiben

Weißes Licht



Grünes Licht





REGEL: Farbeindruck hängt ab von Lichtquelle, Oberfläche und Auge

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Alltagserfahrungen zur Farbwahrnehmung fachlich beschreiben, indem sie erläutert, wie Beleuchtung und Oberfläche das ins Auge gelangende Licht und damit den Farbeindruck bestimmen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Additive und subtraktive Farbmischung unterscheiden

cdab9fd1-5054-4a7e-8c9a-4474062ddd23

S. 37

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

[Prüfungsaufgabe: Bildschirm-, Druck- und Körperfarben erklären bb7c5191-3c35-5ba6-85e0-795c7a049744](#)

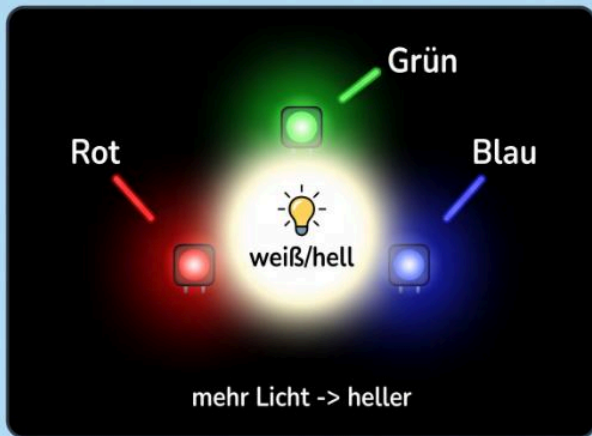
Farben in technischen Anwendungen erklären

Lernziel-ID cc9eea77-2a7f-4f35-ac22-6c230c0d6fa5

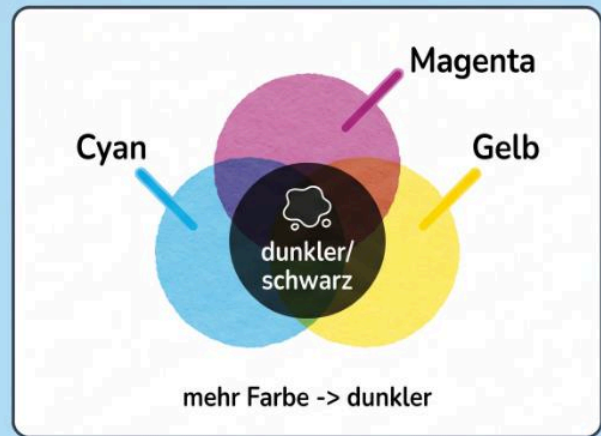
Physik > Sekundarstufe I > Farben und Farbmischung (Sek I)

Farben in technischen Anwendungen erklären

Bildschirm: additive Farbmischung



Drucker: subtraktive Farbmischung



RGB für Bildschirme

CMY(K) für Druck



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann fachlich erklären, wie Farben auf Bildschirmen durch additive und im Farbdruk durch subtraktive Farbmischung entstehen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Additive und subtraktive Farbmischung unterscheiden

S. 37

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

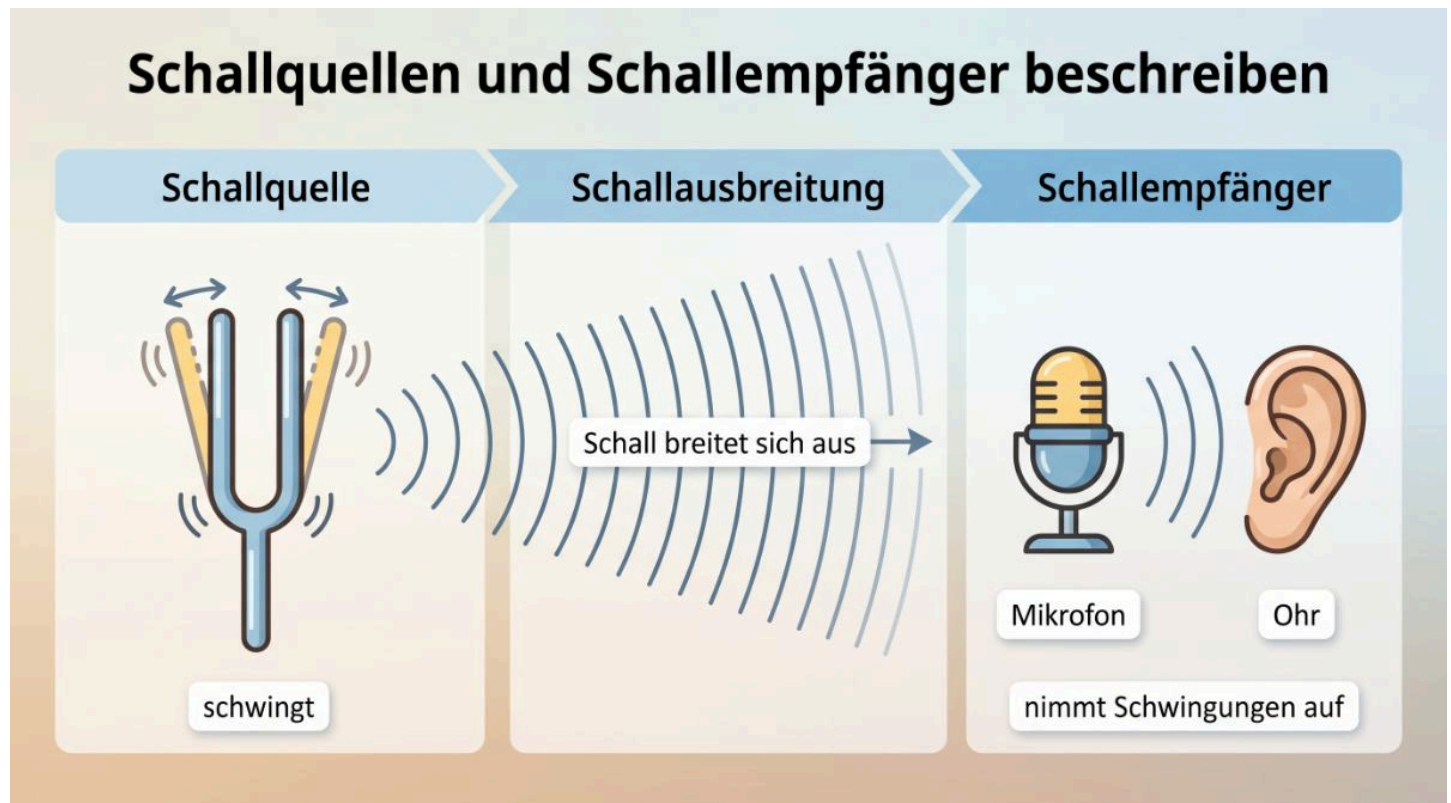
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

[Prüfungsaufgabe: Bildschirm-, Druck- und Körperfarben erklären bb7c5191-3c35-5ba6-85e0-795c7a049744](#)

Schallquellen und Schallempfänger beschreiben

Lernziel-ID c1006f55-0406-48cc-92d4-0d8345897cf4

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Schallquellen und Schallempfänger an Beispielen nach ihrer Funktion unterscheiden und erklären, wie eine schwingende Quelle Schall erzeugt und ankommender Schall am Empfänger eine mechanische Reaktion oder ein weiterverarbeitbares Signal hervorruft.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

[Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären](#)
3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85

S. 41

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073239d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

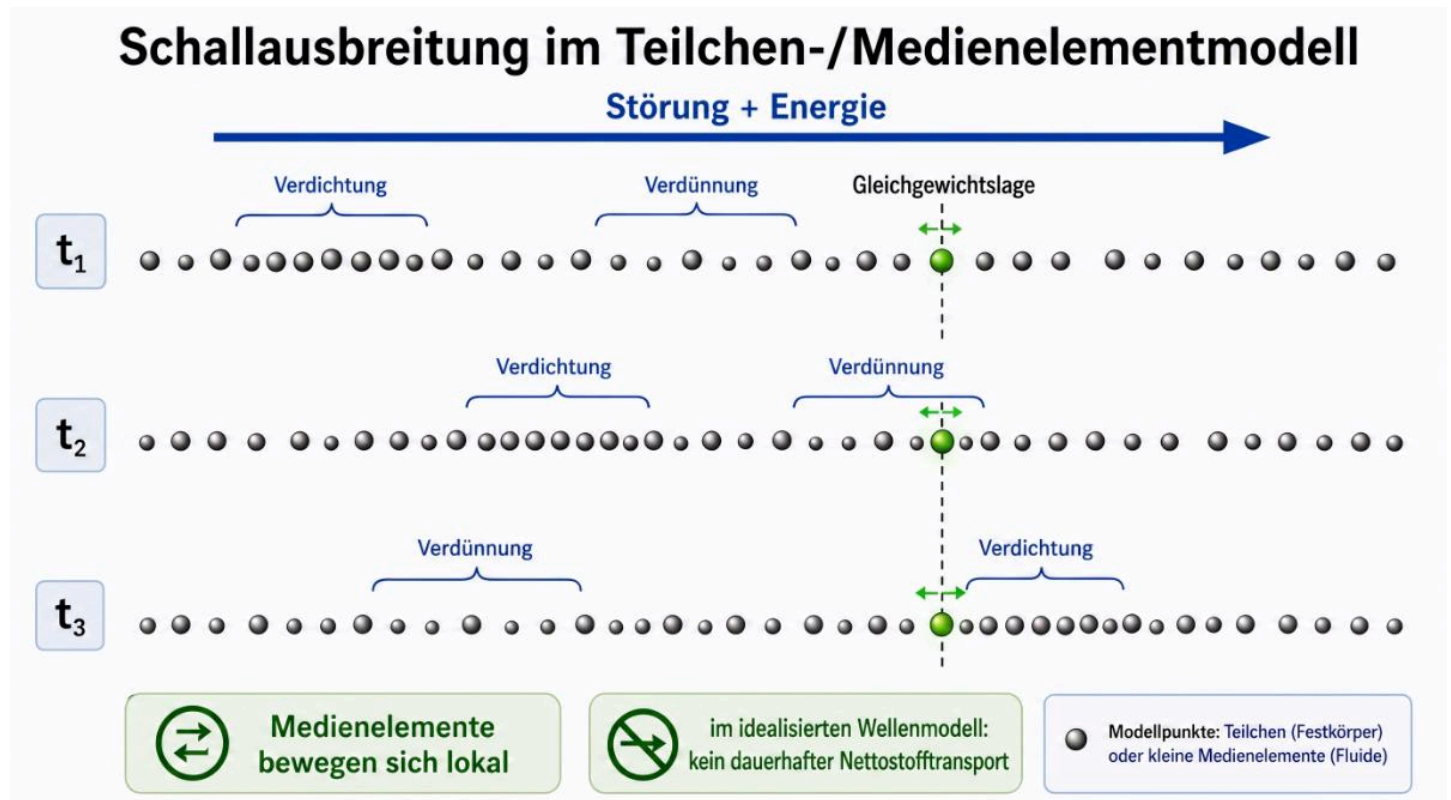
[Prüfungsaufgabe: Schall bei einer Schulveranstaltung untersuchen](#) 00e2ddfe-18c1-57a4-86ad-ee467a1a3d61

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären

Lernziel-ID 3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek. I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Schallausbreitung im Teilchen- beziehungsweise Medienelementmodell als Weitergabe einer lokalen Druck- oder Verformungsstörung und von Energie erklären, die Bewegung von Teilchen beziehungsweise kleinen Medienelementen um einen Gleichgewichtszustand deuten und begründen, warum im betrachteten idealisierten Wellenmodell kein dauerhafter Nettostofftransport mit dem Schall durch das Medium erfolgt.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Teilchenmodell für Temperaturänderungen nutzen 9ac4973a-21d5-48a5-90b4-eb90e10391ae	S. 27	Schallquellen und Schallempfänger beschreiben c1006f55-0406-48cc-92d4-0d8345897cf4	S. 40
---	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Schallgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien vergleichen und begründen a24c41ce-68c5-56a7-8235-ef9a7dba7042	S. 42	Tonhöhe, Lautstärke und Geräusche unterscheiden 10aad90e-a1db-42b6-8d1e-1d856e14b47d	S. 43	Hörvorgang im Ohr qualitativ erklären 2a6ad2c6-3e1b-57a9-82a1-e6620a532f5c	S. 44	Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8	S. 134
Erzeugung und Ausbreitung harmonischer mechanischer Wellen erklären bf559969-a05c-58b5-82c5-3d719d96555d	S. 135						

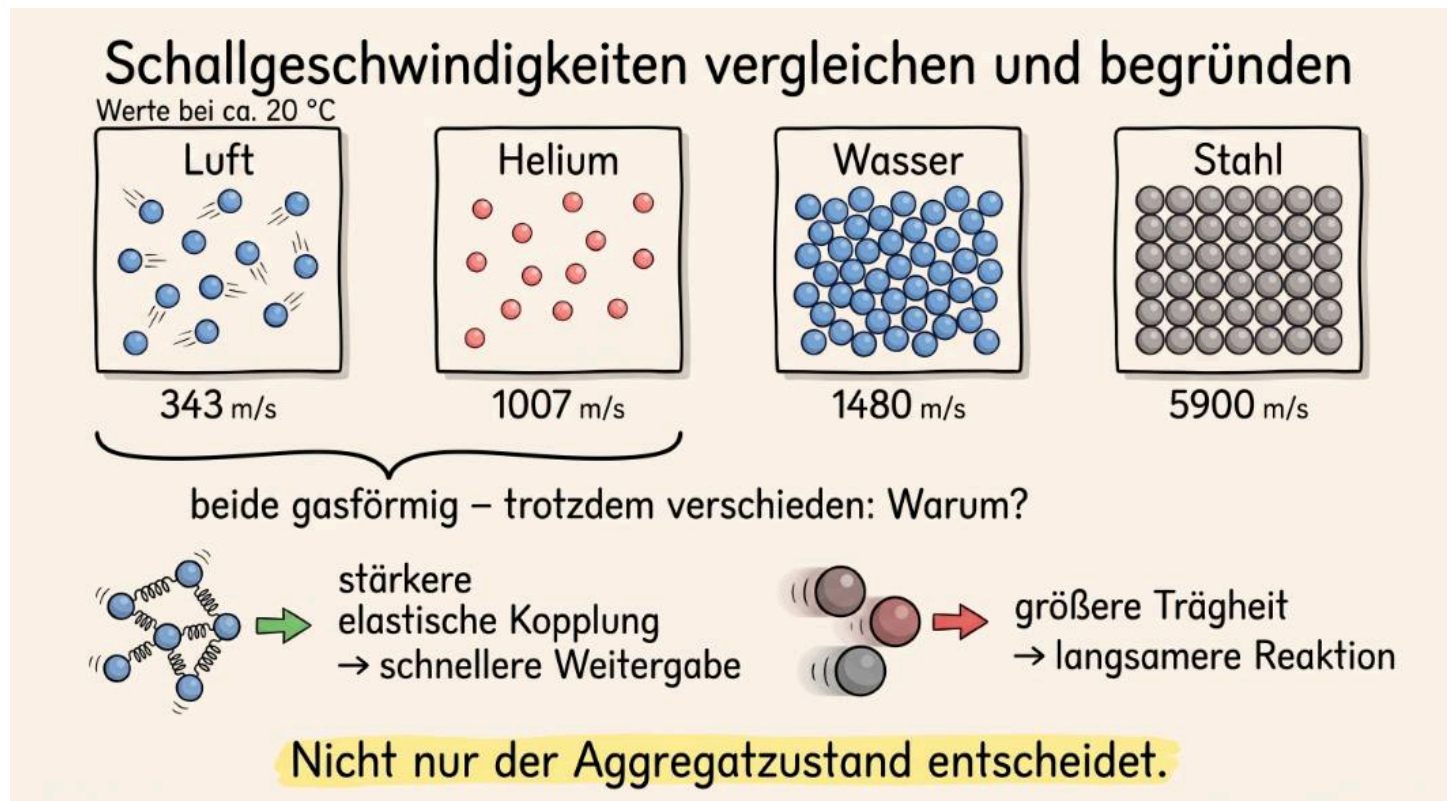
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Schallgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien vergleichen und begründen

Lernziel-ID a24c41ce-68c5-56a7-8235-ef9a7dba7042

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Schallgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien anhand von Daten vergleichen, Unterschiede mit elastischer Kopplung und Trägheit im Teilchenmodell begründen und eine vorschnelle Rangfolge allein nach Aggregatzuständen prüfen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären](#)

S. 41

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Schall bei einer Schulveranstaltung untersuchen](#) 00e2ddfe-38c1-57a4-86ad-ee467a1a3d61

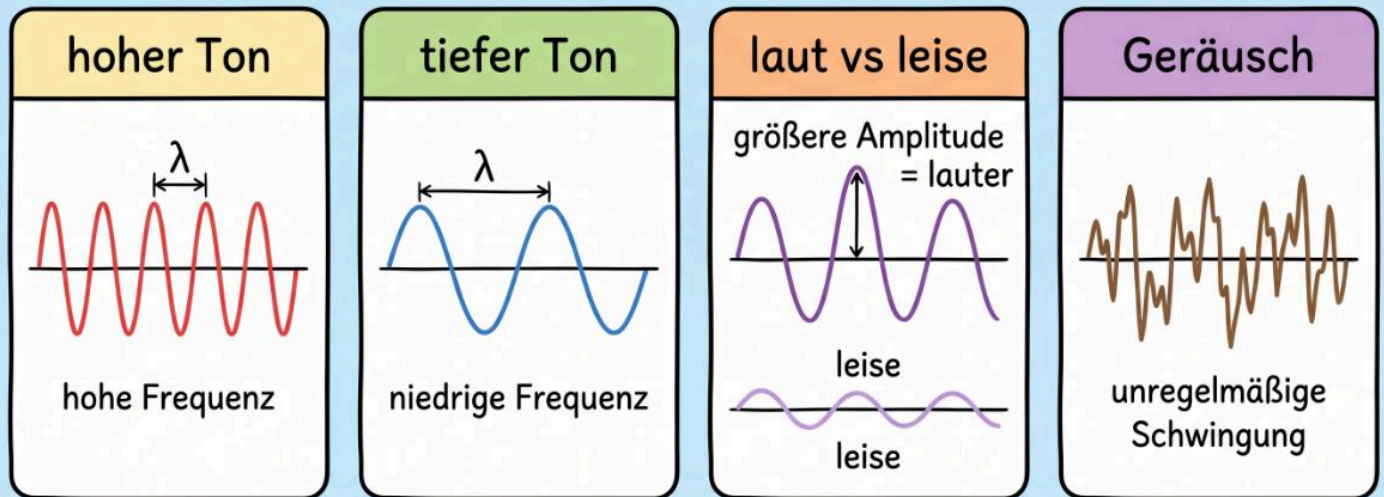
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Tonhöhe, Lautstärke und Geräusche unterscheiden

Lernziel-ID 10aad90e-a1db-42b6-8d1e-1d856e14b47d

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek I)

Tonhöhe, Lautstärke und Geräusche unterscheiden



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Töne von Geräuschen anhand einfacher Schwingungsdarstellungen unterscheiden sowie Tonhöhe und Lautstärke als verschiedene Merkmale beschreiben und mit Frequenz beziehungsweise – unter vergleichbaren Bedingungen – Amplitude in Beziehung setzen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären S. 41
3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85

Wird direkt vorausgesetzt von

Lärmbelastung des Gehörs beurteilen S. 45
da0837c7-95a7-5a6a-81db-f33cb7f42d85

Schallphänomene an Musikinstrumenten beschreiben S. 46
e62e48bc-2387-4b2b-8d6f-7a06c8e7580e

Schalldruckpegel und Hoerrisiken quantitativ beurteilen S. 311
8ac61062-f63e-5935-96ae-84014906c368

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

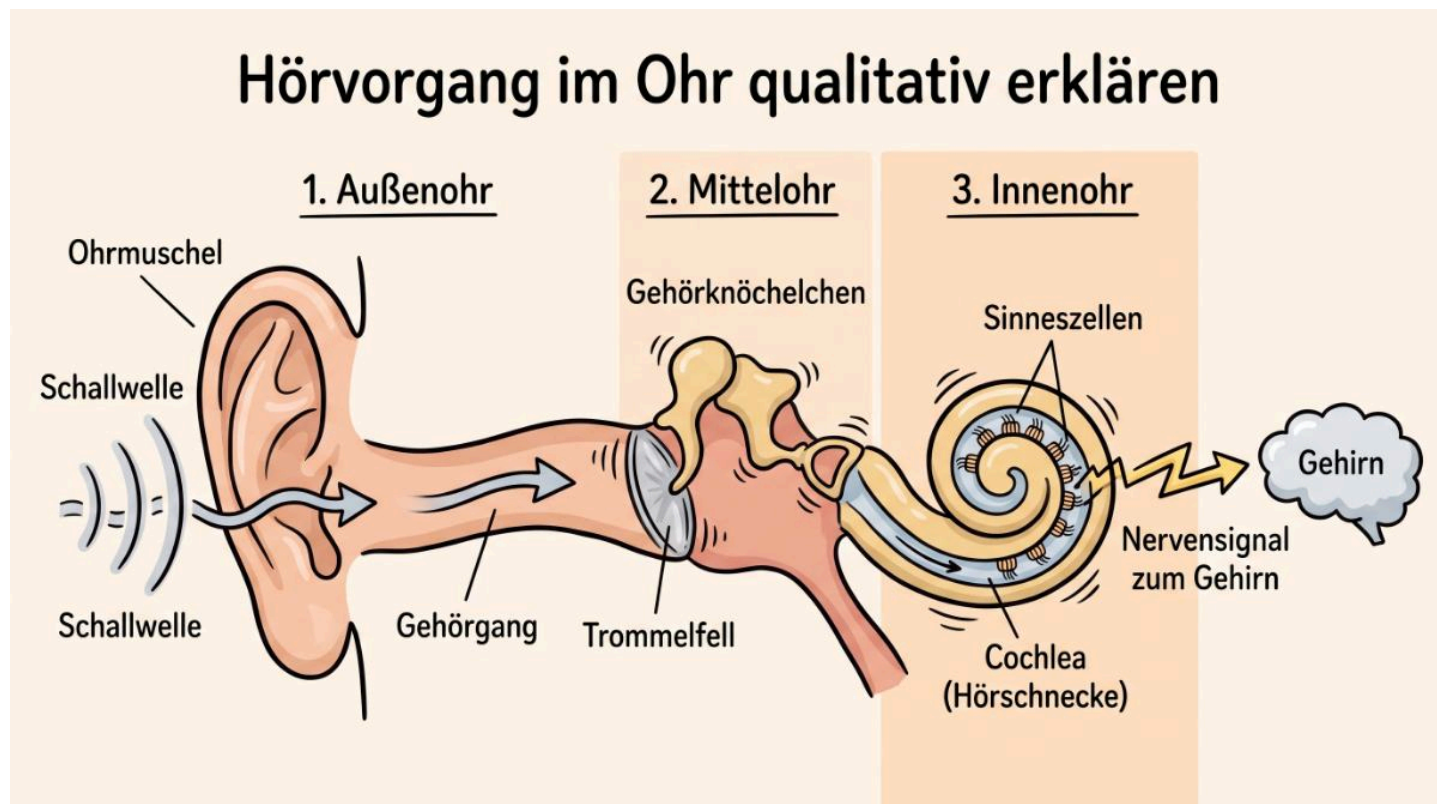
[Prüfungsaufgabe: Schall bei einer Schulveranstaltung untersuchen 00e2ddf6-18c1-57a4-86ad-ee467a1a3d61](#)

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

Hörvorgang im Ohr qualitativ erklären

Lernziel-ID 2a6ad2c6-3e1b-57a9-82a1-e6620a532f5c

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek. I) > Hören, Ohr und Lärmbelastung einordnen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann qualitativ erklären, wie das Außenohr Schall zum Trommelfell leitet, Trommelfell und Gehörknöchelchen die mechanische Schwingung auf das Innenohr übertragen und Sinneszellen in der Cochlea die mechanische Anregung in Nervensignale umwandeln.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären

3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85

S. 41

Wird direkt vorausgesetzt von

Lärmbelastung des Gehörs beurteilen

da0837c7-95a7-5a6a-81db-f33cb7f42d85

S. 45

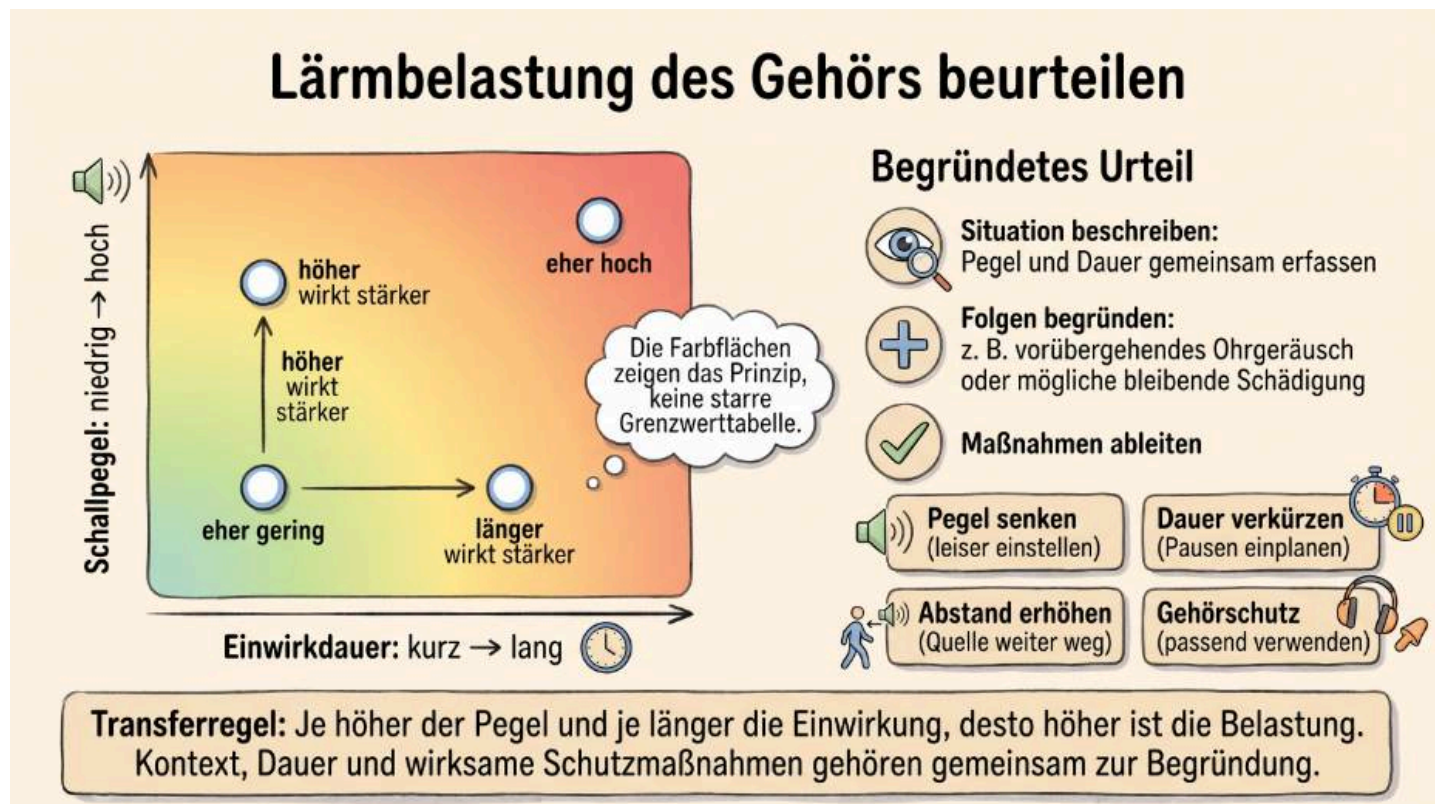
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Schall bei einer Schulveranstaltung untersuchen 00e2ddfe-18c1-57a4-86ad-ee467a1a3d61](#)

Lärmbelastung des Gehörs beurteilen

Lernziel-ID da0837c7-95a7-5a6a-81db-f33cb7f42d85

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek I) > Hören, Ohr und Lärmbelastung einordnen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in konkreten Lärmsituationen die Gefährdung des Gehörs aus dem Zusammenwirken von Schallpegel und Einwirkdauer beurteilen sowie die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen und mögliche Folgen begründen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Tonhöhe, Lautstärke und Geräusche unterscheiden 10aad90e-a1db-42b6-8d1e-1d856e14b47d	S. 43	Hörvorgang im Ohr qualitativ erklären 2a6ad2c6-3e1b-57a9-82a1-e6620a532f5c	S. 44
--	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Schalldruckpegel und Hoerrisiken quantitativ beurteilen 8ac61062-f63e-5935-96ae-84014906c368	S. 311
--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

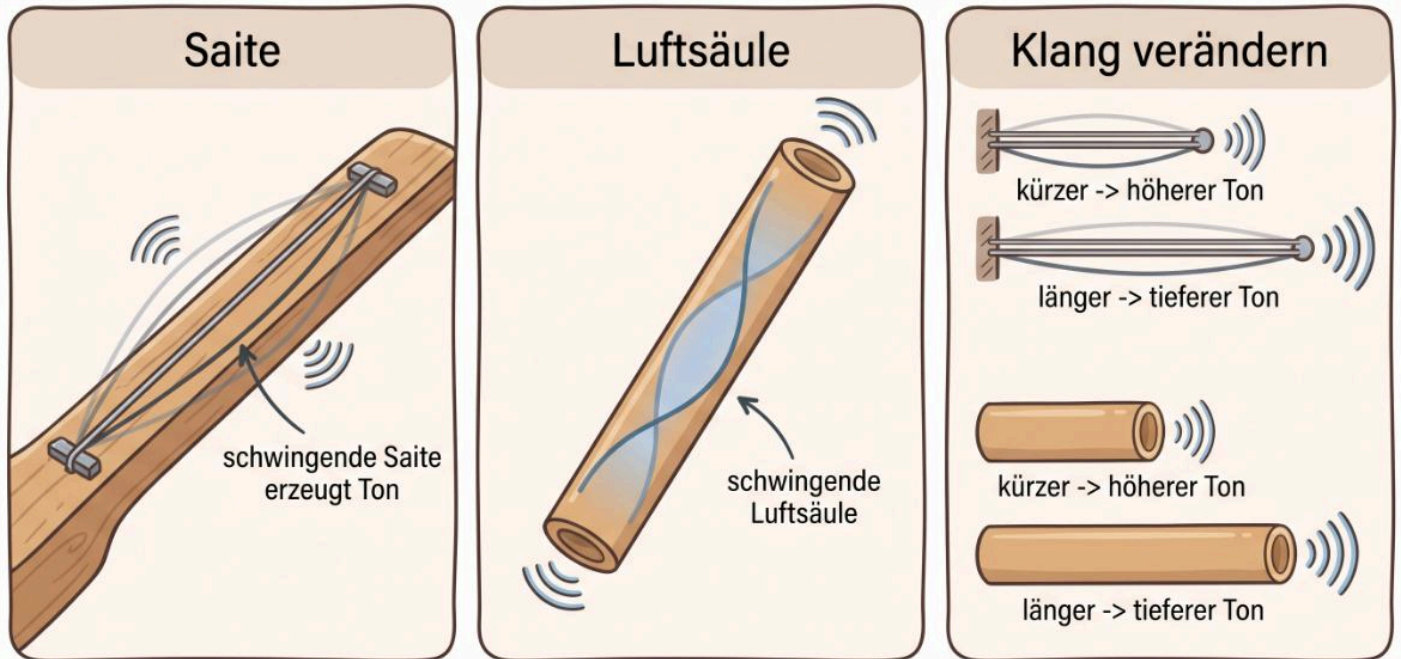
[Prüfungsaufgabe: Schall bei einer Schulveranstaltung untersuchen 00e2ddfe-18c1-57a4-86ad-ee467a1a3d61](#)

Schallphänomene an Musikinstrumenten beschreiben

Lernziel-ID e62e48bc-2387-4b2b-8d6f-7a06c8e7580e

Physik > Sekundarstufe I > Akustische Grundlagen (Sek I)

Schallphänomene an Musikinstrumenten beschreiben



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einfachen Bauprinzipien von Musikinstrumenten erklären, wie schwingende Saiten, Membranen oder Luftsäulen Schall erzeugen und wie Änderungen am schwingenden System, an der Anregung oder an einem Resonanzkörper Tonhöhe, Lautstärke oder Klangfarbe beeinflussen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HE, NI, SL: Sek. I · G9

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Tonhöhe, Lautstärke und Geräusche unterscheiden

10aad90e-a1db-42b6-8d1e-1d856e14b47d

S. 43

Wird direkt vorausgesetzt von

Frequenzspektren von Tönen und Klängen analysieren

f06c581a-7157-584e-a692-99bcd613cff9

S. 204

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

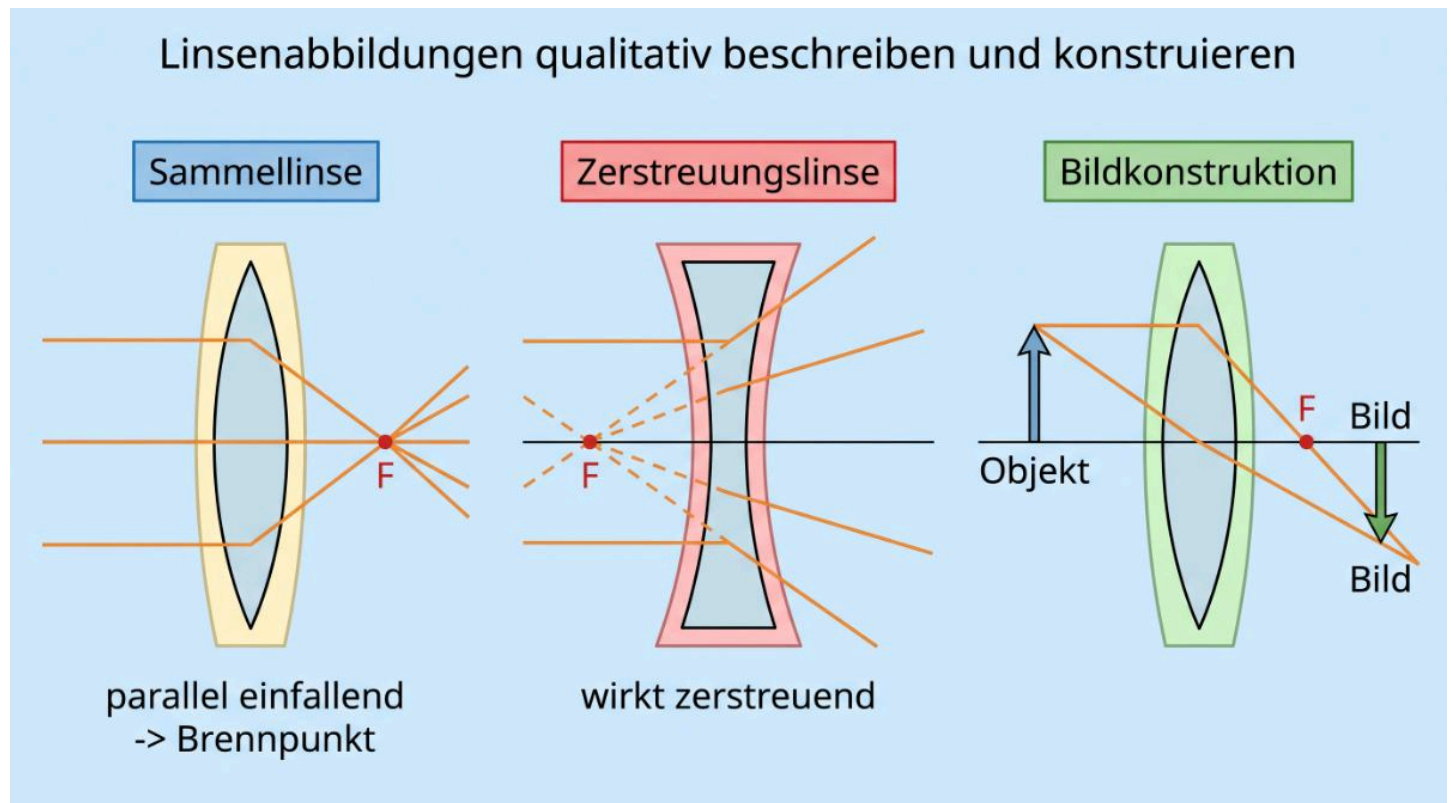
[Prüfungsaufgabe: Klanggestaltung an einer Gitarre untersuchen](#) 0acb10a3-c5e2-5a76-8907-3dfe1b57e767

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Linsenabbildungen qualitativ beschreiben und konstruieren

Lernziel-ID 078ce4d2-3193-4cd0-ae59-4fb8ab16e9e5

Physik > Sekundarstufe I > Optische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann im vereinfachten Strahlenmodell die Wirkung von Konvex- und Konkavlinen mit Hilfe von Brennpunkten und Brennweite beschreiben, einfache Bildkonstruktionen durchführen und daraus Bildlage, Bildorientierung, Bildgröße und die reelle oder virtuelle Bildart qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen

79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

S. 17

Wird direkt vorausgesetzt von

Sehvorgang und Fehlsichtigkeiten qualitativ erklären

90e1e6cf-4092-41d6-81f7-5206f9d68f84

S. 48

Linsenauge mit geometrischer Optik modellieren

84ddb244-e560-592f-9d43-e84c801fe5b4

S. 310

Optische Risiken und Lasersicherheit beurteilen

71b51afd-c71b-506f-8128-d6de36b509d1

S. 337

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

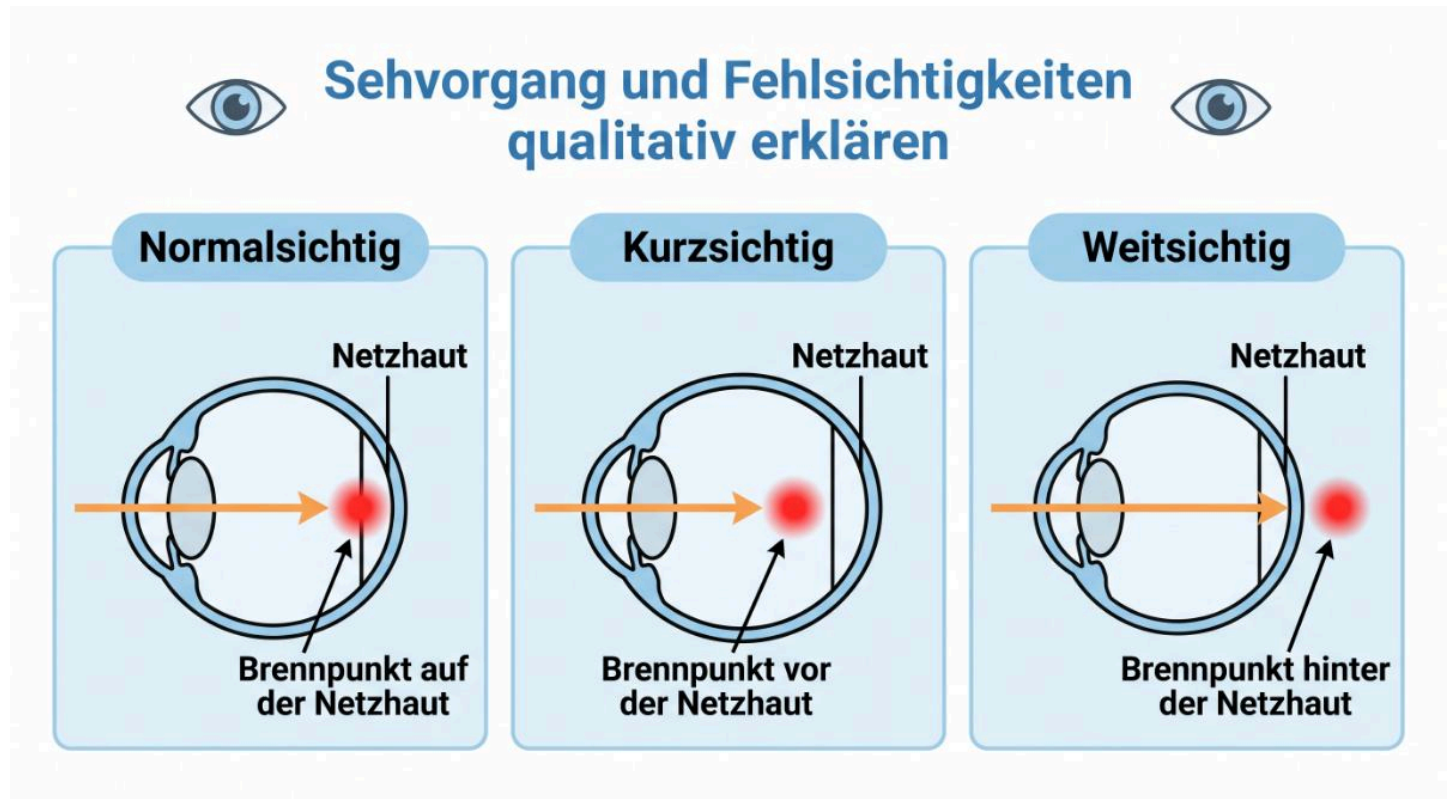
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Brechung und Linsen mit dem Strahlenmodell untersuchen](#) 44985d9f-7b49-52e4-86ec-eddc7b70429f

Sehvorgang und Fehlsichtigkeiten qualitativ erklären

Lernziel-ID 90e1e6cf-4092-41d6-81f7-5206f9d68f84

Physik > Sekundarstufe I > Optische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit einem qualitativen Linsenmodell erklären, wie im Auge ein scharfes Bild auf der Netzhaut entsteht und wie eine unpassende Brechkraft oder Augenlänge bei Kurz- und Weitsichtigkeit die Bildlage relativ zur Netzhaut verändert.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Linsenabbildungen qualitativ beschreiben und konstruieren

078ce4d2-3193-4cd0-ae59-4fb8ab16e9e5

S. 47

Wird direkt vorausgesetzt von

Einfache optische Instrumente beschreiben

6367d45e-919e-4c19-bcd9-7770a2d51139

S. 49

Linsenauge mit geometrischer Optik modellieren

84ddb244-e560-592f-9d43-e84c801fe5b4

S. 310

Optische Risiken und Lasersicherheit beurteilen

71b51afd-c71b-506f-8128-d6de36b509d1

S. 337

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Lochkamera und Auge vergleichen 35dd0a33-e5d5-53b9-8438-3d339173db1b](#)

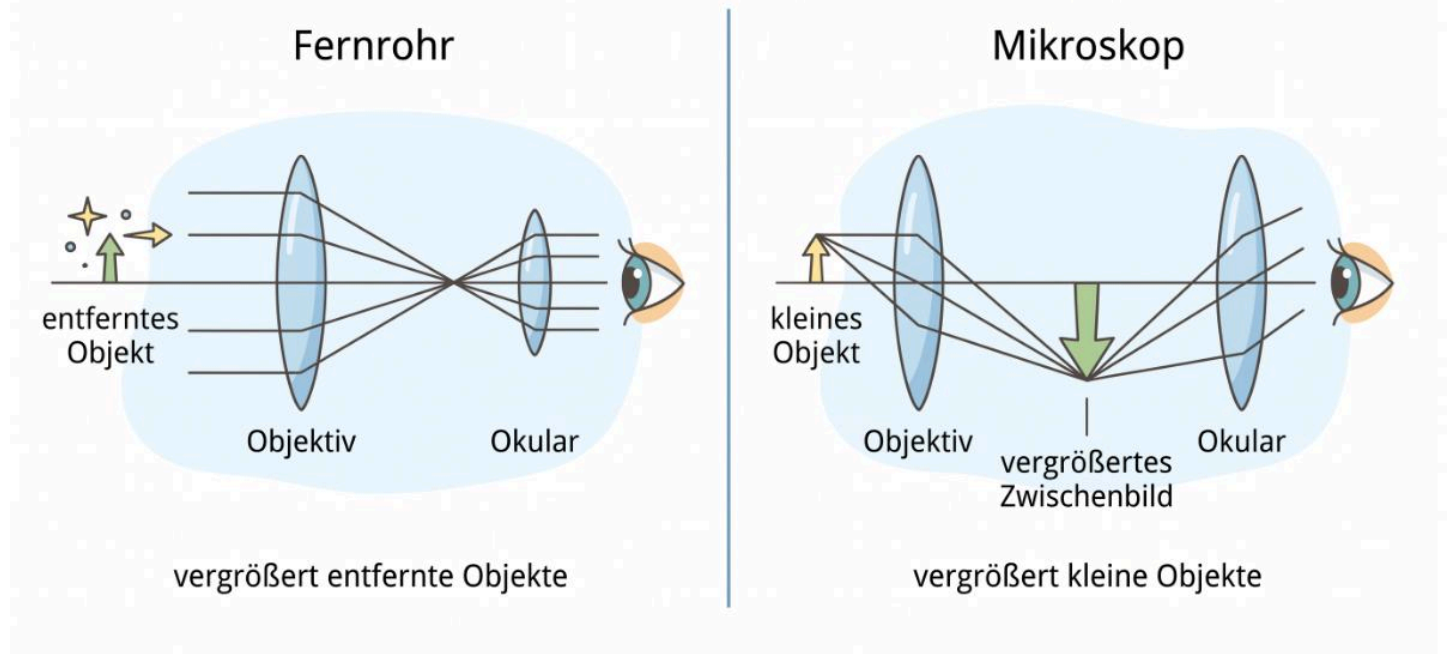
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

Einfache optische Instrumente beschreiben

Lernziel-ID 6367d45e-919e-4c19-bcd9-7770a2d51139

Physik > Sekundarstufe I > Optische Grundlagen (Sek I)

Einfache optische Instrumente beschreiben



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einem einfachen Fernrohr oder Mikroskop den Strahlenverlauf durch Objektiv und Okular im jeweiligen Modell deuten und erklären, wie der Aufbau die Beobachtung ermöglicht.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Sehvorgang und Fehlsichtigkeiten qualitativ erklären

90e1e6cf-4092-41d6-81f7-5206f9d68f84

S. 48

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

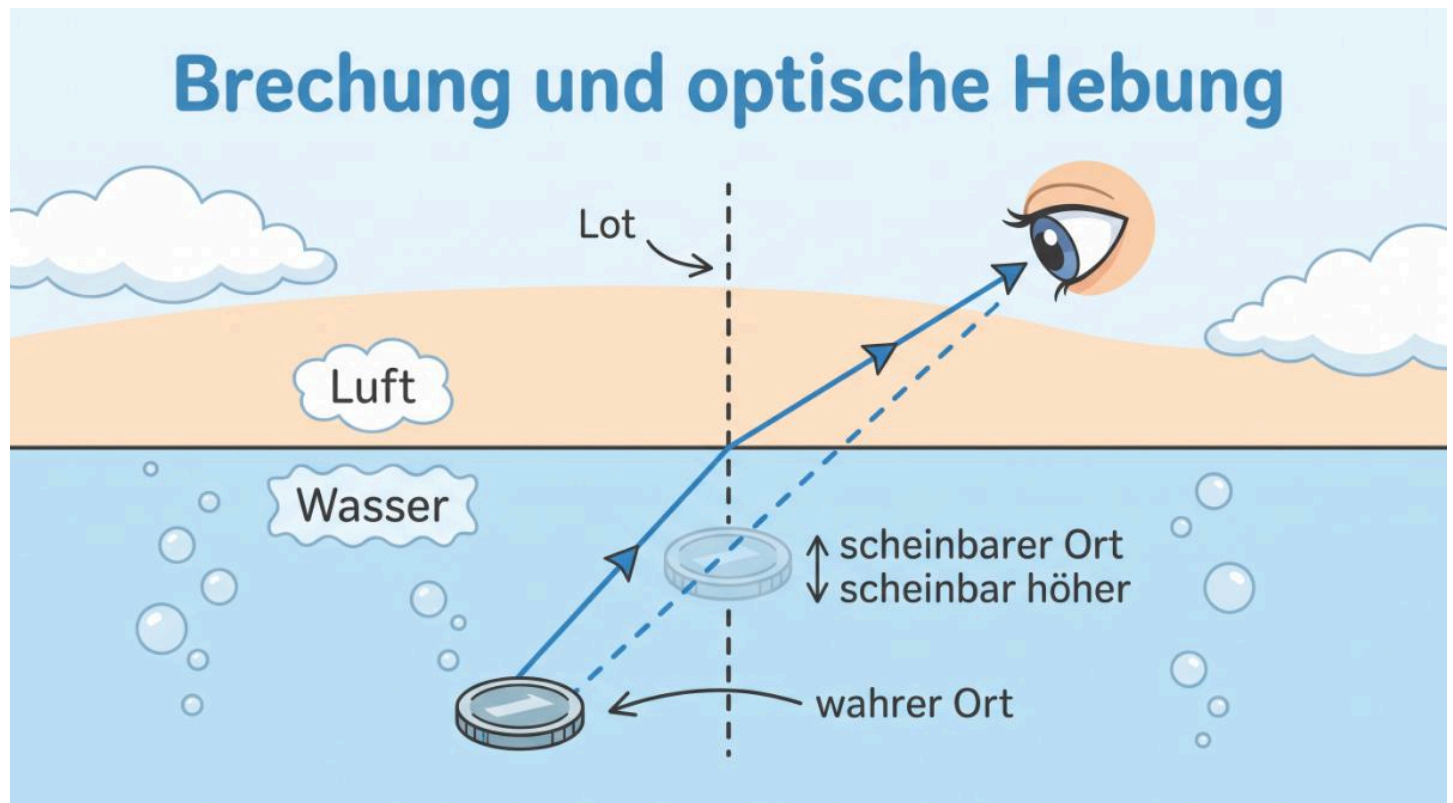
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Ein einfaches Fernrohr im Strahlenmodell deuten](#) 3f477f0d-4f79-5eed-8671-fb2667d60910

Brechung und optische Hebung qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 6a4c6042-052b-502b-a39a-0ed8941247ac

Physik > Sekundarstufe I > Optische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit dem Strahlenmodell qualitativ erklären, wie sich Lichtwege beim Übergang zwischen zwei Medien an der Grenzfläche ändern und wie daraus Wahrnehmungseffekte wie optische Hebung entstehen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen

79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

S. 17

Wird direkt vorausgesetzt von

Totalreflexion und Glasfasern

58fc7852-722c-5a67-be6a-bfd1be0b527e

S. 236

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Brechung und Linsen mit dem](#)

[Strahlenmodell untersuchen](#) 44985d9f-7b49-52e4-86ec-

eddc7b78429f

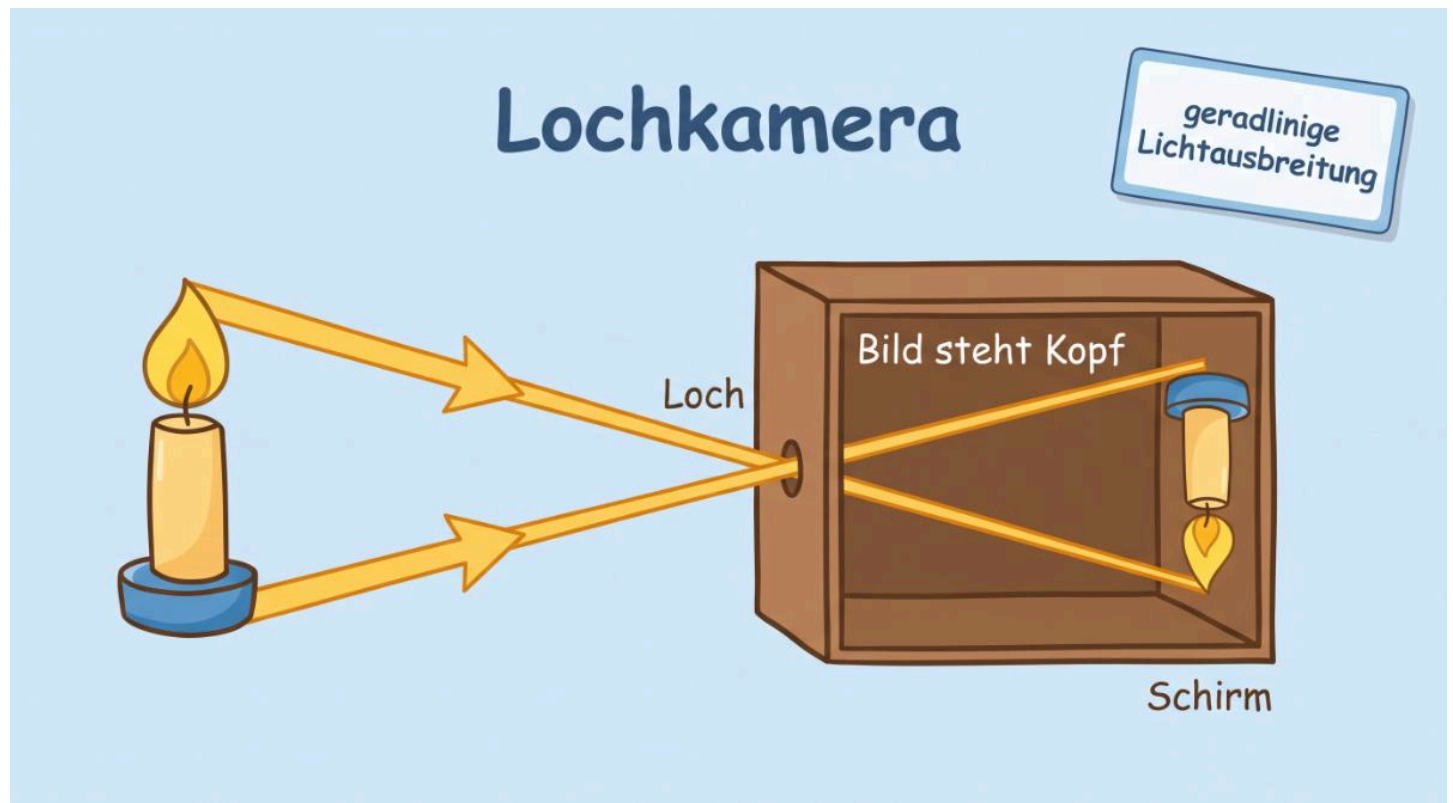
[Prüfungsaufgabe: Brechung erklären und optische Risiken](#)

[beurteilen](#) 5353aabr-68c9-5788-8c25-8ed7e3ea42f3

Bildentstehung bei der Lochkamera qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 1ab5f599-0927-579d-94cc-feecdf3b5603

Physik > Sekundarstufe I > Optische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit dem Strahlenmodell erklären, wie Licht von verschiedenen Gegenstandspunkten geradlinig durch die kleine Öffnung zu entsprechenden Bildpunkten auf dem Schirm gelangt und warum dabei ein umgekehrtes Bild entsteht.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Licht, Schatten und geradlinige Ausbreitung beschreiben

dd7cdcea-0950-461b-96ac-ce49989fca47

S. 16

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen

79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

S. 17

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

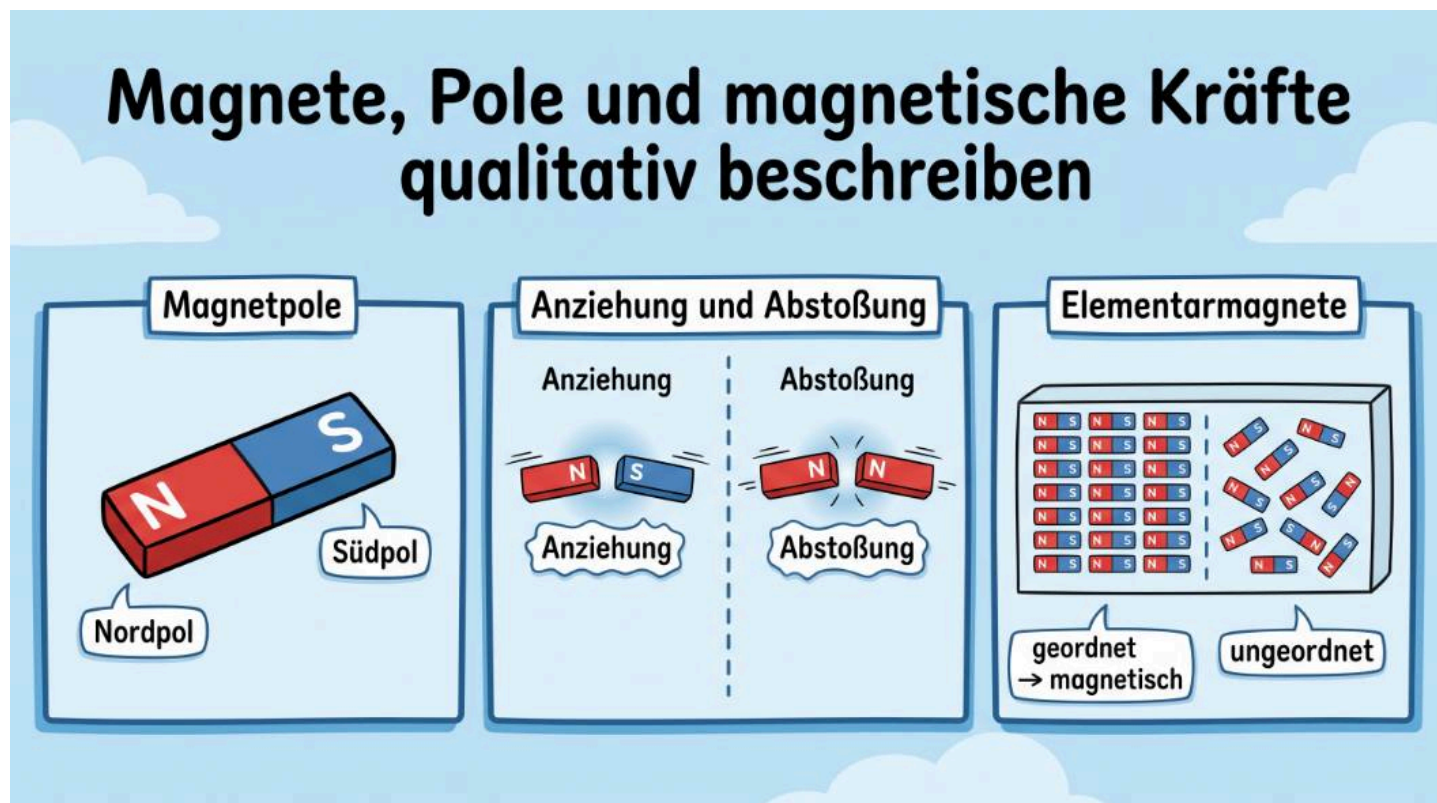
[Prüfungsaufgabe: Lochkamera und Auge vergleichen 35dd0a33-e5d5-53b9-8438-3d339173db1b](#)

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

Magnete, Pole und magnetische Kräfte qualitativ beschreiben

Lernziel-ID f778a659-1467-4aa7-97b2-bed78c530634

Physik > Sekundarstufe I > Magnetismus und einfache Stromkreise (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Anziehung und Abstoßung zwischen Magnetpolen qualitativ beschreiben und einfache magnetische Phänomene mit dem Modell der Elementarmagnete erklären.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

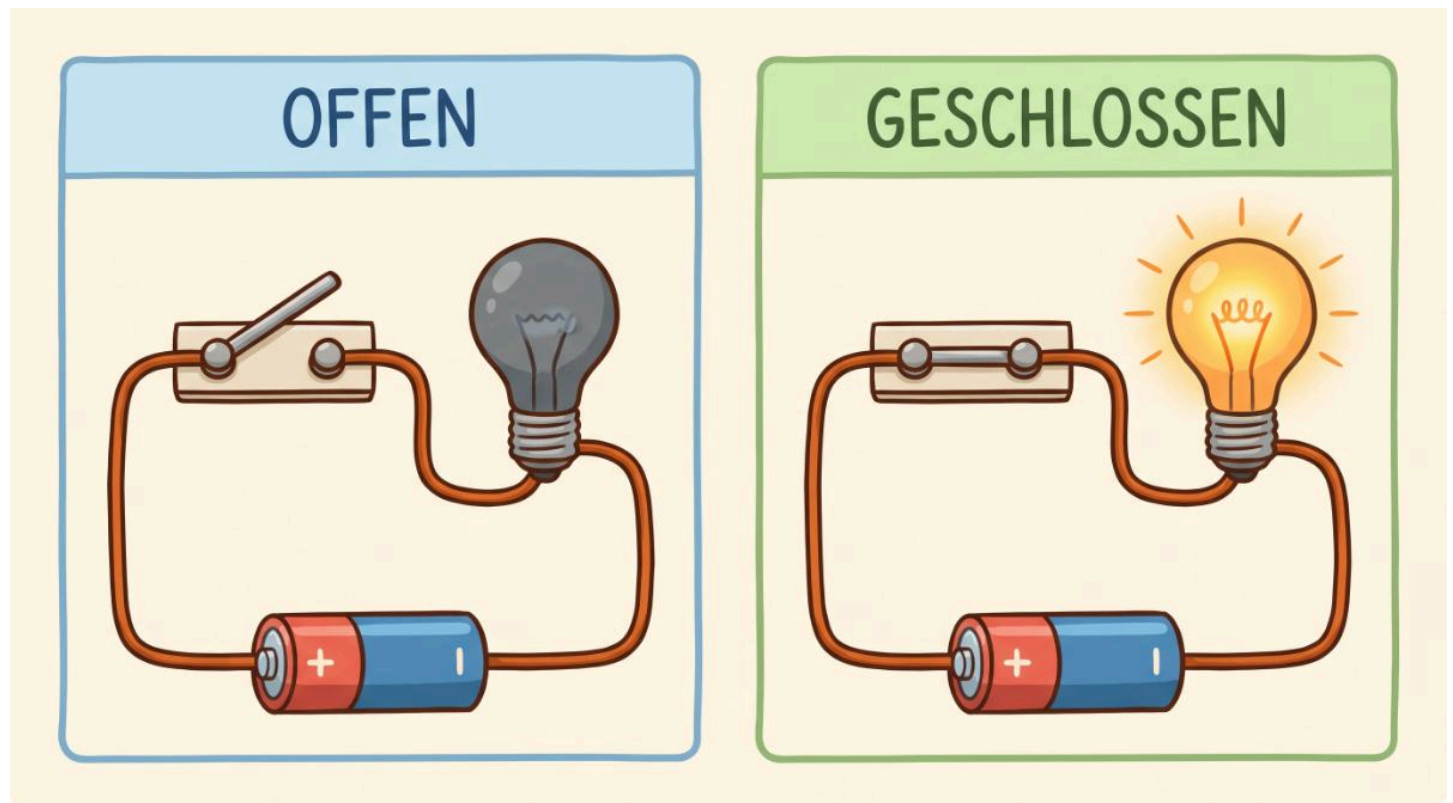
[Prüfungsaufgabe: Magnetpole und Wirkungen des elektrischen Stroms untersuchen](#) 1ee79cae-a7da-53cb-86ff-872e8403f033

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Offene und geschlossene Stromkreise aufbauen und deuten

Lernziel-ID 7ca44ba0-b77e-52bf-8562-f67b44767172

Physik > Sekundarstufe I > Magnetismus und einfache Stromkreise (Sek I) > Leitfähigkeit, Stromkreise und Schaltpläne



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit einer sicheren Kleinspannungsquelle einfache offene und geschlossene Stromkreise aufbauen und anhand des durchgehenden leitfähigen Weges begründen, ob ein angeschlossener Verbraucher wirken kann.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Zwischen Stromkreis und Schaltplan übersetzen 69f8f59c-b0c3-5b0b-82db-834a0e655736	S. 54	Wirkungen des elektrischen Stroms qualitativ beschreiben a5f652cc-e091-4c90-bec2-c357ae54fcf1	S. 55	Elektrische Leitfähigkeit von Stoffen untersuchen baa2bf3c-798a-5ec3-a667-031bf062d96c	S. 200
---	-------	--	-------	---	--------

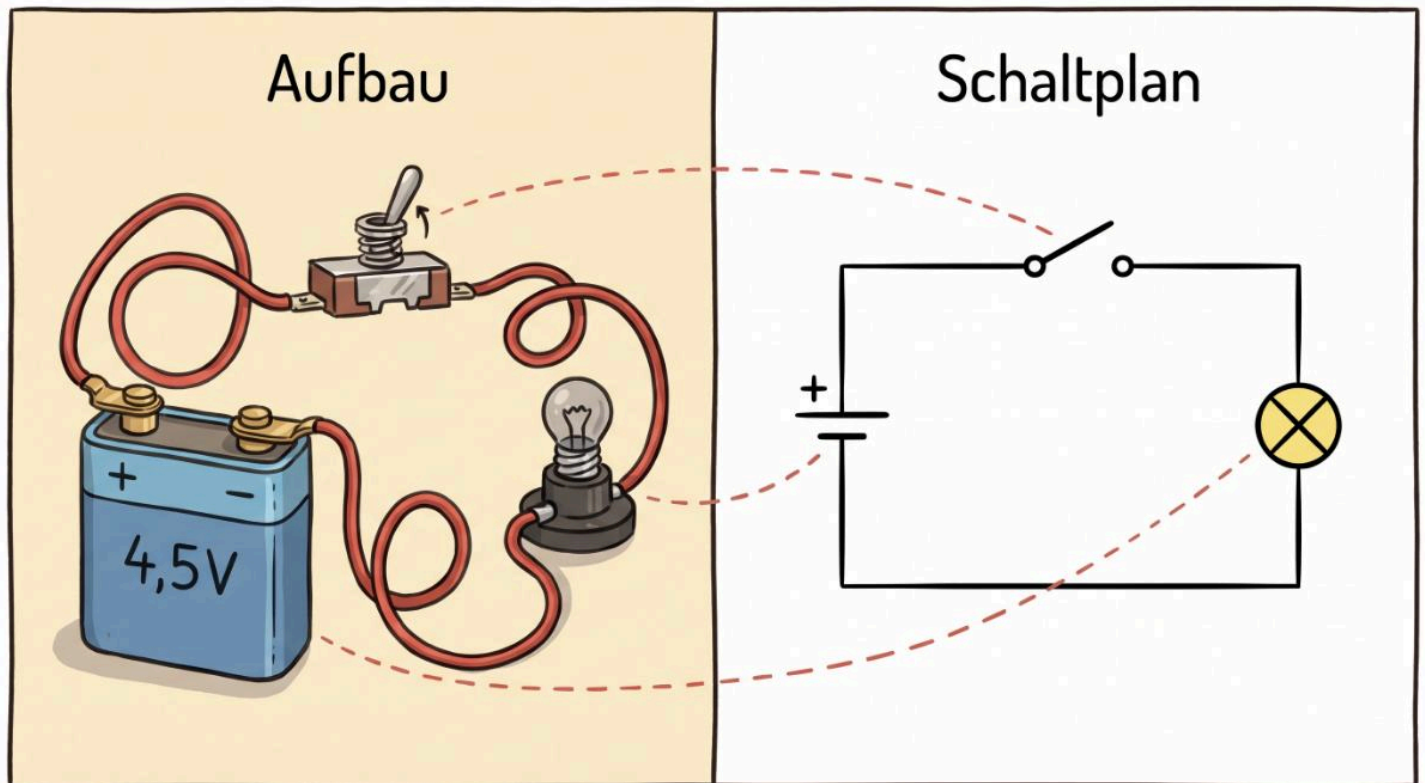
Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b95-4774-95d5-073239d3fc4f

Zwischen Stromkreis und Schaltplan übersetzen

Lernziel-ID 69f8f59c-b0c3-5b0b-82db-834a0e655736

Physik > Sekundarstufe I > Magnetismus und einfache Stromkreise (Sek I) > Leitfähigkeit, Stromkreise und Schaltpläne



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einen einfachen realen Stromkreis mit fachüblichen Schaltsymbolen als Schaltplan darstellen, einen vorgegebenen Schaltplan als Aufbau umsetzen und erklären, dass der Plan elektrische Verbindungen statt räumlicher Anordnung codiert.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Offene und geschlossene Stromkreise aufbauen und deuten

7ca44ba0-b77e-52bf-8562-f67b44767172

S. 53

Wird direkt vorausgesetzt von

Stromstärke in einfachen Stromkreisen messen

f1a078ae-6262-4444-a4bc-a5ab275621cf

S. 56

Spannung in einfachen Stromkreisen messen

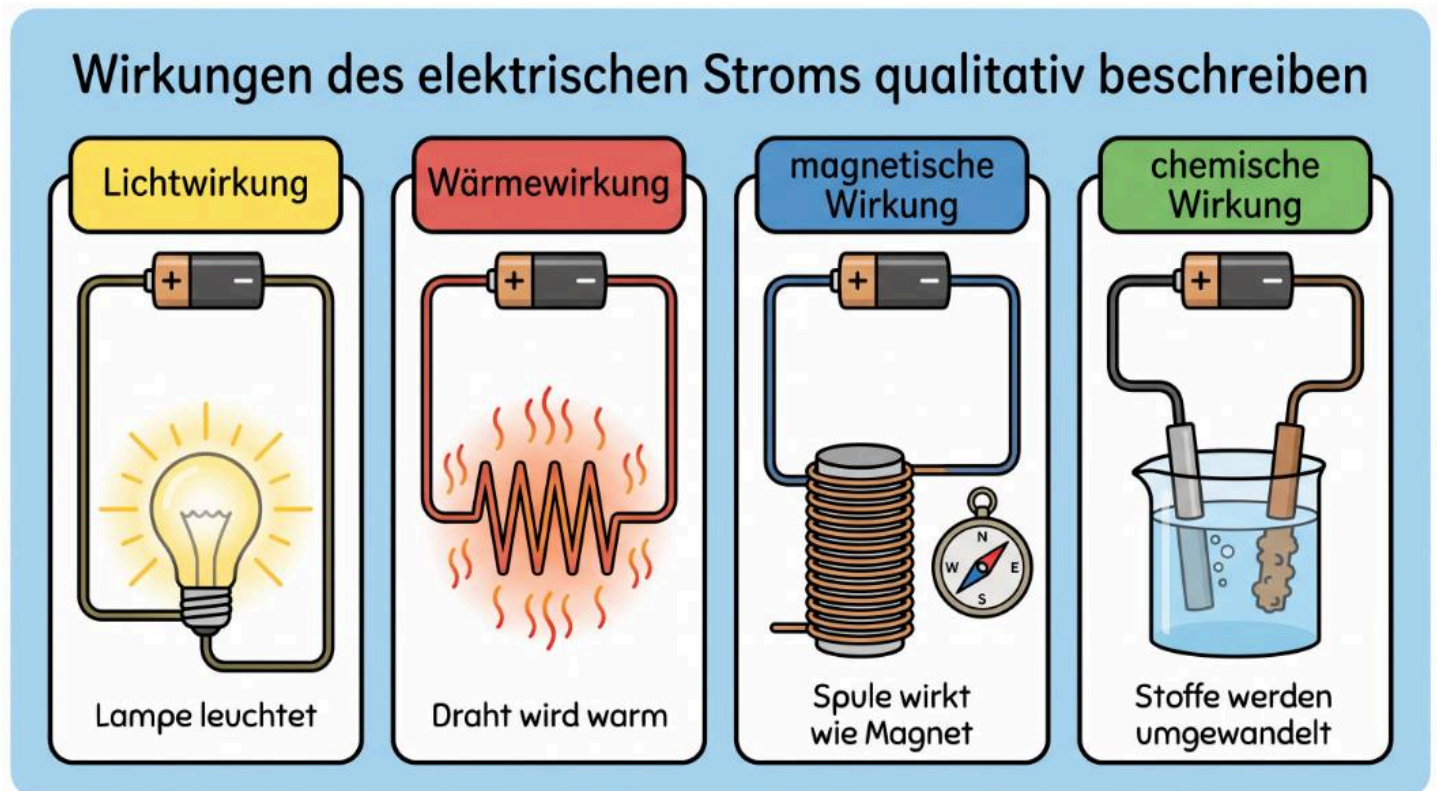
28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba

S. 57

Wirkungen des elektrischen Stroms qualitativ beschreiben

Lernziel-ID a5f652cc-e091-4c90-bec2-c357ae54fcf1

Physik > Sekundarstufe I > Magnetismus und einfache Stromkreise (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann magnetische, Licht-, Wärme- und chemische Wirkungen des elektrischen Stroms qualitativ beschreiben.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Offene und geschlossene Stromkreise aufbauen und deuten

7ca44ba0-b77e-52bf-8562-f67b44767172

S. 53

Wird direkt vorausgesetzt von

Einfachen Elektromotor bauen und qualitativ erklären

eb30189c-27c6-510b-b235-6543afa18b90

S. 345

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Magnetpole und Wirkungen des elektrischen Stroms untersuchen](#)

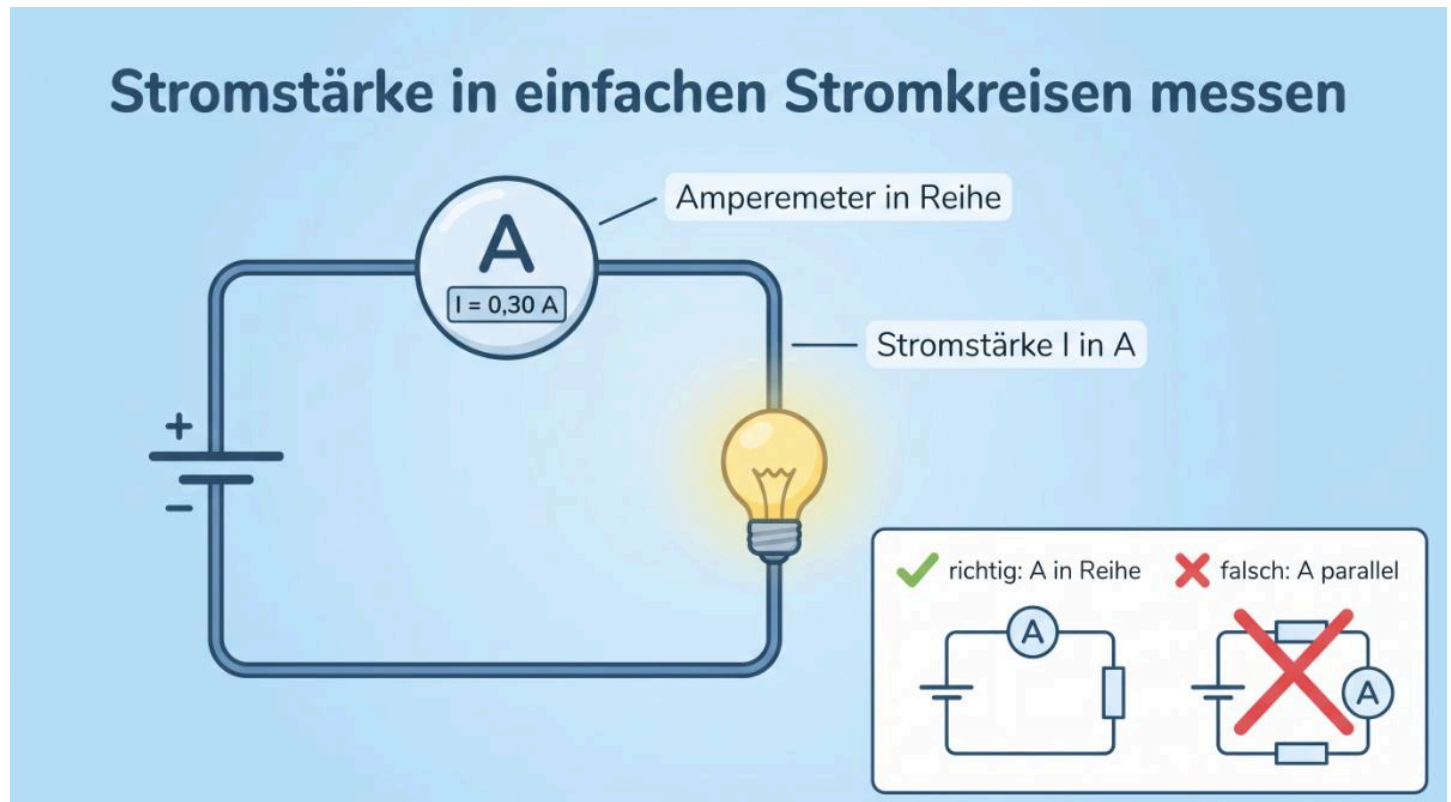
1ee79cae-a7da-53cb-86ff-872e8403f033

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Stromstärke in einfachen Stromkreisen messen

Lernziel-ID f1a078ae-6262-4444-a4bc-a5ab275621cf

Physik > Sekundarstufe I > Magnetismus und einfache Stromkreise (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann ein Amperemeter in einem einfachen Stromkreis in Reihe anschließen, einen geeigneten Messbereich wählen und die Stromstärke bestimmen sowie den Messwert mit Einheit angeben.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zwischen Stromkreis und Schaltplan übersetzen

69f8f59c-b0c3-5b0b-82db-834a0e655736

S. 54

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrische Leistung und Wirkungsgrad bilanzieren

46e42b07-c098-5d65-8ef5-8472b7c4d8e2

S. 58

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Solarmodule in Schaltungen experimentell untersuchen

0dd1e39c-8557-5a4e-b467-caae964fff67

S. 325

Die Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode experimentell bestimmen

3857891b-d328-585b-9936-85c7aff122ee

S. 445

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

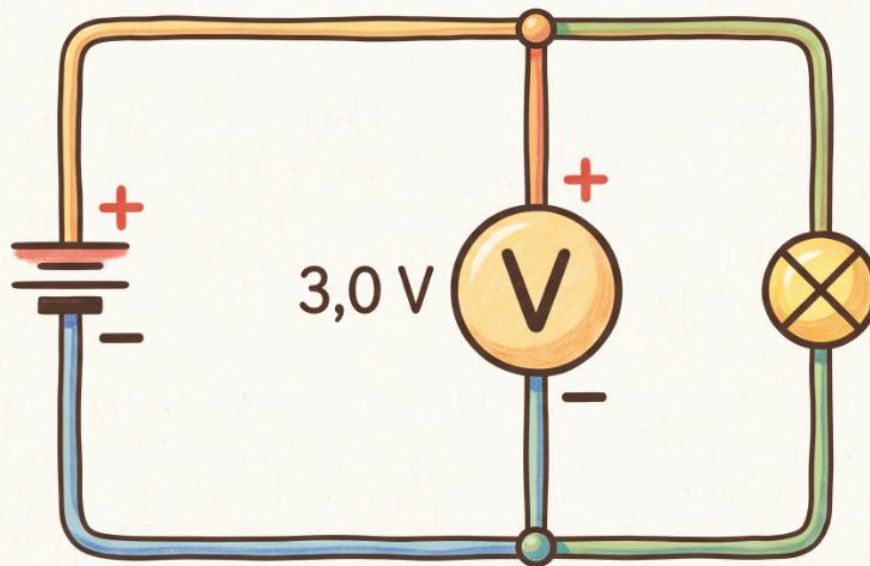
[Prüfungsaufgabe: Stromstärke und Spannung fachgerecht messen](#) a3c513d0-8fb9-5bd5-88cc-041527ff097d

Spannung in einfachen Stromkreisen messen

Lernziel-ID 28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I) > Statische Elektrizität, Spannung und Kondensatoren

Spannung parallel messen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann ein Voltmeter parallel zwischen zwei Punkten eines einfachen Kleinspannungsstromkreises mit geeignetem Messbereich anschließen, die Spannung mit Einheit messen und erläutern, auf welches Punktepaar sich der Messwert bezieht.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zwischen Stromkreis und Schaltplan übersetzen

69f8f59c-b0c3-5b0b-82db-834a0e655736

S. 54

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrische Leistung und Wirkungsgrad bilanzieren

46e42b07-c098-5d65-8ef5-8472b7c4d8e2

S. 58

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Membran- und Axialwiderstand im passiven Axonmodell untersuchen

8cdef591-6ddb-5151-8c74-a80be0271079

S. 207

Solarmodule in Schaltungen experimentell untersuchen

0dd1e39c-8557-5a4e-b467-caae964fff67

S. 325

Die Strom-Spannungskennlinie einer Diode experimentell bestimmen

3857891b-d328-585b-9936-85c7aff122ee

S. 445

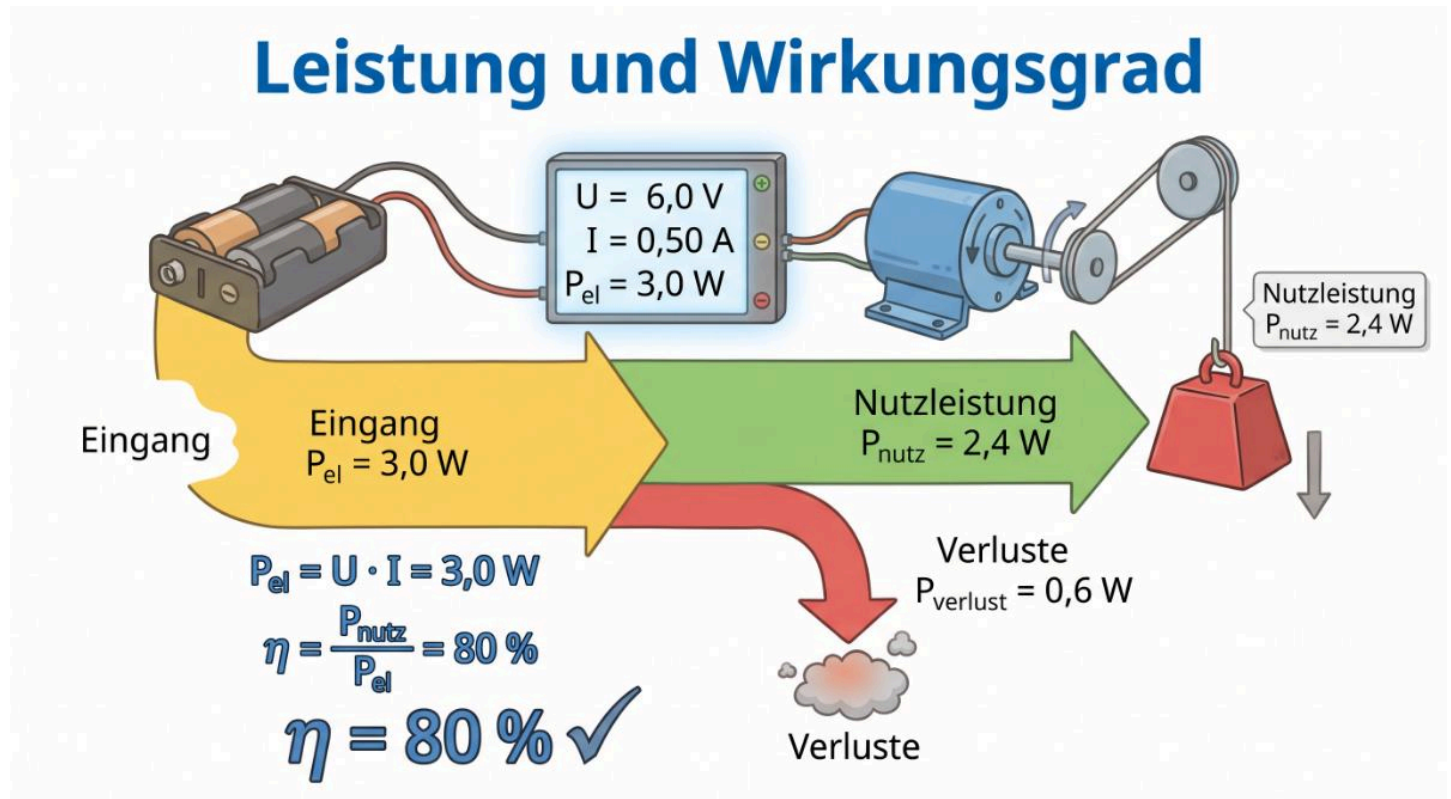
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Stromstärke und Spannung fachgerecht messen](#) a3c513d0-8fb9-5bd5-88cc-041527ff097d

Elektrische Leistung und Wirkungsgrad bilanzieren

Lernziel-ID 46e42b07-c098-5d65-8ef5-8472b7c4d8e2

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einfachen elektrischen Schaltungen oder Geräten Spannung, Stromstärke und Leistung verknüpfen, eine Leistungsbilanz erstellen und den Wirkungsgrad einer Energieumwandlung deuten.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Leistung als Energie pro Zeit bestimmen und deuten b92827a7-5d62-5f0b-a6f5-ac44461f4a7b	S. 13	Wirkungsgrad als Verhältnis nutzbarer und zugeführter Energie deuten f7f2c254-1663-5861-bed7-a32c00495b19	S. 14	Stromstärke in einfachen Stromkreisen messen f1a078ae-6262-4444-a4bc-a5ab275621cf	S. 56	Spannung in einfachen Stromkreisen messen 28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba	S. 57
---	-------	---	-------	---	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Photovoltaische Kennlinien und Maximum-Power-Point untersuchen 02876b2e-7cf0-5de6-ad04-d4ee95b7f80e	S. 342
---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Photovoltaik und Solarenergie 052a4cc8-2ccd-5cef-b022-55b554417c4a](#)

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

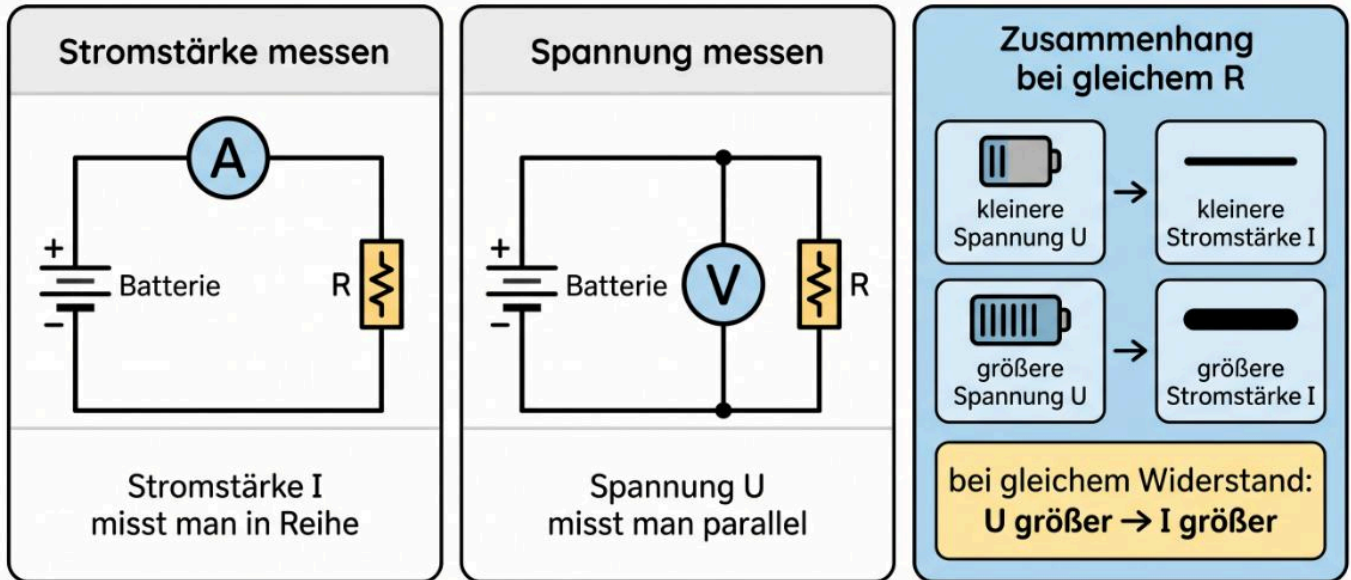
[Prüfungsaufgabe: Solarmodule experimentell verschalten und nutzen def74475-7126-5e55-8517-498951118f26](#)

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

Lernziel-ID 53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Stromstärke durch und die Spannung an einem einfachen Bauteil messen und anhand zusammengehöriger Messwertpaare bei unveränderten Bedingungen ihren qualitativen Zusammenhang erläutern.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Stromstärke in einfachen Stromkreisen messen f1a078ae-6262-4444-a4bc-a5ab275621cf	S. 56	Spannung in einfachen Stromkreisen messen 28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba	S. 57
---	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrische Energieumwandlungen qualitativ beschreiben cbb26ed2-6979-46f6-a4ae-128f5c5d9d76	S. 60	Reihen- und Parallelschaltungen für eine Funktion planen 01bebdff-5819-4610-a03e-ea5e794fc954	S. 61	Gefahren elektrischer Anlagen und Haushaltsstromkreise sicher beurteilen 5ddb212-9e0a-5dd4-8274-239ec51ab6a8	S. 65	Strom-Spannungs-Kennlinien einfacher Bauteile experimentell untersuchen und deuten 66256e22-44a3-5939-8862-821e29d6711d	S. 66
Einflüsse auf den Widerstand eines Leiters qualitativ beschreiben af7855a3-6aea-5e05-8505-248bc9a8c219	S. 67	Gleich- und Wechselspannungsversorgungen einordnen 4a42cddd-7827-5204-87e5-8d9eac7792f1	S. 68	Elektrische Geräte- und Akkuangaben physikalisch deuten 27b90ce9-b650-5232-85fb-ce2cb69d59a3	S. 69	Sinusförmige Wechselgrößen mit Zeigerdiagrammen beschreiben 5f97952e-5ac9-5749-94d0-d1dc50dda358	S. 360

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

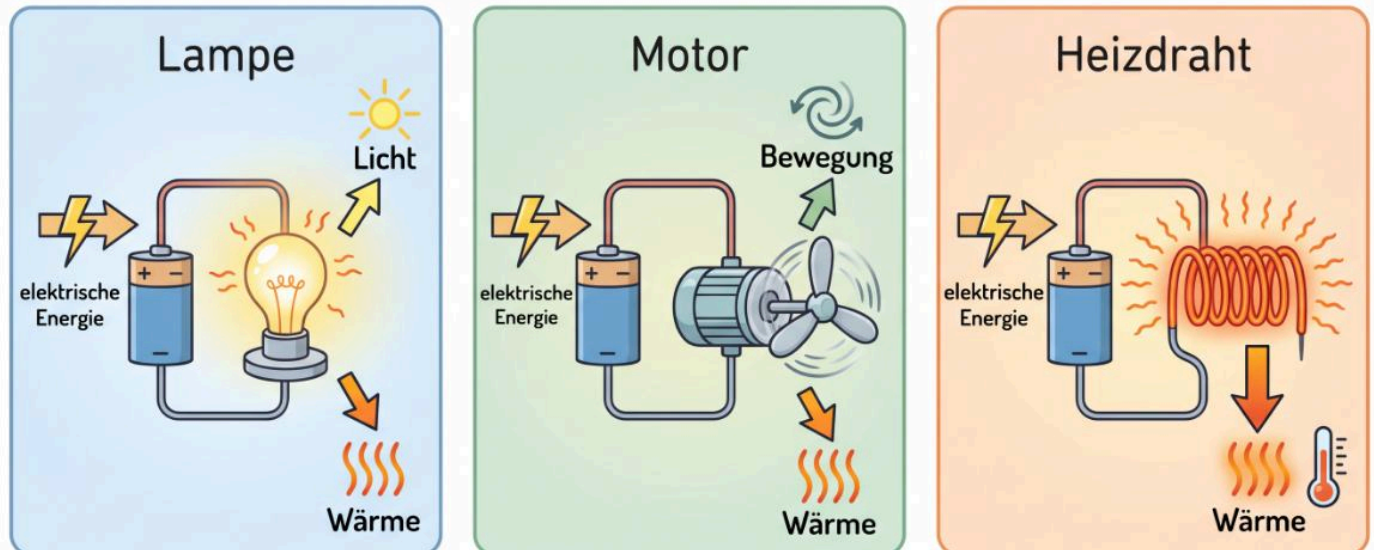
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Elektrische Energieumwandlungen qualitativ beschreiben

Lernziel-ID cbb26ed2-6979-46f6-a4ae-128f5c5d9d76

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Arbeit und Energie qualitativ deuten

Elektrische Energieumwandlungen qualitativ beschreiben



Nutzenergie + Verluste

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Energieumwandlungen beschreiben und einfache Anwendungen qualitativ bewerten.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden

722857cf-f327-5748-8151-64eb92195ec8

S. 11

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Energiesparmaßnahmen physikalisch bewerten

aed9161b-ddc4-559c-be8f-baeedd7224f3

S. 117

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Elektrische Energieumwandlungen](#)

4996346f-ab5d-4d09-9b9e-b9e559af153d

[Prüfungsaufgabe: Solarmodule experimentell verschalten und nutzen](#)

def74475-7126-5e55-8517-498951118f26

Reihen- und Parallelschaltungen für eine Funktion planen

Lernziel-ID 01bebd9c-5819-4610-a03e-ea5e794fc954

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

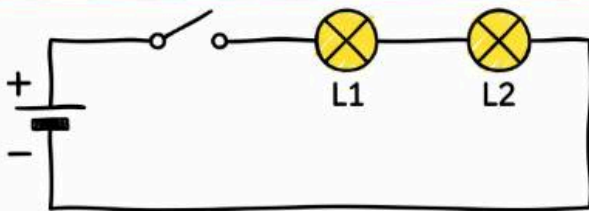
Reihen- oder Parallelschaltung planen



Anforderung:

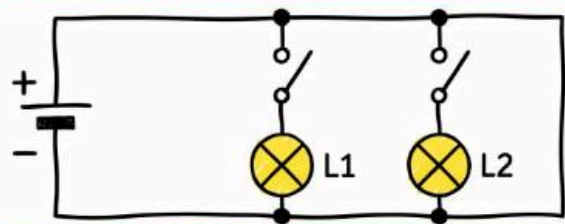
Zwei Lampen sollen unabhängig schaltbar sein.
Fällt eine aus, leuchtet die andere weiter.

Reihenschaltung



Anforderung nicht erfüllt:
nur ein Stromweg

Parallelschaltung



passender Plan:
zwei unabhängige Stromwege



Die benötigte Funktion bestimmt die Stromwege.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine vorgegebene Funktion einen Schaltplan als Reihen- oder Parallelschaltung entwerfen und die Wahl anhand der benötigten Stromwege begründen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Strombilanzen an Knoten mit Ladungserhaltung begründen
8a84de16-2fde-58ec-827a-f803e2ce8564

S. 62

Spannungsbilanzen in Maschen mit Energieerhaltung begründen
267170bd-f880-56a7-9719-ffb9751872c5

S. 63

Solarmodule in Schaltungen experimentell untersuchen
0dd1e39c-8557-5a4e-b467-caae964fff67

S. 325

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

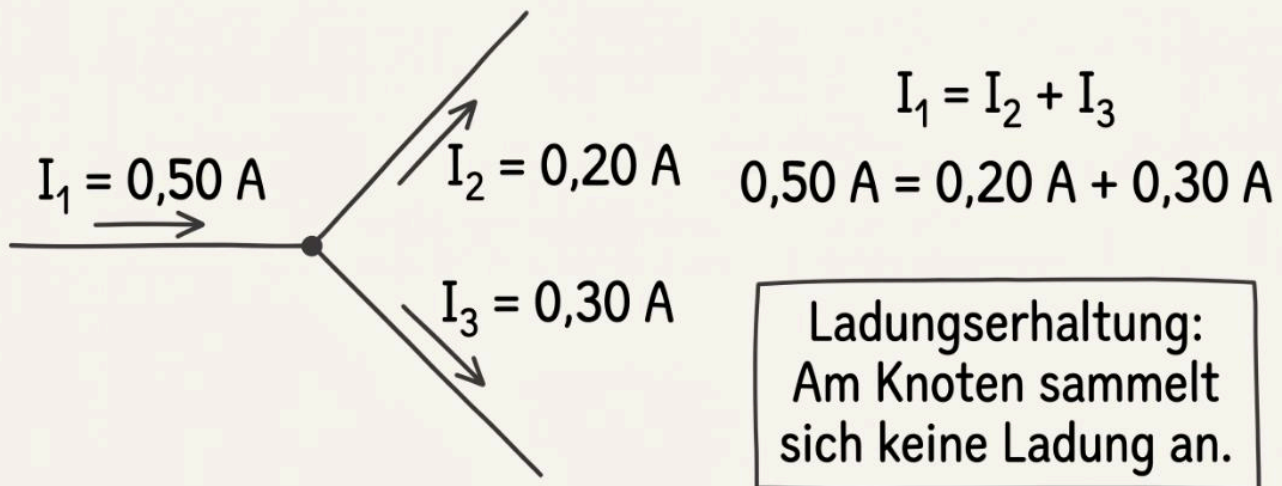
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Strombilanzen an Knoten mit Ladungserhaltung begründen

Lernziel-ID 8a84de16-2fde-58ec-827a-f803e2ce8564

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Strombilanzen an Knoten mit Ladungserhaltung begründen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an Knoten einfacher Schaltungen im stationären Zustand Stromrichtungen festlegen, Strombilanzen aufstellen, unbekannte Stromstärken bestimmen oder prüfen und die Knotenregel mit der Ladungserhaltung begründen, wenn sich am Knoten keine Ladung ansammelt.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Reihen- und Parallelschaltungen für eine Funktion planen](#)

S. 61

Wird direkt vorausgesetzt von

[Widerstandswirkungen in Reihen- und Parallelschaltungen deuten](#)

S. 64

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Strom- und Spannungsbilanzen in einem Versorgungsnetz begründen](#)

5f3bbce4-b0b9-5997-8c41-f58b2a8a8fa6

[Prüfungsaufgabe: Eine mobile Energieversorgung elektrisch bilanzieren](#)

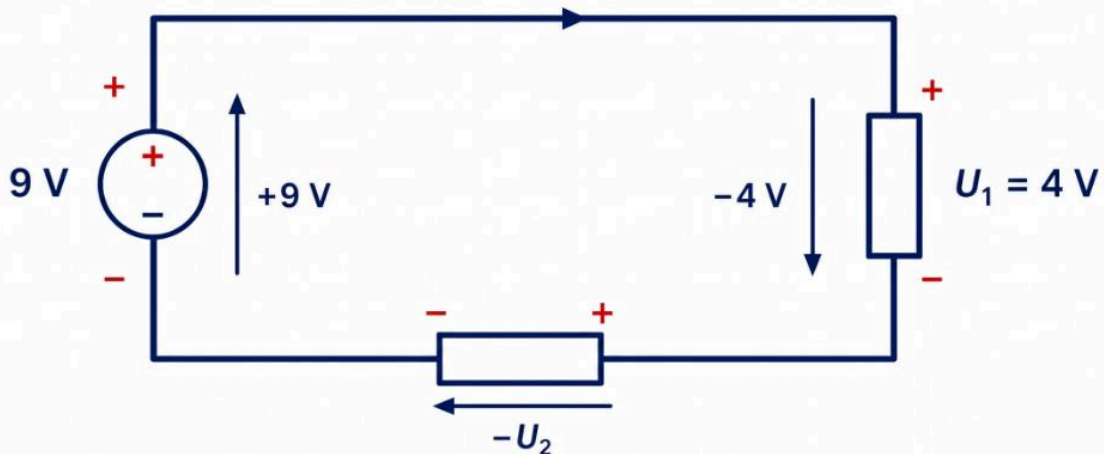
de7528cc-8c5d-5cd6-8d08-f8ce7457e666

Spannungsbilanzen in Maschen mit Energieerhaltung begründen

Lernziel-ID 267170bd-f880-56a7-9719-ffb9751872c5

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Maschenregel – Energieerhaltung



$$+9\text{ V} - 4\text{ V} - U_2 = 0$$

$$9\text{ V} = 4\text{ V} + U_2$$

$$U_2 = 5\text{ V}$$



Gewinn an der Quelle =
Abgabe an den Bauteilen



Energie pro Ladung
wird bilanziert

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in Maschen einfacher Schaltungen im stationären Zustand eine Umlaufrichtung festlegen, vorzeichenrichtige Spannungsbilanzen aufstellen, unbekannte Spannungen bestimmen oder prüfen und die Maschenregel damit begründen, dass die zugeführte und an Bauteile übertragene Energie pro Ladung bei einem vollständigen Umlauf bilanziert ist.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Reihen- und Parallelschaltungen für eine Funktion planen

01bebd9c-5819-4610-a03e-ea5e794fc954

S. 61

Wird direkt vorausgesetzt von

Widerstandswirkungen in Reihen- und Parallelschaltungen deuten

8f833b36-4126-52db-b210-79fb0023c7d9

S. 64

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Strom- und Spannungsbilanzen in einem](#)

[Versorgungsnetz begründen](#) 5f3bbce4-b0b9-5997-8c41-

f58b2a8a8fa6

[Prüfungsaufgabe: Eine mobile Energieversorgung elektrisch](#)

[bilanzieren](#) de7528cc-8c5d-5cd6-8d08-f8ce7457e666

Widerstandswirkungen in Reihen- und Parallelschaltungen deuten

Lernziel-ID 8f833b36-4126-52db-b210-79fb0023c7d9

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Widerstandswirkungen deuten und prüfen

LINKS – Reihenschaltung

Ausgang: $U = 6\text{ V}$, $R = 3\ \Omega$
 $R_{\text{ges}} = 3\ \Omega$, $I = 2\text{ A}$

Danach: zweiten $R = 3\ \Omega$ in Reihe $U = 6\text{ V}$, $R_1 = 3\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$
 $R_{\text{ges}} = 6\ \Omega$, $I = 1\text{ A}$

Widerstand hinzu $\rightarrow R_{\text{ges}}$ größer $\rightarrow$ Strom kleiner

RECHTS – Parallelschaltung

Ausgang: $U = 6\text{ V}$, $R = 6\ \Omega$
 $R_{\text{ges}} = 6\ \Omega$, $I_{\text{ges}} = 1\text{ A}$

Danach: zweiten $6\text{-}\Omega$ -Zweig parallel $U = 6\text{ V}$, $R = 6\ \Omega$, $R = 6\ \Omega$
je Zweig: $I = 1\text{ A}$
 $R_{\text{ges}} = 3\ \Omega$, $I_{\text{ges}} = 2\text{ A}$

Zweig hinzu $\rightarrow R_{\text{ges}}$ kleiner $\rightarrow$ Gesamtstrom größer

UNTEN – Grenzfall prüfen

$U = 6\text{ V}$, $R \rightarrow \infty$

$R \rightarrow \infty \Rightarrow I \rightarrow 0$
offener Stromkreis

Passt die Vorhersage auch im Grenzfall?

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei konstanter Quellenspannung vorhersagen und begründen, wie das Hinzufügen, Entfernen oder Ändern eines Widerstands in einer Reihen- oder Parallelschaltung den Gesamtwiderstand und die Stromstärken beeinflusst, und die Vorhersage an einem Grenzfall prüfen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Strombilanzen an Knoten mit Ladungserhaltung begründen 8a84de16-2fde-58ec-827a-f803e2ce8564	S. 62	Spannungsbilanzen in Maschen mit Energieerhaltung begründen 267170bd-f880-56a7-9719-ffb9751872c5	S. 63
---	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Axonsegmente als elektrische Ersatzschaltungen modellieren c2e0fc31-27a2-5727-9025-a824db9150d2	S. 206
---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)
3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Kennlinien und Widerstandsnetze untersuchen](#)
5a530302-1303-517f-82cc-9cd457b792a8

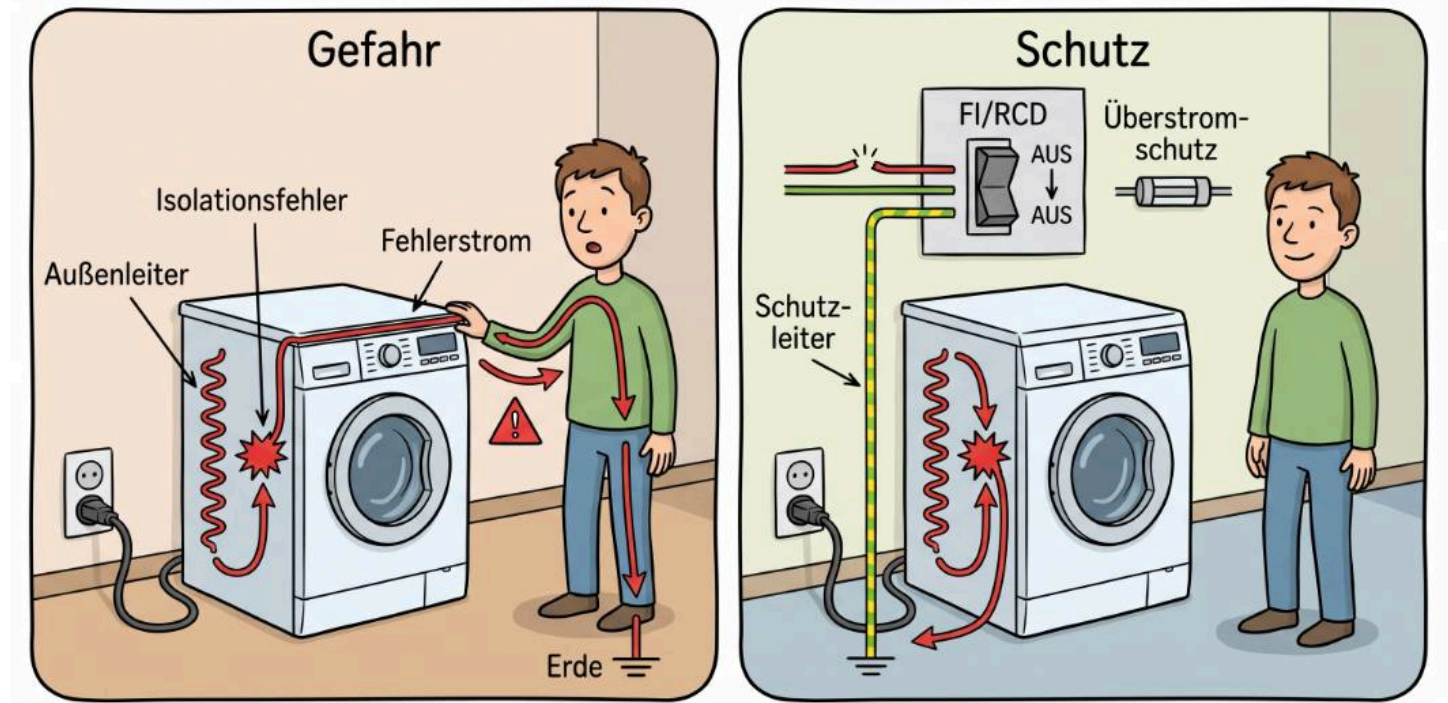
[Prüfungsaufgabe: Leitfähigkeit, Kennlinien und Widerstandsnetze untersuchen](#)
924e1187-a067-5eb6-8d8d-85525ee6c837

Gefahren elektrischer Anlagen und Haushaltsstromkreise sicher beurteilen

Lernziel-ID 5ddba212-9e0a-5dd4-8274-239ec51ab6a8

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Stromwege und Schutz



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Gefahren elektrischer Anlagen und Haushaltsstromkreise anhand möglicher Stromwege und der Wirkung von Schutzmaßnahmen erläutern und sichere Handlungen begründet beurteilen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Elektrische Sicherheit fachsprachlich](#)

vermitteln 77257ded-ccf0-521f-8a8c-38c8f85fd3ca

[Prüfungsaufgabe: Elektrische Gefahren sicher beurteilen](#)

eb5e147f-a67c-542e-858b-533a00af7af2

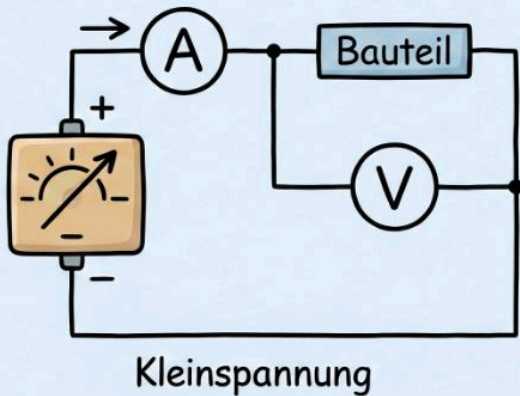
Strom-Spannungs-Kennlinien einfacher Bauteile experimentell untersuchen und deuten

Lernziel-ID 66256e22-44a3-5939-8862-821e29d6711d

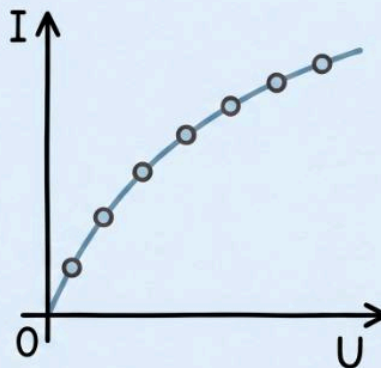
Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Messen – Zeichnen – Deuten

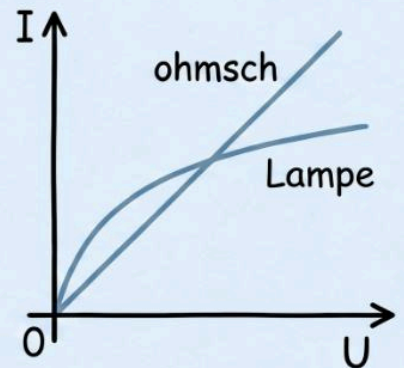
① Messen



② Kennlinie



③ Deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann unter sicheren Kleinspannungsbedingungen Stromstärke und Spannung an einfachen Bauteilen systematisch messen, Kennlinien erstellen und den Zusammenhang von Spannung, Stromstärke und Widerstand deuten.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern](#)

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)
3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

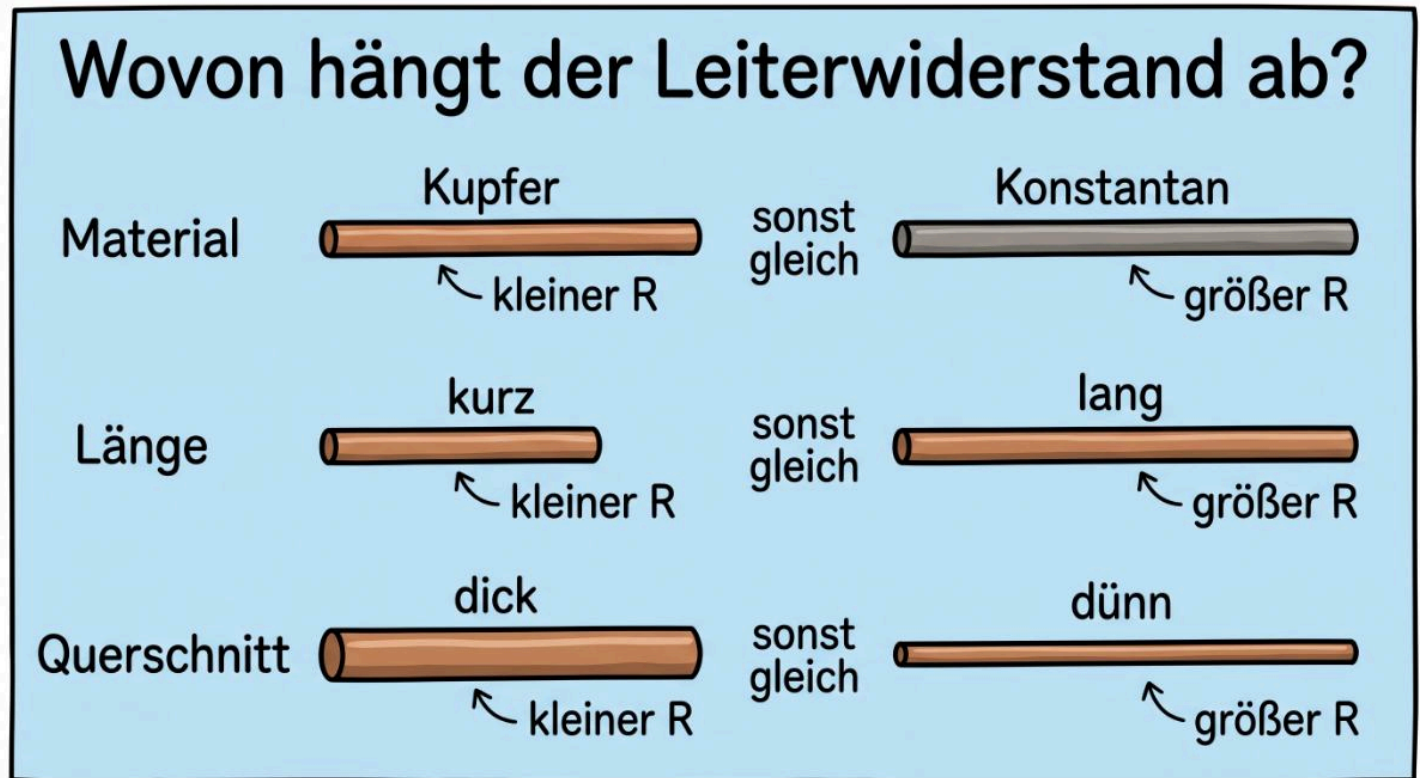
[Prüfungsaufgabe: Kennlinien und Widerstandsnetze untersuchen](#)
5a538382-1383-517f-82cc-9cd457b792a8

[Prüfungsaufgabe: Leitfähigkeit, Kennlinien und Widerstandsnetze untersuchen](#)
924e1187-a067-5eb6-8d8d-85525ee6c837

Einflüsse auf den Widerstand eines Leiters qualitativ beschreiben

Lernziel-ID af7855a3-6aea-5e05-8505-248bc9a8c219

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann qualitativ erläutern, wie Material, Länge und Querschnitt den Widerstand eines Leiters bei sonst gleichen Bedingungen beeinflussen, und Widerstandsänderungen vorhersagen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern](#)

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Leitfähigkeit, Kennlinien und Widerstandsnetze untersuchen](#) 924e1187-a067-5eb6-8d8d-85525ee6c837

Gleich- und Wechselspannungsversorgungen einordnen

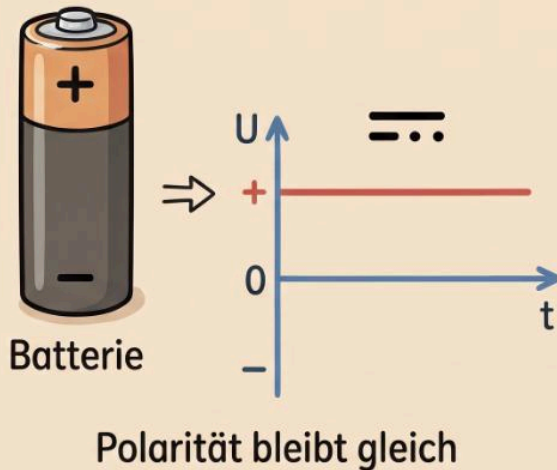
Lernziel-ID 4a42cddd-7827-5204-87e5-8d9eac7792f1

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I) >

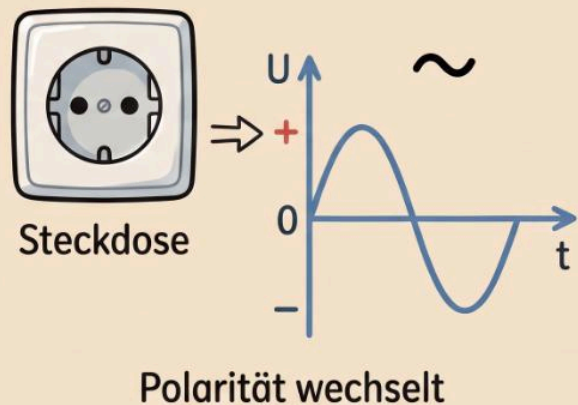
Elektrische Energieversorgung und Geräteangaben einordnen

Gleichspannung und Wechselspannung

Gleichspannung



Wechselspannung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Gleich- und Wechselspannungsversorgungen anhand des zeitlichen Spannungsverlaufs und der Polarität unterscheiden und typische elektrische Versorgungen entsprechend einordnen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

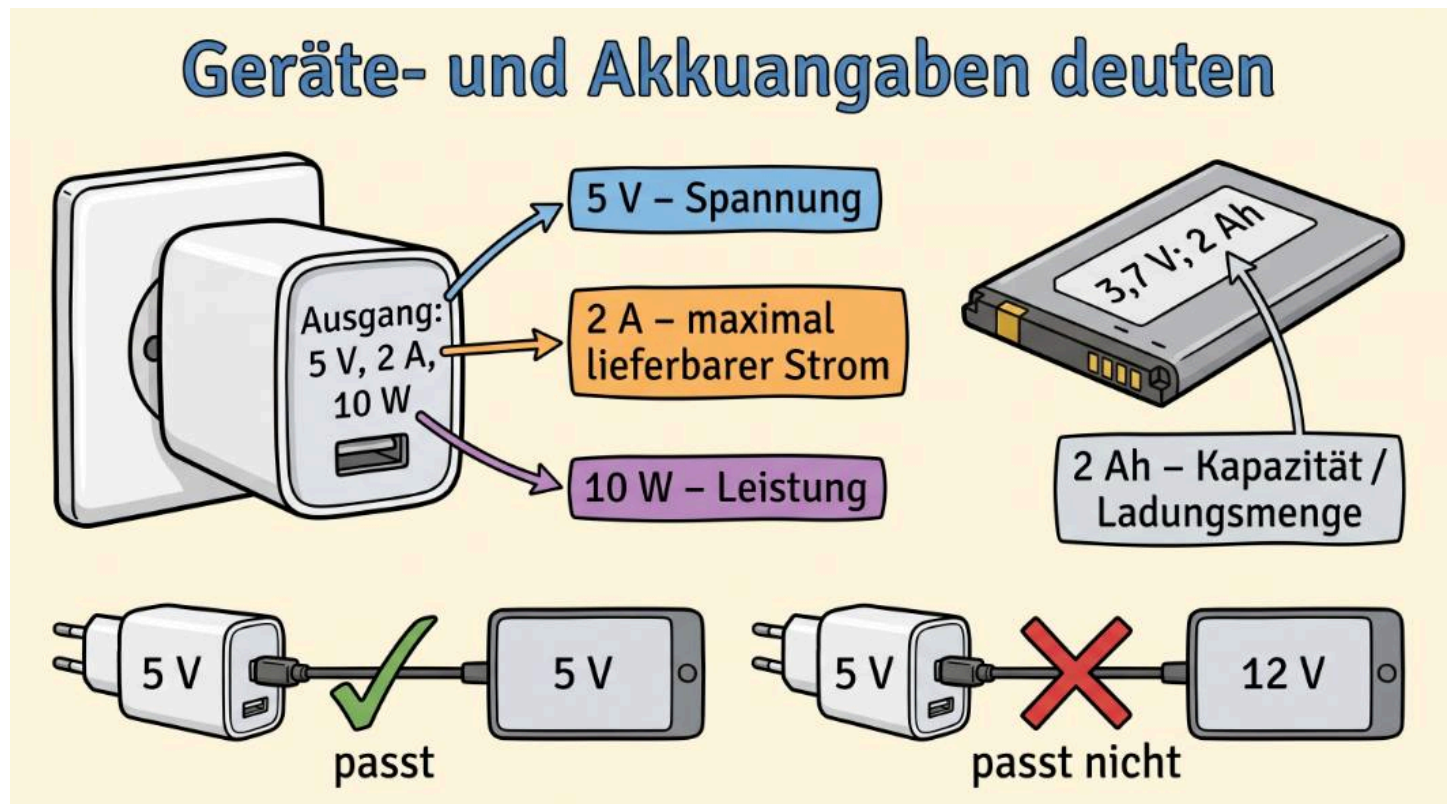
[Prüfungsaufgabe: Eine mobile Energieversorgung elektrisch bilanzieren](#) de7528cc-8c5d-5cd6-8d08-f8ce7457e666

Elektrische Geräte- und Akkuangaben physikalisch deuten

Lernziel-ID 27b90ce9-b650-5232-85fb-ce2cb69d59a3

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I) >

Elektrische Energieversorgung und Geräteangaben einordnen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Angaben zu Spannung, Stromstärke, Leistung und Akkuladung auf Alltagsgeräten und Akkus mit ihren Einheiten physikalisch deuten und für den vorgesehenen Betrieb einordnen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Leistung als Energie pro Zeit bestimmen und deuten

S. 13

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern

S. 59

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

[Prüfungsaufgabe: Eine mobile Energieversorgung elektrisch bilanzieren de7528cc-8c5d-5cd6-8d08-f8ce7457e666](#)

Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 2a6703e0-2a6f-4ebf-a5c6-7aa05a4b86eb

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I)

Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben

QUALITATIVES ATOMMODELL

Atomhülle

Kern

● Proton (+)
● Neutron
● Elektron (-)

nicht maßstabsgerecht

2 positive Ladungen
+ 2 negative Ladungen
= insgesamt neutral

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Kern und Elektronenhülle als Bestandteile eines Atommodells beschreiben und die Größenordnungen von Atom- und Kerndurchmesser vergleichen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Nuklidschreibweise deuten und Isotope unterscheiden f74c691b-0b76-54e0-8fd6-a22211994e0a	S. 71	Ionisierende Strahlung mit geeigneten Detektoren nachweisen 25d91cc0-d84c-5522-86b5-fdff73264f08	S. 72	Biologische Wirkungen ionisierender Strahlung einordnen 861ba00a-e89c-5b3d-8c76-8ff0bcb0f1cd	S. 73	Alpha-, Beta- und Gammastrahlung unterscheiden 1593d95c-2aac-504c-8527-37cb61877da9	S. 75
Kernspaltung und Kernfusion qualitativ beschreiben 50877233-7abf-54df-b347-6d3224678fc9	S. 77						

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

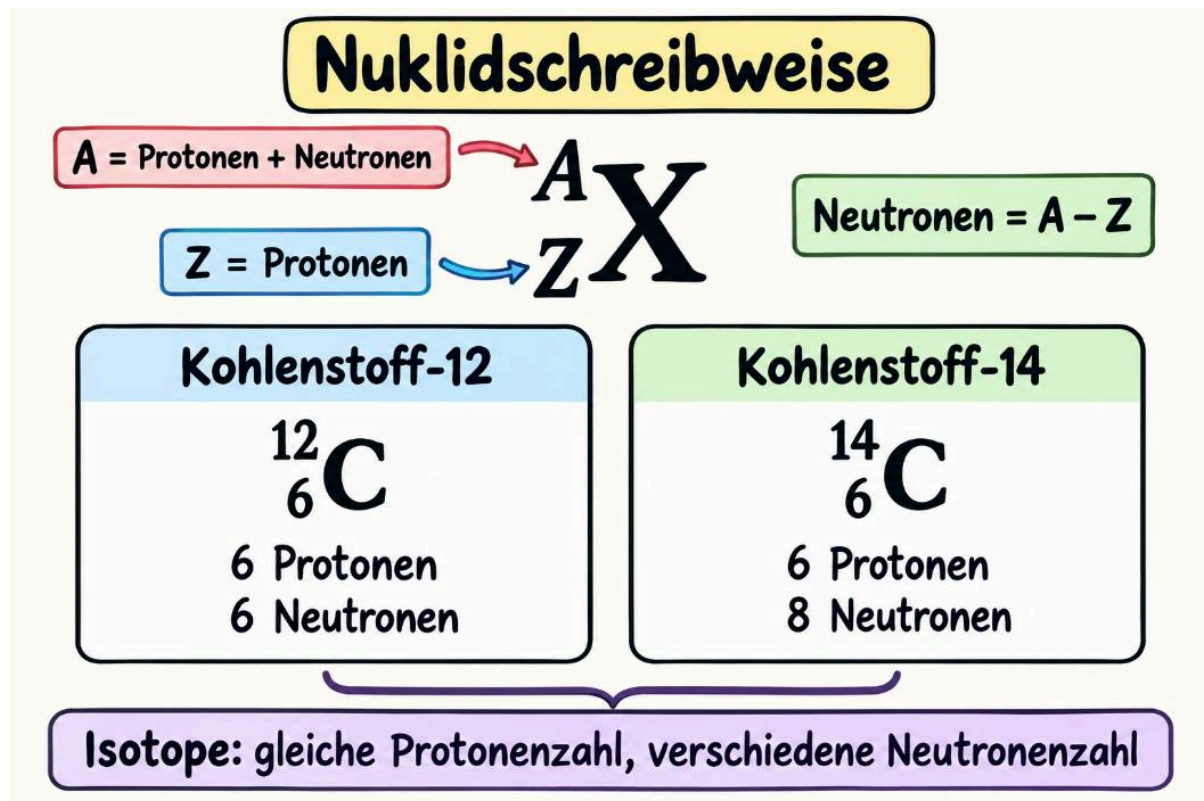
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Nuklidschreibweise deuten und Isotope unterscheiden

Lernziel-ID f74c691b-0b76-54e0-8fd6-a22211994e0a

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus der Nuklidschreibweise mit Massenzahl A und Protonenzahl Z die Protonen- und Neutronenzahl eines Atomkerns bestimmen und Isotope als Kerne desselben Elements mit gleicher Protonen-, aber unterschiedlicher Neutronenzahl begründet unterscheiden.

Geltung

BW, RP: Sek. I · G8; Sek. I · G9

MV, ST, TH: Sek. I · G8

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben](#)

S. 70

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

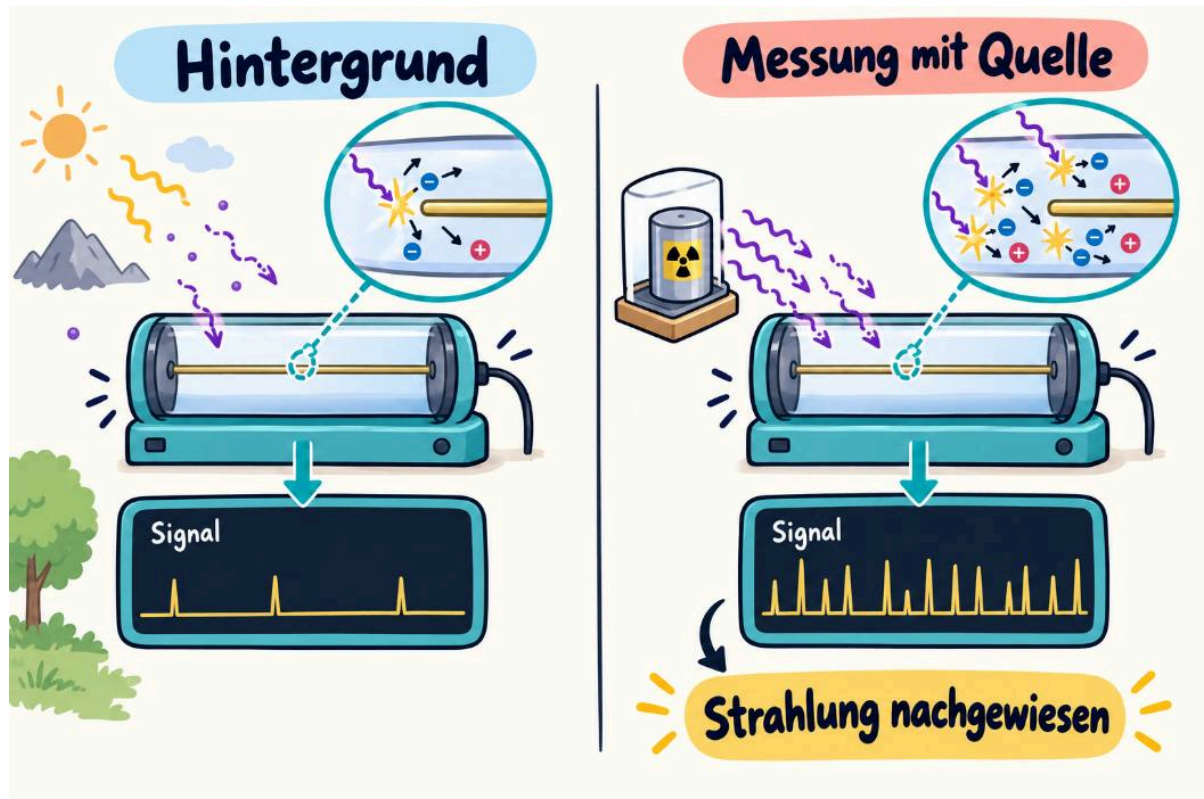
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Nuklidschreibweise und Isotope begründen](#)

Ionisierende Strahlung mit geeigneten Detektoren nachweisen

Lernziel-ID 25d91cc0-d84c-5522-86b5-fdff73264f08

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I) > Nachweis und biologische Wirkungen ionisierender Strahlung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Nachweisprinzip eines geeigneten Detektors erklären, das beobachtete Signal von der daraus erschlossenen ionisierenden Strahlung unterscheiden und den Nachweis mit einer Hintergrund- oder Kontrollmessung absichern.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben

2a6703e0-2a6f-4ebf-a5c6-7aa05a4b86eb

S. 70

Wird direkt vorausgesetzt von

Anwendungen ionisierender Strahlung qualitativ beurteilen

e5c08365-a0d3-592c-ad8e-d2c2c6e2b717

S. 154

Geiger-Müller-Zählrohr funktional erklären

b1ad9493-acca-5366-9ecd-4b7bf7edaf4a

S. 156

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

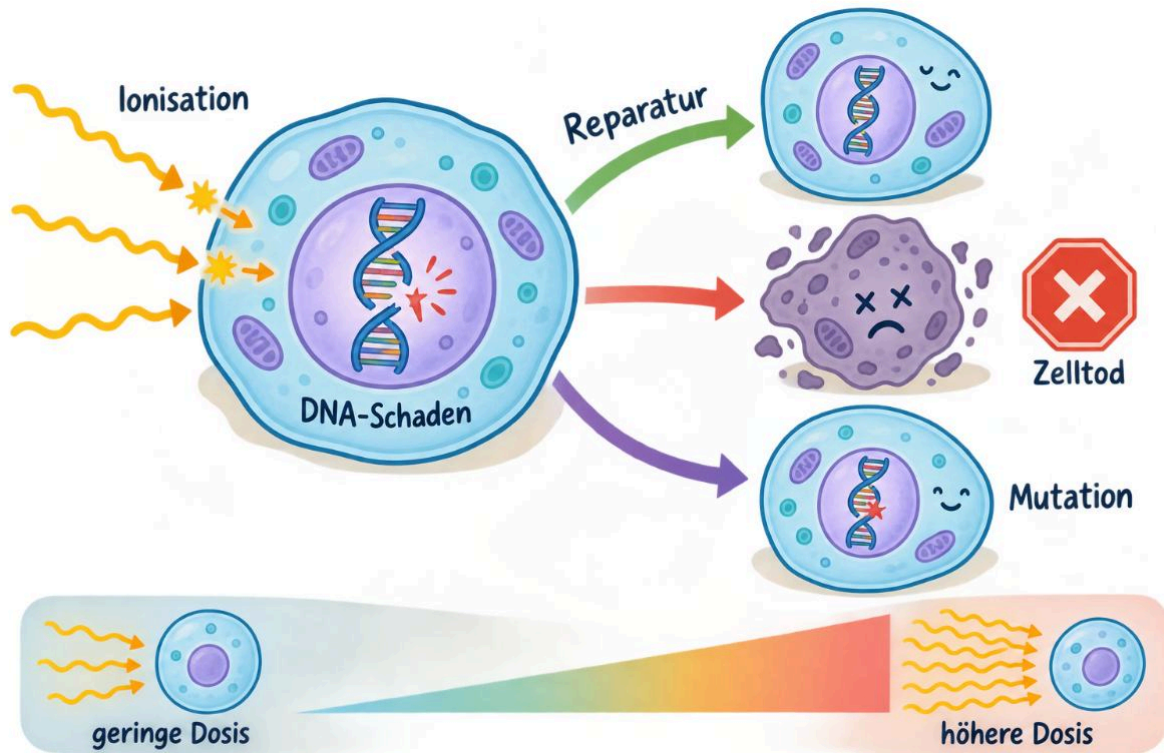
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Strahlungsnachweis und Halbwertszeit untersuchen](#) 6c9d0ef3-c82f-534f-8824-6b0efcb88276

Biologische Wirkungen ionisierender Strahlung einordnen

Lernziel-ID 861ba00a-e89c-5b3d-8c76-8ff0bcb0f1cd

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I) > Nachweis und biologische Wirkungen ionisierender Strahlung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die mögliche Schädigung biologischen Gewebes durch ionisierende Strahlung über Ionisation erklären und bei äußerer Exposition grundlegende Schutzmaßnahmen anhand von Expositionszeit, Abstand und Abschirmung begründen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben

2a6703e0-2a6f-4ebf-a5c6-7aa05a4b86eb

S. 70

Wird direkt vorausgesetzt von

Anwendungen und Risiken radioaktiver Strahlung beurteilen

979e0d0d-8933-4ace-814f-f28060ad280f

S. 74

Anwendungen ionisierender Strahlung qualitativ beurteilen

e5c08365-a0d3-592c-ad8e-d2c2c6e2b717

S. 154

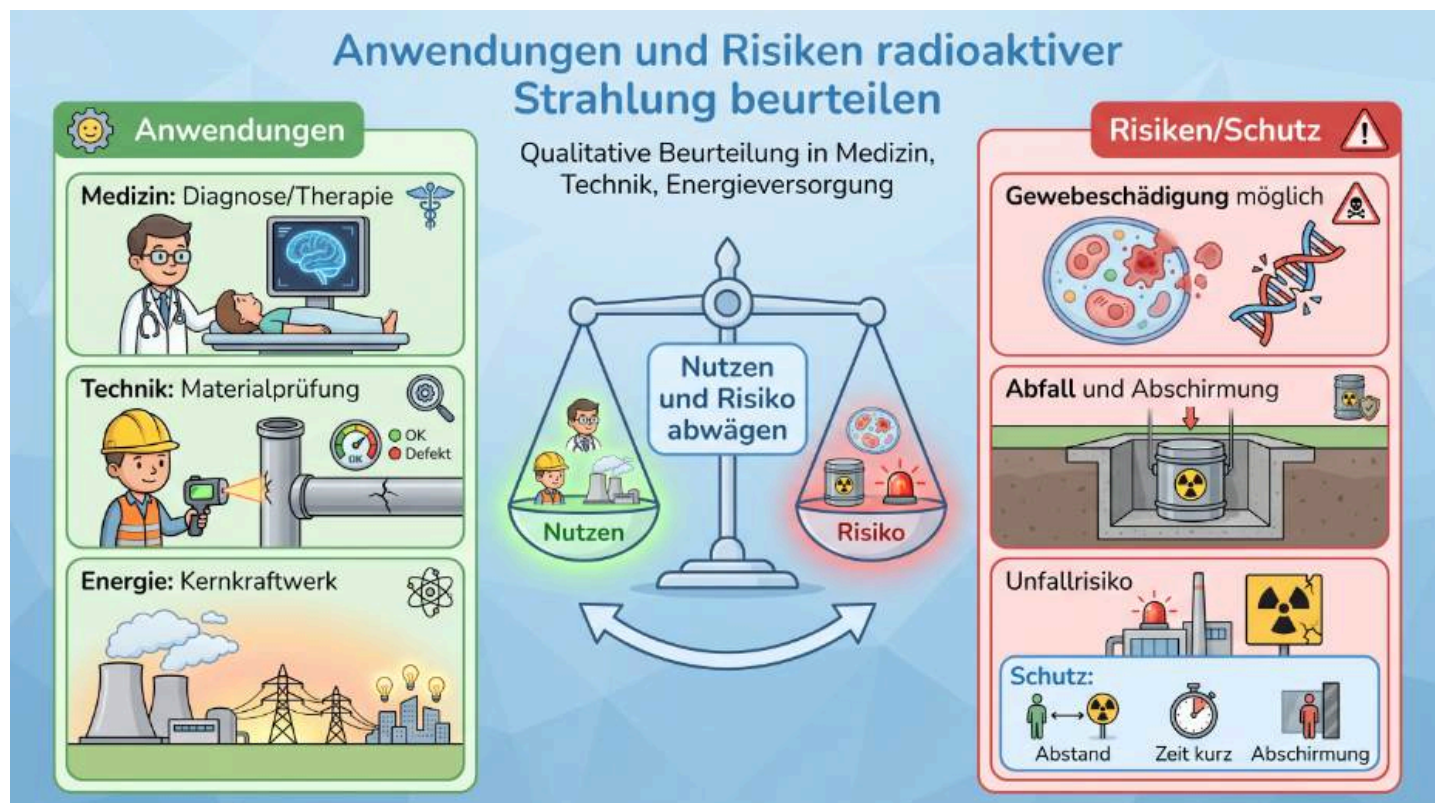
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Anwendungen und Risiken radioaktiver Strahlung beurteilen

Lernziel-ID 979e0d0d-8933-4ace-814f-f28060ad280f

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einem konkreten Einsatz ionisierender Strahlung oder radioaktiver Stoffe in Medizin, Materialprüfung oder Kerntechnik Nutzen, Strahlenrisiken und Schutzmaßnahmen anhand physikalischer Wirkungen, Einsatzbedingungen und benannter Bewertungskriterien qualitativ abwägen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Biologische Wirkungen ionisierender Strahlung einordnen

861ba90a-e89c-5b3d-8c76-8ff0bcb0f1cd

S. 73

Wird direkt vorausgesetzt von

Kernenergieoptionen mit physikalischen Kriterien bewerten

7e719cc2-0866-5267-a252-e7e7ac0d03f1

S. 436

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

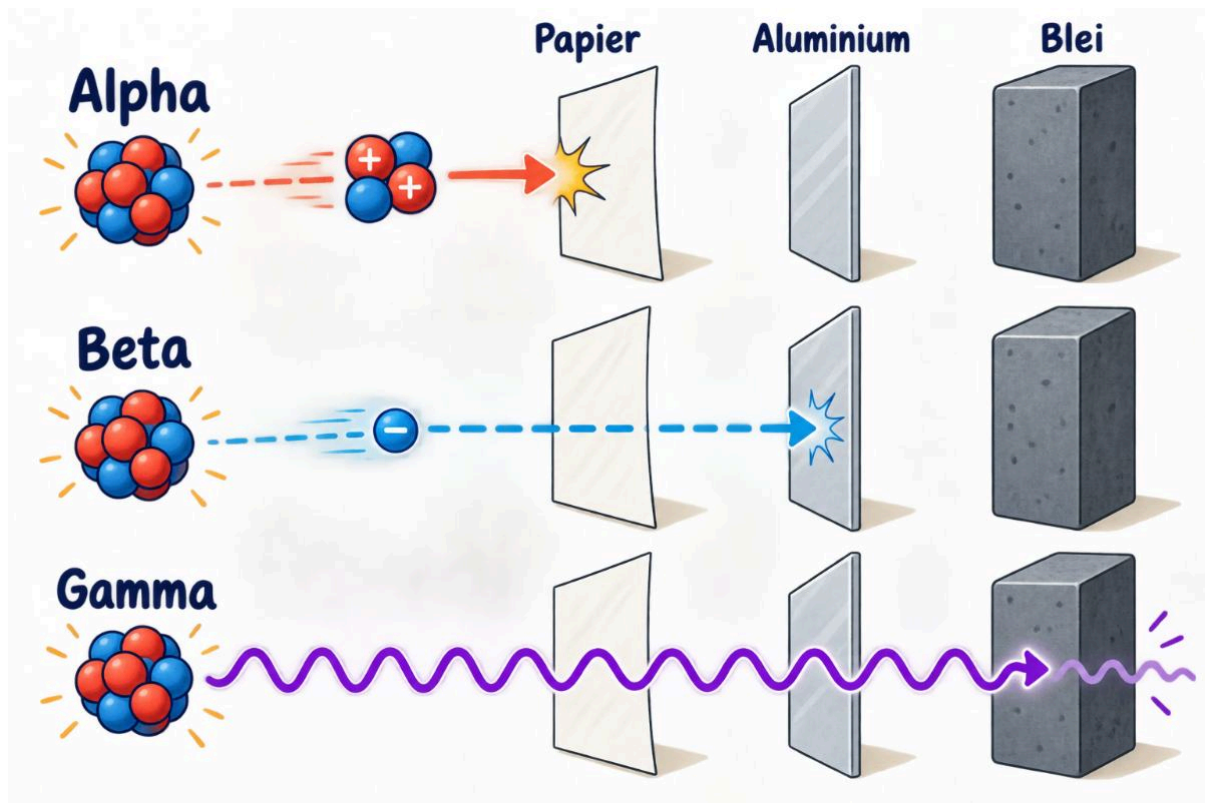
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Anwendungen radioaktiver Strahlung abwägen](#) 77b23e86-c39f-589e-8466-b28883baea51

Alpha-, Beta- und Gammastrahlung unterscheiden

Lernziel-ID 1593d95c-2aac-504c-8527-37cb61877da9

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I) > Strahlungsarten und Halbwertszeit radioaktiver Stoffe



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Alpha-, Beta- und Gammastrahlung anhand der jeweiligen Kernänderung beziehungsweise Kernabregung, der emittierten Teilchen oder Photonen sowie ihres unter vergleichbaren Bedingungen in Materie typischen Ionisations- und Durchdringungsvermögens qualitativ unterscheiden.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben

2a6703e0-2a6f-4ebf-a5c6-7aa05a4b86eb

S. 70

Wird direkt vorausgesetzt von

Halbwertszeit radioaktiver Stoffe deuten

16b94a12-ecc5-5b5c-85b6-87b4290bebf8

S. 76

Anwendungen ionisierender Strahlung qualitativ beurteilen

e5c08365-a0d3-592c-ad8e-d2c2c6e2b717

S. 154

Energiefreisetzung bei Kernreaktionen mit Masse-Energie-Äquivalenz erklären

7d78da7f-6af5-440a-9d6b-6cab4bee8dd2

S. 197

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

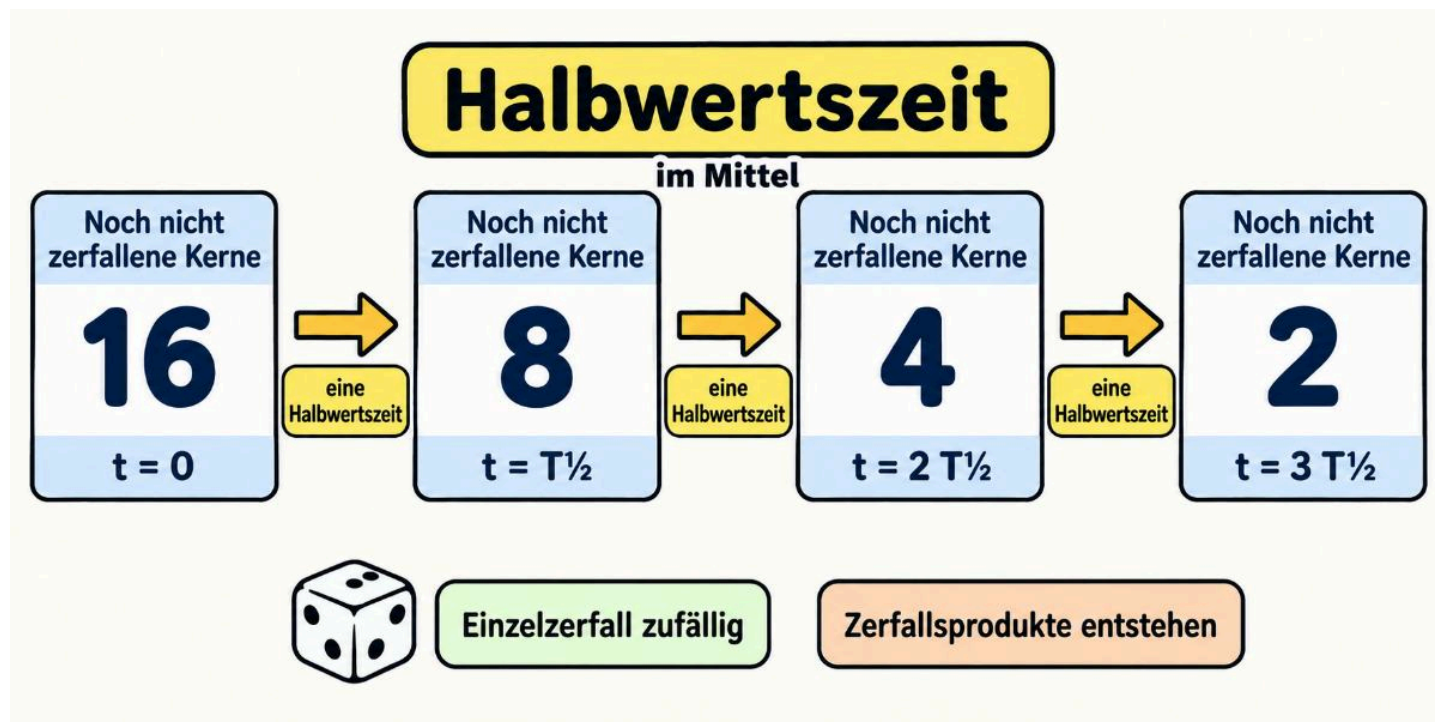
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Strahlungsnachweis und Halbwertszeit untersuchen](#) 6c9d0ef3-c82f-534f-8024-6b0efcb88276

Halbwertszeit radioaktiver Stoffe deuten

Lernziel-ID 16b94a12-ecc5-5b5c-85b6-87b4290bebf8

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I) > Strahlungsarten und Halbwertszeit radioaktiver Stoffe



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Halbwertszeit als statistische Halbierung der Zahl noch nicht zerfallener Kerne in einem großen Ensemble deuten und erklären, warum der Zerfallszeitpunkt eines einzelnen Kerns nicht vorhergesagt werden kann.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Alpha-, Beta- und Gammastrahlung unterscheiden

1593d95c-2aac-504c-8527-37cb61877da9

S. 75

Wird direkt vorausgesetzt von

Zerfallsgesetze anwenden

a12fddce-0215-58d9-bd91-21be8a960d25

S. 430

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

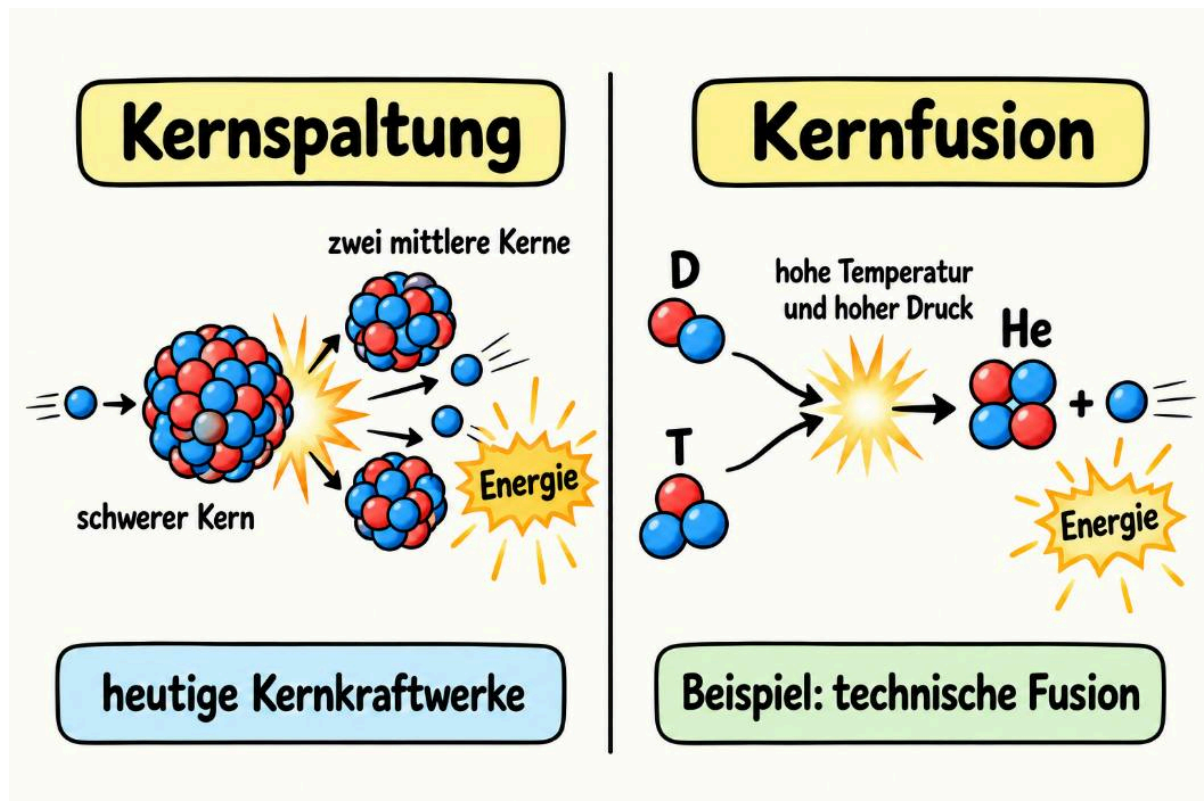
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Strahlungsnachweis und Halbwertszeit untersuchen](#) 6c9d0ef3-c82f-534f-8024-6b0efcb88276

Kernspaltung und Kernfusion qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 50877233-7abf-54df-b347-6d3224678fc9

Physik > Sekundarstufe I > Atomaufbau und Radioaktivität (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Kernspaltung und Kernfusion anhand der Ausgangskerne, der Reaktionsprodukte und der erforderlichen Bedingungen qualitativ vergleichen sowie heutige Kernkraftwerke der Kernspaltung und Sterne der Kernfusion begründet zuordnen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kern und Hülle des Atoms qualitativ beschreiben

2a6703e0-2a6f-4ebf-a5c6-7aa05a4b06eb

S. 70

Wird direkt vorausgesetzt von

Kernreaktionen und Q-Werte

5492f0e0-cbae-574e-a853-182616205ed3

S. 198

Die Funktion eines thermischen Kernreaktors erklären

68034218-8f3e-5f7f-ae4e-ed057dd4e44e

S. 199

Kernenergieoptionen mit physikalischen Kriterien bewerten

7e719cc2-0866-5267-a252-e7e7ac0d03f1

S. 436

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#)

3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Kernreaktionen und Energieoptionen bewerten](#)

a77e53d5-246d-52df-86a2-d14f7a08fb77

[Prüfungsaufgabe: Kernspaltung und Kernfusion einordnen](#)

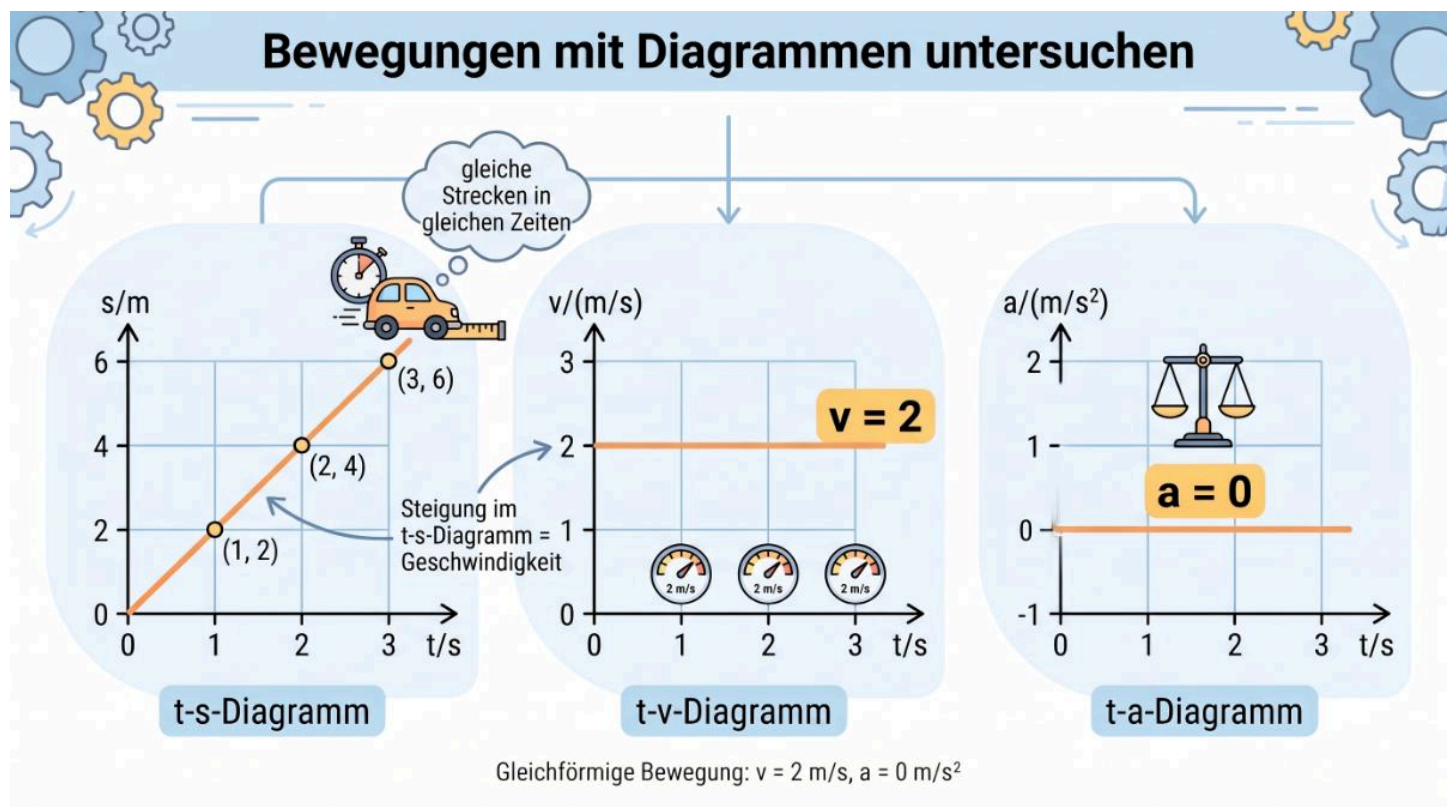
ca13e9cd-6377-540e-88c8-0308cddc8a7e

Bewegungen mit Diagrammen untersuchen

Lernziel-ID ce431132-dfc4-42c2-aff6-bd72035190f8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einfache Bewegungen experimentell erfassen und in t-s-, t-v- und t-a-Diagrammen darstellen und interpretieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bewegungen mit Weg-Zeit-Diagrammen beschreiben

ae67bcf1-f3ee-50d6-9a12-25a159dff659

S. 5

Wird direkt vorausgesetzt von

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

971beafa-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66eec3dd

S. 79

Freier Fall experimentell untersuchen

69e29573-864f-40ca-bf8a-cee7bf6dcb73

S. 82

Modellierung und Idealisierung von Bewegungen

d6dc0e02-831d-4894-a61a-852bcc74f147

S. 83

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-e73230d3fc4f

[Funktionsbegriff und Darstellungen verstehen](#) 09f47964-2cd0-410e-93ee-9632b582fc91

[Funktionswerte aus Graphen ablesen](#) a8c42ee9-2898-4247-819f-c235032ac78a

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Mehrphasenbewegung und Modellprüfung](#) 2b9e565f-d9b4-5e23-7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

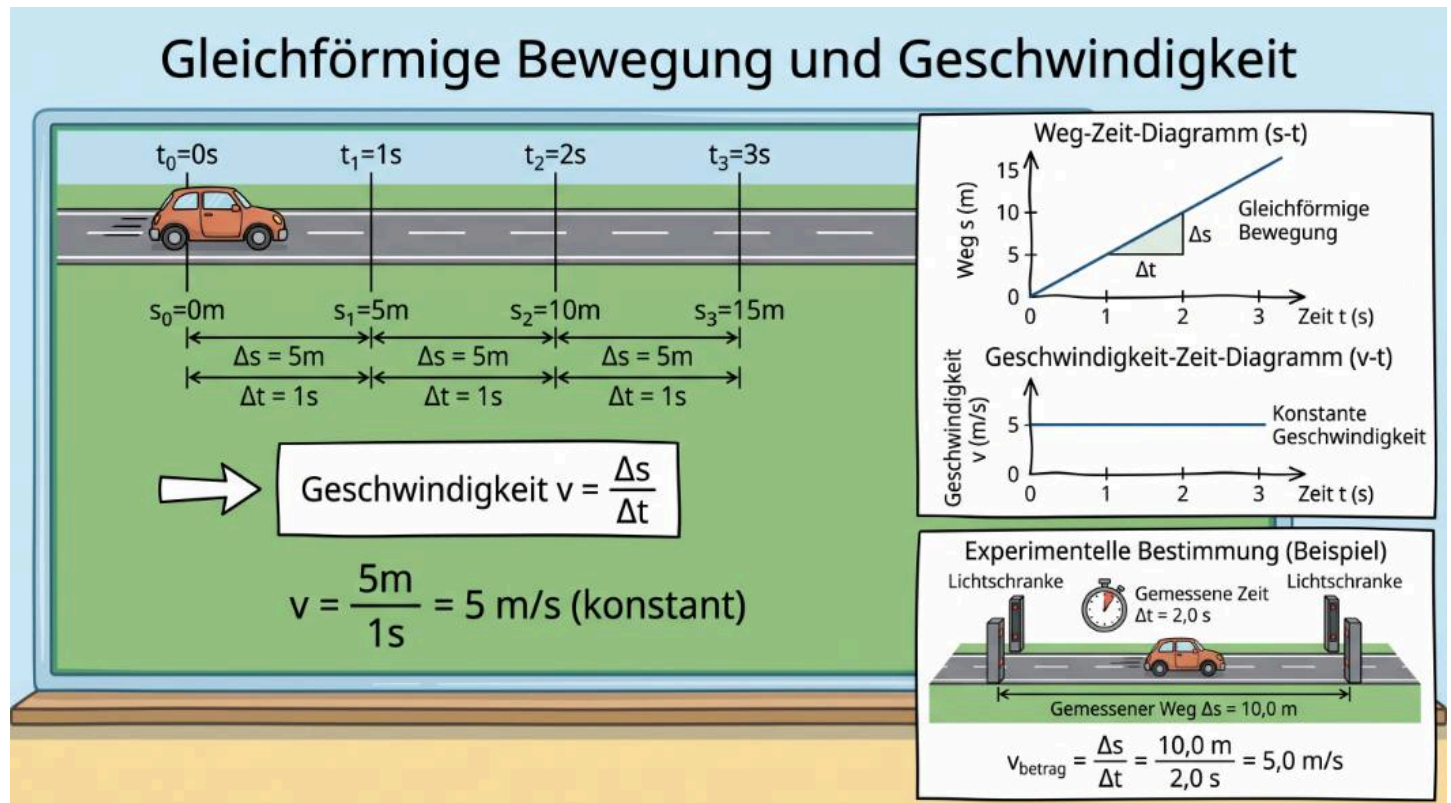
[Bewegungsanalyse und freier Fall](#) a9562b05-c54d-5635-9244-3f7dd24a8642

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

Lernziel-ID 971beafa-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66eec3dd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann gleichförmige Bewegungen im Diagramm erkennen, die Geschwindigkeit definieren und den Geschwindigkeitsbetrag experimentell bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bewegungen mit Diagrammen untersuchen

ce431132-dfc4-42c2-aff6-bd72035190f8

S. 78

Wird direkt vorausgesetzt von

Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit unterscheiden

S. 80

bf8517a9-142b-5789-826a-767f3b277998

Newtons 1. Axiom anwenden

S. 85

32b896b9-f2f1-4d4e-96ad-e869ac3d3759

Bezugssysteme und Geschwindigkeitsüberlagerung

S. 96

68c90ba6-c438-463c-9a53-cf61062d416a

Bahn- und Winkelgeschwindigkeit

S. 97

ec7a0a68-730b-5c94-ac72-a937508f8303

Kinetische Energie

S. 347

7eeff2de-6015-49a6-a96e-a488d886dc9f

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Lineare Funktionen beschreiben](#) af3d6bff-c5fb-4ec6-a9f0-c0be09fc9186

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

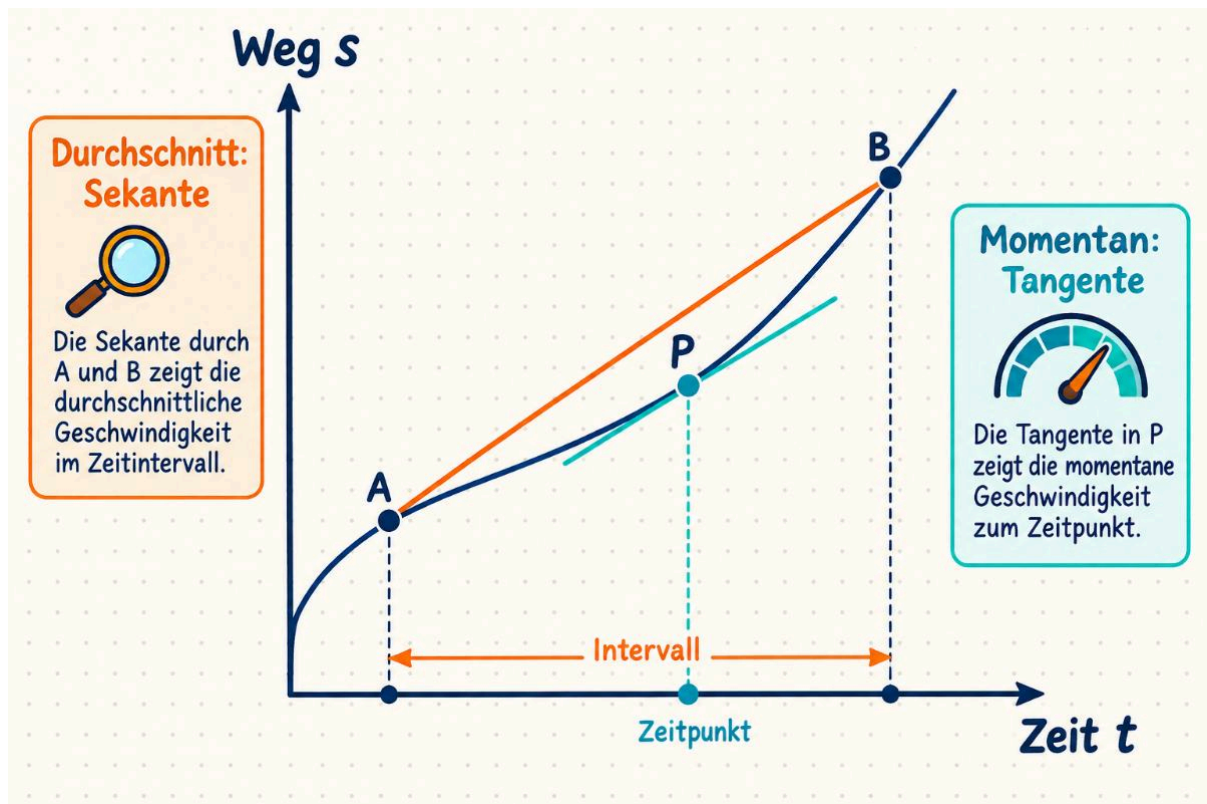
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit unterscheiden

Lernziel-ID bf8517a9-142b-5789-826a-767f3b277998

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Durchschnittsgeschwindigkeit für ein endliches Zeitintervall und Momentangeschwindigkeit für einen Zeitpunkt bestimmen, vergleichen und im t-s-Diagramm als Sekanten- beziehungsweise Tangentensteigung deuten.

Geltung

HE, MV, SL, SN, ST: Sek. II · GK; Sek. II · LK

SH: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

971beaf7a-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66eec3dd

S. 79

Wird direkt vorausgesetzt von

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung

e4b38061-1f28-43ad-8371-a3e7c0e81856

S. 81

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung

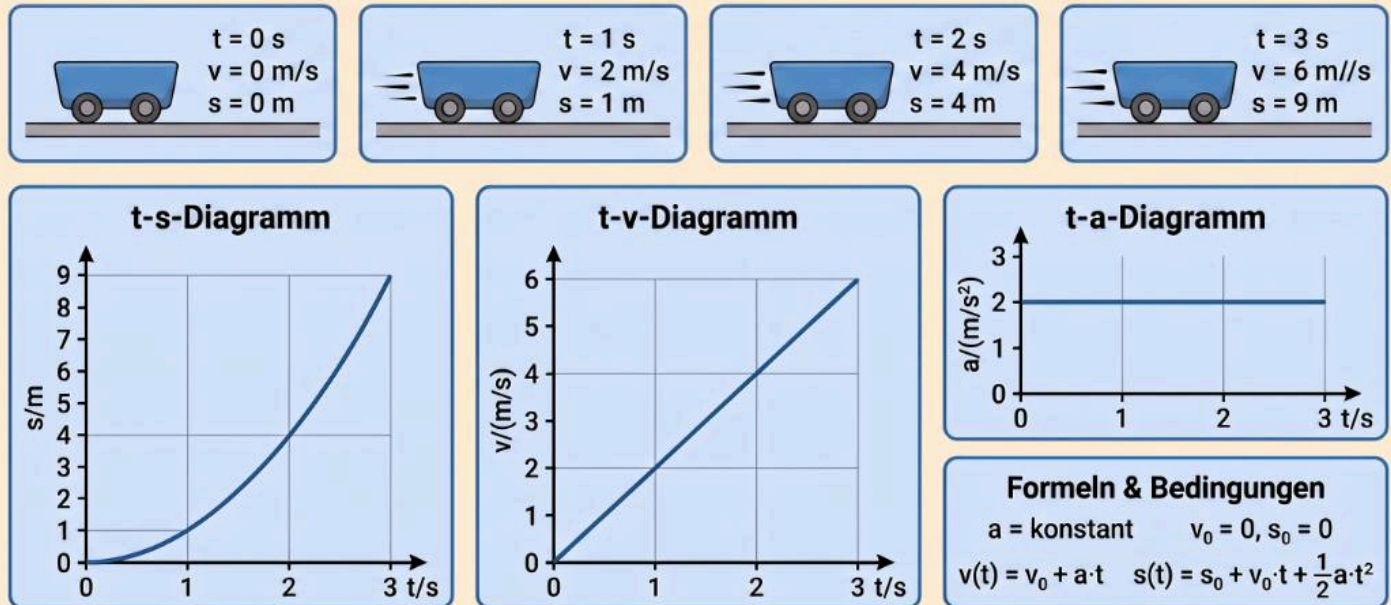
Lernziel-ID e4b38061-1f28-43ad-8371-a3e7c0e81856

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung > Beschleunigte Bewegung und freier Fall

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Momentaufnahmen (schematisch, nicht maßstäblich)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Modell der gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit konstanter Beschleunigung erläutern und in t-s-, t-v- und t-a-Darstellungen beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit unterscheiden S. 80
bf8517a9-142b-5789-826a-767f3b277998

Wird direkt vorausgesetzt von

Freier Fall experimentell untersuchen S. 82
09029573-864f-40ca-bf8a-cee7bf6dcb73

Modellierung und Idealisierung von Bewegungen S. 83
d6dc0e02-831d-4894-a61a-852bcc74f147

Newtons 1. Axiom (Trägheitsprinzip) S. 84
31a2ef52-114b-4d2c-a720-6ef5a390b6dc

Harmonische Schwingung verstehen S. 132
d03f1cb6-c224-53db-ad91-76cc7827978d

Physik im Straßenverkehr: Sicherheitsabstände bewerten S. 447
4a2bf015-052b-4af0-aed7-324259fa1a8a

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Quadratische Funktionen beschreiben und anwenden](#) 5a9702f4-7e4d-457d-b98c-f0bafcd1e386

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Mehrphasenbewegung und Modellprüfung](#) 2b9e565f-d9b4-5e23-7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1020

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

[Bewegungsanalyse und freier Fall](#) a9562b05-c54d-5635-9244-3f7dd24a8642

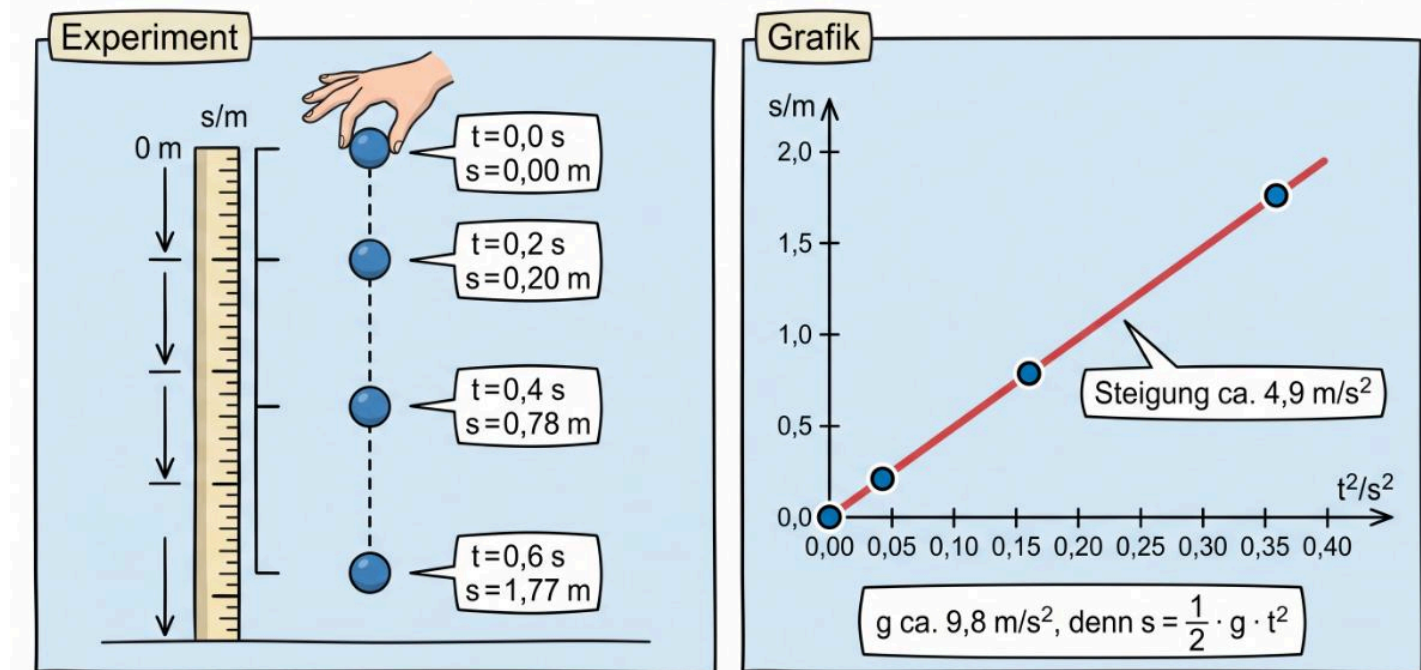
Freier Fall experimentell untersuchen

Lernziel-ID 09029573-864f-40ca-bf8a-cee7bf6dcb73

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung > Beschleunigte Bewegung und freier Fall

Freier Fall experimentell untersuchen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den freien Fall nahe der Erdoberfläche experimentell untersuchen, Messdaten grafisch auswerten, daraus im Modell ohne Luftwiderstand die Gravitationsbeschleunigung bestimmen und unter Angabe der Anfangsbedingungen ein Zeit-Ort-Gesetz formulieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bewegungen mit Diagrammen untersuchen

S. 78

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung

S. 81

Wird direkt vorausgesetzt von

Massenanziehung qualitativ beschreiben

S. 104

Fallbewegung mit Luftwiderstand und Grenzgeschwindigkeit

S. 453

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Funktionswerte berechnen](#) c65ecabf-d00b-4e2d-99ae-b64692325fffb

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Bewegungsanalyse und freier Fall](#) a9562b05-c54d-5635-9244-

3f7dd24a8642

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos](#)

analysieren dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6992c927f8d

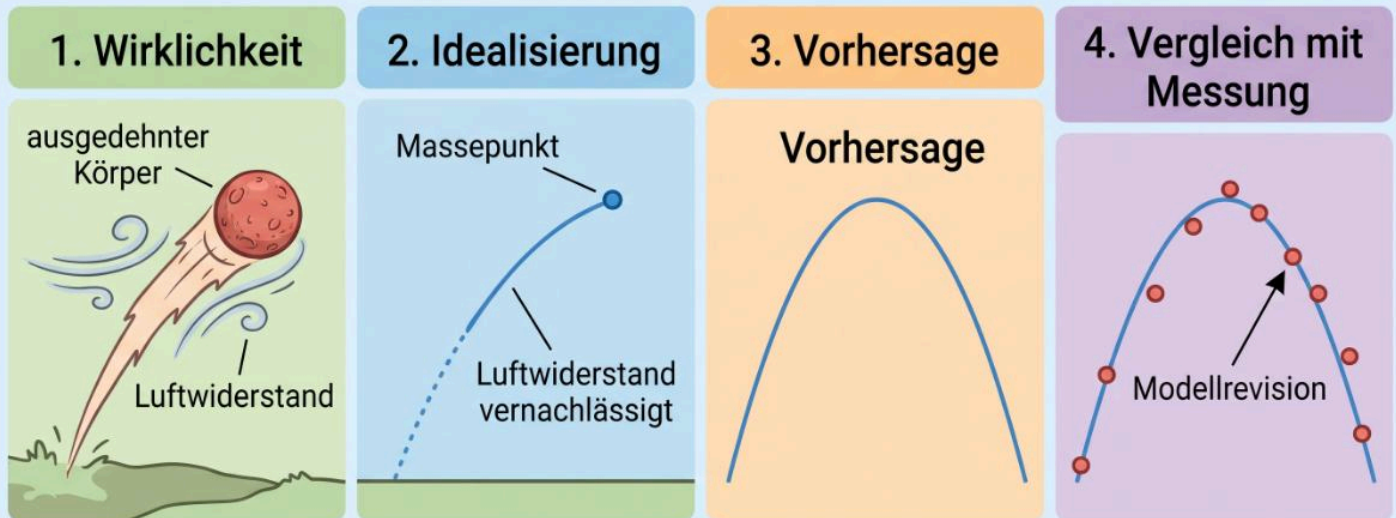
Modellierung und Idealisierung von Bewegungen

Lernziel-ID d6dc0e02-831d-4894-a61a-852bcc74f147

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.1 Bewegungen und ihre Beschreibung

Bewegungen modellieren und idealisieren



Ein Modell erklärt Wesentliches, lässt Details weg. Abweichung möglich.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Bewegungen mit Zeit-Ort- und Zeit-Geschwindigkeits-Gesetzen modellieren, die verwendeten Idealisierungen wie Massepunkt und Reibungsfreiheit begründen und die Grenzen der Modellvorhersagen angeben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bewegungen mit Diagrammen untersuchen ce431132-dfc4-42c2-aff6-bd72035190f8	S. 78	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung e4b38061-1f28-43ad-8371-a3e7c0e81856	S. 81
--	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Bewegungsabläufe im Sport qualitativ analysieren 7ead007f-e85a-5cb5-b52d-76aae626119a	S. 99	Waagerechter Wurf analysieren 89a8cf15-7ba4-46c1-b1dc-fd161b20d9c2	S. 451
---	-------	--	--------

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Lineare Funktionen rechnerisch untersuchen](#) e4f3a846-d2b8-4ee5-b0a2-4dc2833b2ecb

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

Newtons 1. Axiom (Trägheitsprinzip)

Lernziel-ID 31a2ef52-114b-4d2c-a720-6ef5a390b6dc

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze

Trägheitsprinzip

Ruhe bleibt Ruhe



$v = 0$

Summe $F = 0$

keine Geschwindigkeitsänderung

gleichförmige Bewegung bleibt gleichförmig



v konstant

$t=0\text{ s}$ $t=1\text{ s}$ $t=2\text{ s}$ $t=3\text{ s}$

Summe $F = 0$

Ohne resultierende Kraft bleibt der Bewegungszustand erhalten.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Newtons erstes Axiom formulieren und einfache Situationen damit deuten: In einem Inertialsystem bleibt ein Körper bei verschwindender resultierender äußerer Kraft in Ruhe oder bewegt sich geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären 5ea765ac-c279-551a-8a94-a07da2381e5b	S. 6	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung e4b38061-1f28-43ad-8371-a3e7c0e81856	S. 81
---	------	---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Newtons 1. Axiom anwenden 32b896b9-f2f1-4d4e-96ad-e869ac3d3759	S. 85	Newtons 2. Axiom (Grundgleichung der Mechanik) a94cfe1c-6f87-47ff-b4f3-31a58d4c6c20	S. 86	Inertialsysteme und Bezugssysteme 00245a43-eb89-47d2-92d7-21799dbec9f3	S. 90
---	-------	--	-------	---	-------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Newton's 1. Axiom anwenden

Lernziel-ID 32b896b9-f2f1-4d4e-96ad-e869ac3d3759

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze

Trägheitsprinzip anwenden

Kräftegleichgewicht

$F_1 = F_2$
 $\sum \text{Summe } F = 0$

Bewegungszustand

Unter Summe $F = 0$

$v = 0$: bleibt in Ruhe

$v = \text{konstant}$: bleibt gleichförmig

✓ Kräftegleichgewicht bedeutet: **keine Beschleunigung.**
✗ Es bedeutet **nicht automatisch Stillstand.**

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Trägheitsprinzip auf Alltagssituationen in Inertialsystemen anwenden und erklären, dass eine verschwindende resultierende äußere Kraft sowohl mit Ruhe als auch mit gleichförmig-geradliniger Bewegung vereinbar ist.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

971beafa-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66e3dd

S. 79

Newton's 1. Axiom (Trägheitsprinzip)

31a2ef52-114b-4d2c-a720-6ef5a390bdc

S. 84

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Trägheit, Kraftstoß und Stoßvorgang untersuchen](#) 68061652-d617-5e51-8d2a-1c686c3c49df

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Newtons 2. Axiom (Grundgleichung der Mechanik)

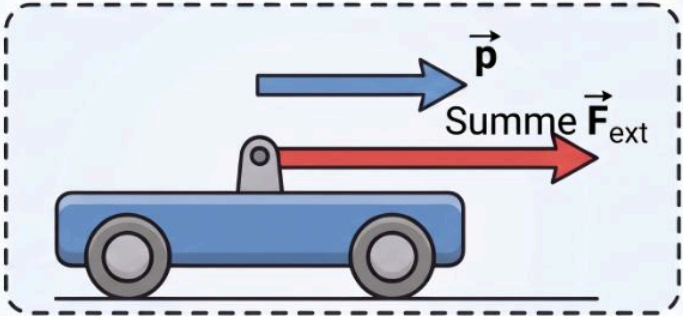
Lernziel-ID a94cfe1c-6f87-47ff-b4f3-31a58d4c6c20

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze

Newtons 2. Axiom

materiell abgeschlossenes System



Inertialsystem

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$
$$\text{Summe } \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

bei konstanter Masse: $\text{Summe } \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}$

Äußere resultierende Kraft ändert den **Impuls** des Systems.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den vektoriellen Impuls $\vec{p} = m\vec{v}$ einführen, Newtons zweites Axiom in einem Inertialsystem für ein materiell abgeschlossenes System als Zusammenhang zwischen der resultierenden äußeren Kraft und der zeitlichen Änderung des Impulses formulieren und deuten sowie für konstante Masse auf $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$ zurückführen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Newtons 1. Axiom (Trägheitsprinzip) 31a2ef52-114b-4d2c-a720-6ef5a390b6dc	S. 84
Grundgleichung der Mechanik anwenden 5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79	S. 87
Newtons 3. Axiom (Wechselwirkungsprinzip) ad984bb6-e225-432a-952d-d83cda40b7f8	S. 88
Erhaltung der mechanischen Energie tiefer verstehen (LK) e359f8bb-6106-44aa-9edf-694528d2d2a9	S. 410

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

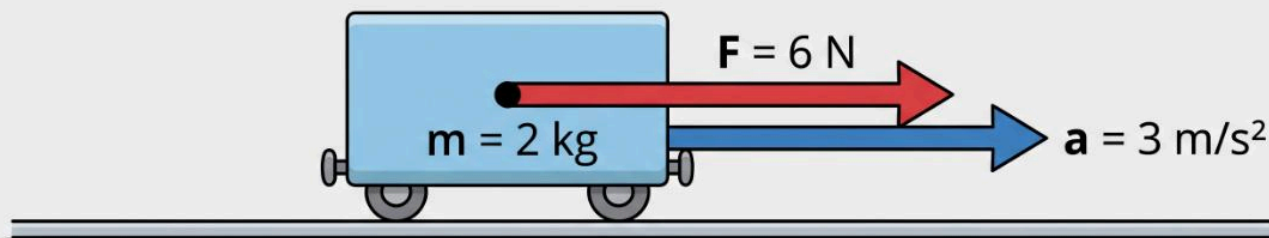
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Grundgleichung der Mechanik anwenden

Lernziel-ID 5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze

Grundgleichung der Mechanik anwenden



$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{6 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Summe $F = 0 \rightarrow$ keine Beschleunigung

Summe $F = 6 \text{ N}$ nach rechts $\rightarrow a$ nach rechts

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für einfache eindimensionale Bewegungen eines Körpers konstanter Masse in einem Inertialsystem die Beziehung $\sum F_{\text{ext}} = m \cdot a$ mit einer gewählten Vorzeichenrichtung anwenden und Kräftegleichgewicht ($\sum F_{\text{ext}} = 0$) von beschleunigter Bewegung unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären	S. 6	Newton's 2. Axiom (Grundgleichung der Mechanik)	S. 86
---	------	---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Mechanische Arbeit als Energieänderung	S. 91	Impulserhaltung	S. 95	Zentripetalkraft als Resultierende herleiten	S. 98	Reibungskräfte qualitativ verstehen	S. 101	Grenzen der Vorhersagbarkeit (Chaos)	S. 103	Impulserhaltung aus Newtonschen Axiomen (LK)	S. 196
Geladene Teilchen in homogenen elektrischen Feldern untersuchen	S. 253	Braunsche Röhre (Oszilloskop)	S. 254	Linearbeschleuniger modellieren	S. 255	2. Kepler-Gesetz aus Drehimpulserhaltung herleiten (LK)	S. 413	Fallbewegung mit Luftwiderstand und Grenzggeschwindigkeit	S. 453		

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Proportionale Zusammenhänge mit Quotientengleichheit prüfen](#) c1f50bcc-7848-4e49-b9de-0ec030cc6bca

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Newton'sche Axiome und Kräftebilanz](#) 22561c66-3957-5d55-b07a-25de1f359930

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

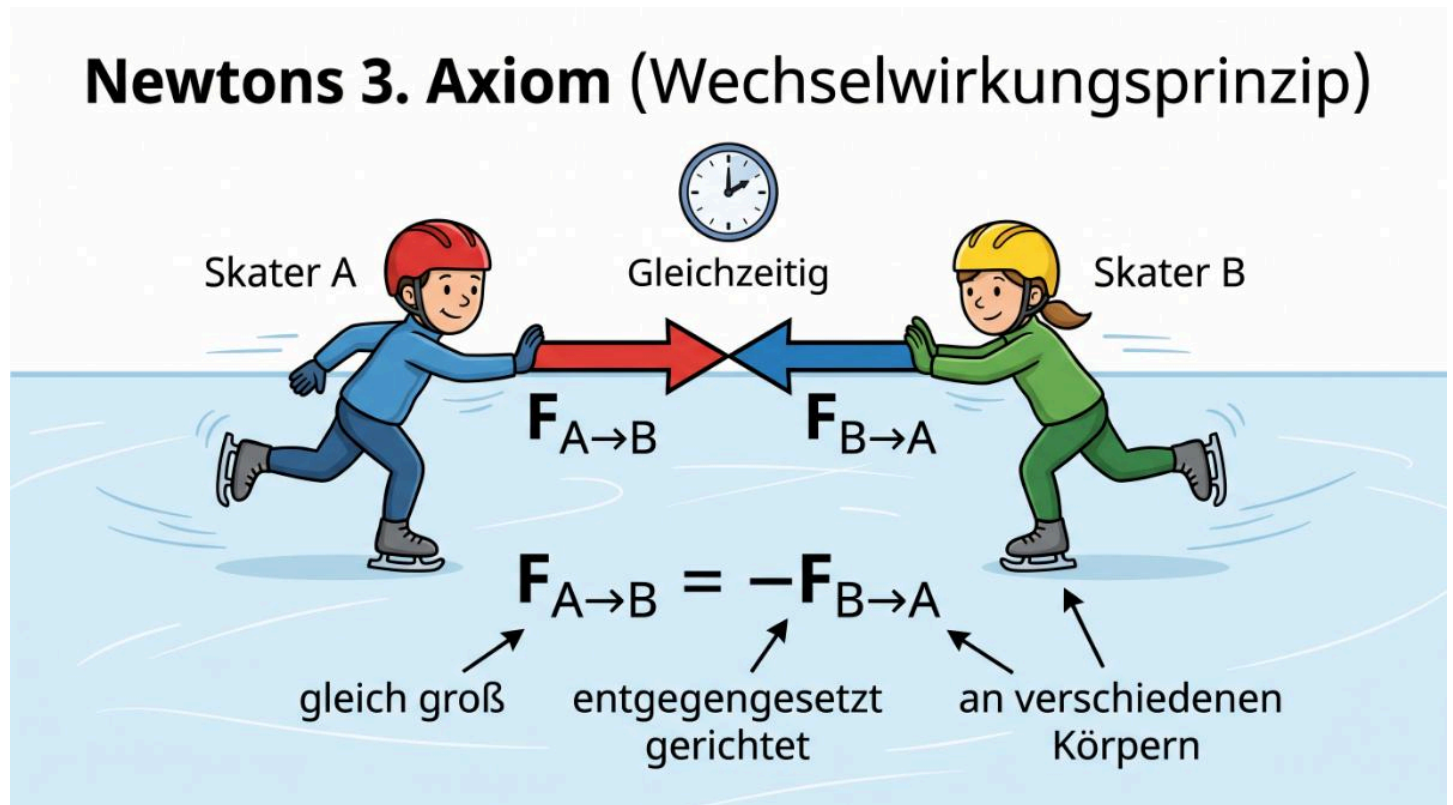
[Überhöhte Kurve und Grenzggeschwindigkeiten](#) a320bb17-e6ab-50ea-a965-aa331bf033e1

Newtons 3. Axiom (Wechselwirkungsprinzip)

Lernziel-ID ad984bb6-e225-432a-952d-d83cda40b7f8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Newtons drittes Axiom formulieren und an Beispielen erläutern, dass zwei wechselwirkende Körper gleichzeitig gleich große, entgegengesetzt gerichtete Kräfte aufeinander ausüben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Newtons 2. Axiom (Grundgleichung der Mechanik)

a94cfe1c-6f87-47ff-b4f3-31a58d4c6c20

S. 86

Wird direkt vorausgesetzt von

Newtons 3. Axiom anwenden

a8aaedcb-41f8-4891-af77-a69a76b8c10d

S. 89

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eef1026

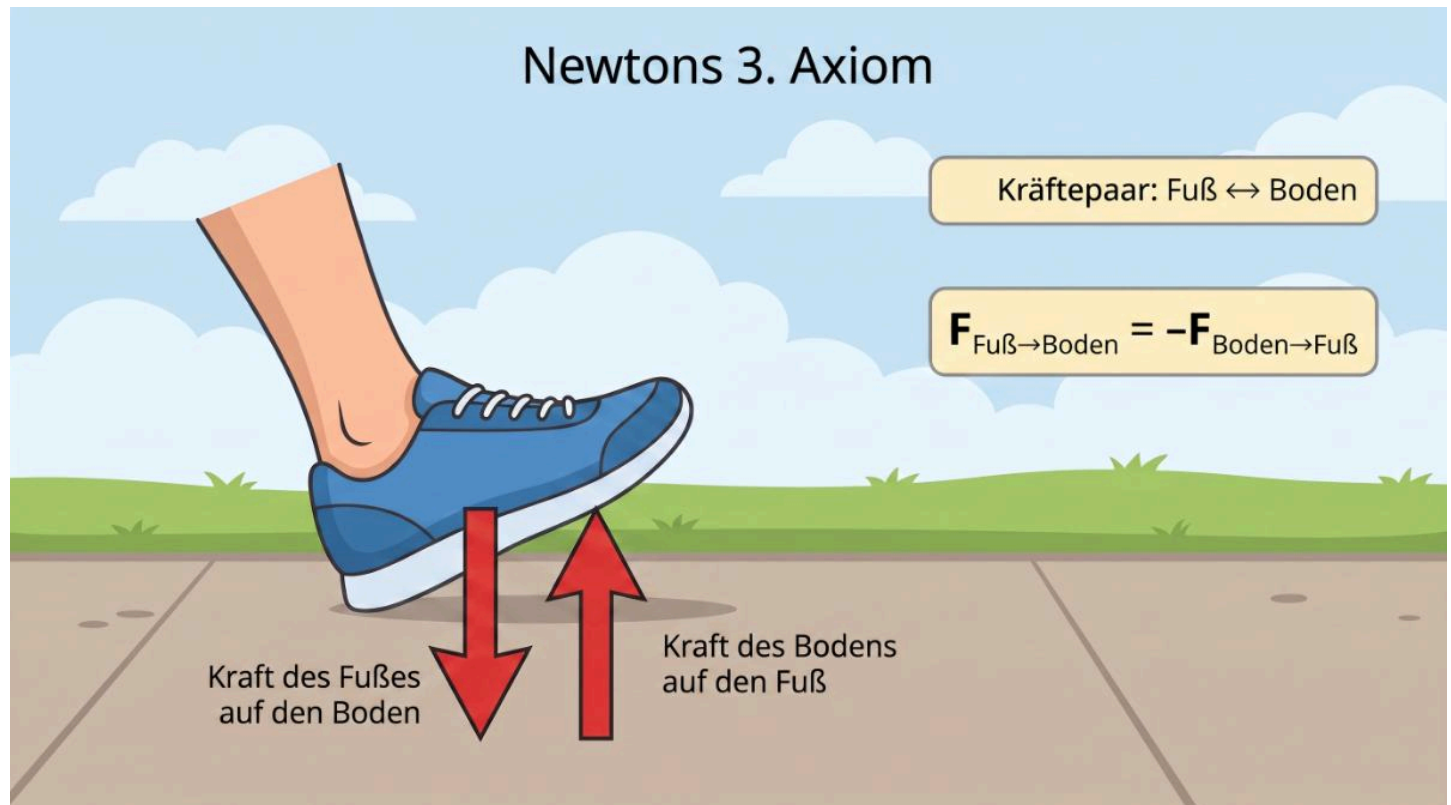
[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Newtons 3. Axiom anwenden

Lernziel-ID a0aaedcb-41f8-4891-af77-a69a76b8c10d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in Alltagssituationen Wechselwirkungskräfte als gleich große, entgegengesetzt gerichtete Kräfte identifizieren, die gleichzeitig auf zwei verschiedene Körper wirken, und sie von einer Kräftebilanz an einem einzelnen Körper unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Newtons 3. Axiom (Wechselwirkungsprinzip)

ad984bb6-e225-432a-952d-d83cda40b7f8

S. 88

Wird direkt vorausgesetzt von

Impulserhaltung

839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824

S. 95

Impulserhaltung aus Newtonschen Axiomen (LK)

f524f05c-4456-4fc3-a1f7-f40741fc1f16

S. 196

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Newton'sche Axiome und Kräftebilanz](#) 22561c66-3957-5d55-

b07a-25de1f359930

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#)

be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Inertialsysteme und Bezugssysteme

Lernziel-ID 00245a43-eb89-47d2-92d7-21799dbec9f3

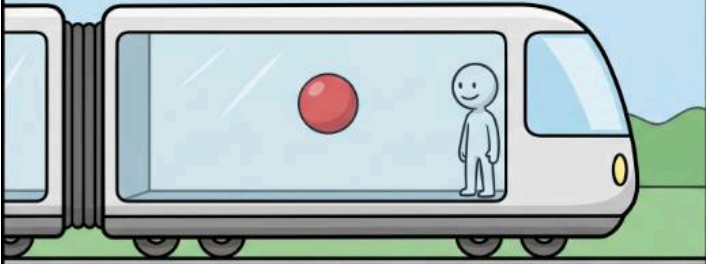
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze

Inertialsysteme und Bezugssysteme

Inertialsystem

v konstant



Newton'sche Gesetze gelten
ohne Scheinkraft

nicht-inertiales System

a nach rechts



Inertialsystem:
nicht beschleunigt

- **Bezugssystem:** Perspektive der Beobachtung
- **Inertialsystem:** nicht beschleunigt

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Inertialsysteme definieren und von nicht-inertialen Bezugssystemen unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Newton's 1. Axiom (Trägheitsprinzip)

31a2ef52-114b-4d2c-a720-6ef5a390b6dc

S. 84

Wird direkt vorausgesetzt von

Erhaltung der mechanischen Energie tiefer verstehen (LK)

e359f8bb-6106-44aa-9edf-694528d2d2a9

S. 410

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Mechanische Arbeit als Energieänderung

Lernziel-ID c1c71daa-042b-4f4c-8c31-0ac366f5149e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Energie

MECHANISCHE ARBEIT ALS ENERGIEÄNDERUNG

Hubkraft F

Kiste

$s = h = 2 \text{ m}$

Kiste

$$W = F \cdot s$$
$$F = 100 \text{ N}$$
$$s = 2 \text{ m}$$
$$W = 200 \text{ J}$$
$$\Delta E_{\text{pot}} = 200 \text{ J}$$

Arbeit überträgt Energie.
Hubarbeit vergrößert
Lageenergie.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mechanische Arbeit als Energieübertragung über eine festgelegte Systemgrenze deuten, ihr Vorzeichen aus Kraft- und Wegrichtung bestimmen und die am System verrichtete Arbeit konsistent mit dessen Energieänderung bilanzieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1390e79

S. 87

Wird direkt vorausgesetzt von

Mechanische Energie

94784e0a-7ddc-48be-91fb-dc82b78eb322

S. 92

Wärmeenergie als innere Energie deuten

88d07c80-5d7d-5c70-b385-b22769381e44

S. 109

Prozessarbeit bei Volumenänderungen bestimmen

7982cd8e-2151-59e7-858d-c1361c5d249e

S. 114

Arbeit, Spannung und Potenzial im E-Feld

1730c01d-8c85-57df-b031-c11e2a0511b1

S. 242

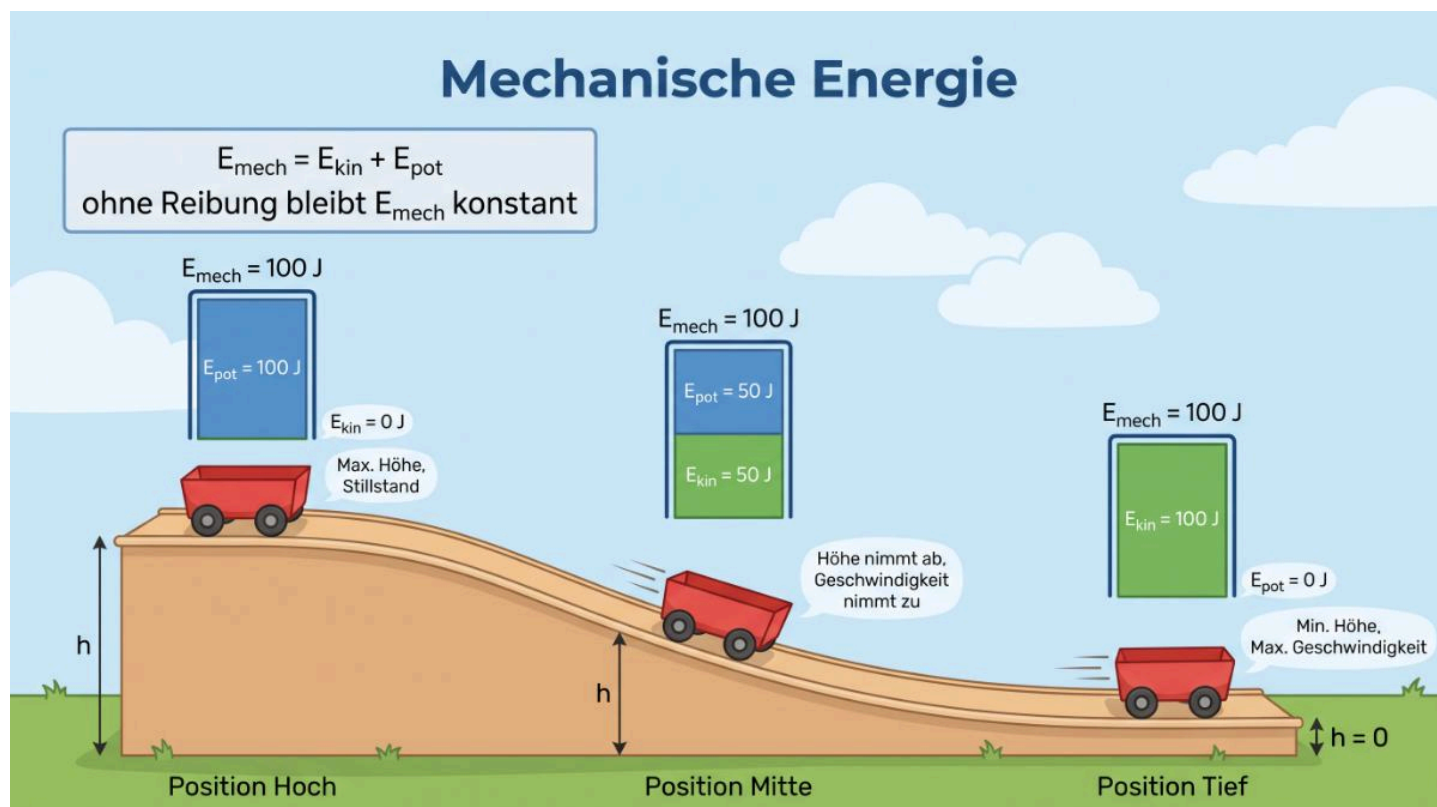
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Mechanische Energie

Lernziel-ID 94784e0a-7ddc-48be-91fb-dc82b78eb322

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Energie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die mechanische Energie als Summe aus kinetischer und potenzieller Energie beschreiben und einfache Beispiele deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energieformen qualitativ unterscheiden 722857cf-f327-5740-8151-64eb92195ec8	S. 11	Mechanische Arbeit als Energieänderung c1c71daa-042b-4f4c-8c31-0ac366f5149e	S. 91
---	-------	---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Energieerhaltung 91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83	S. 93	Wärmeenergie als innere Energie deuten 88d07c80-5d7d-5c70-b385-b22769381e44	S. 109
---	-------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

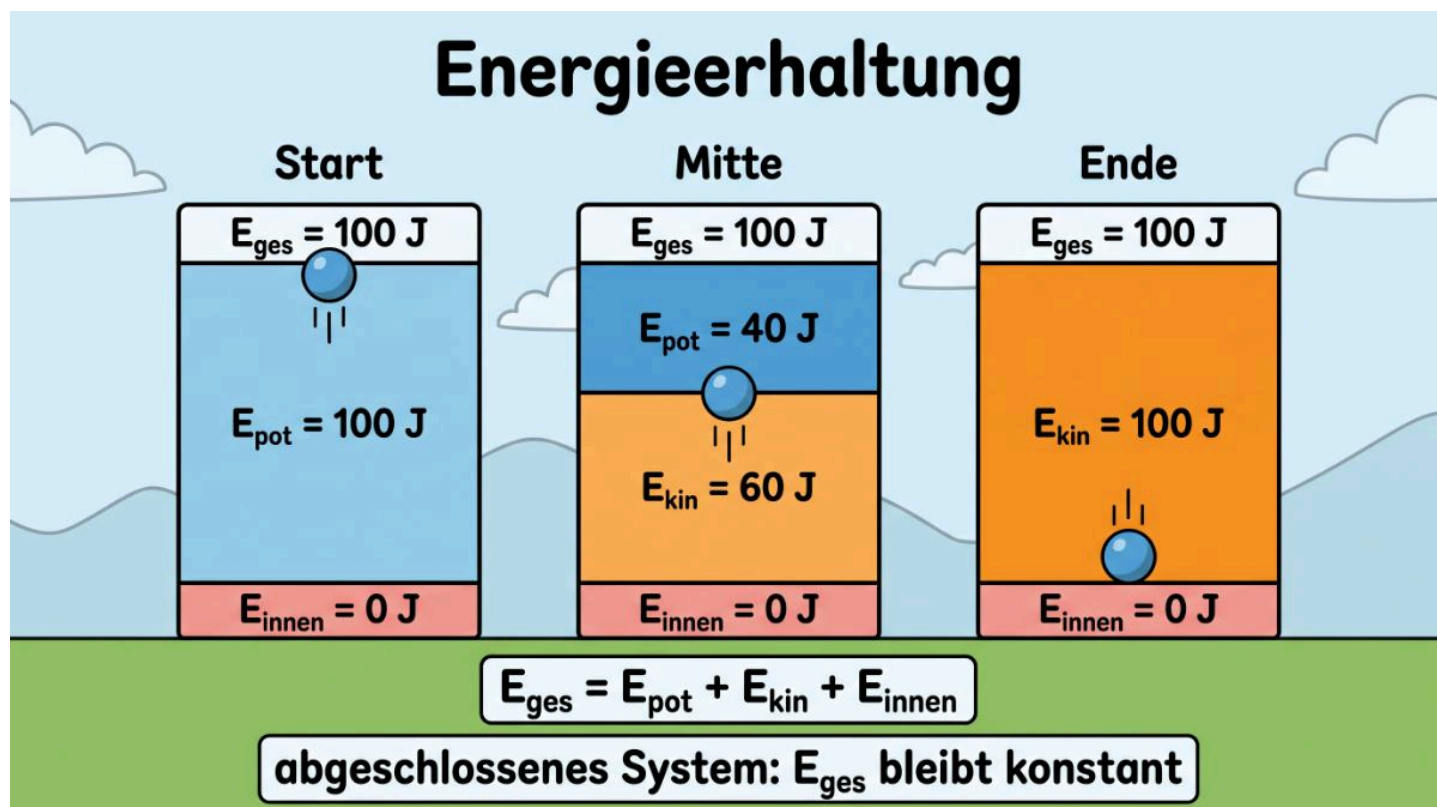
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Energieerhaltung

Lernziel-ID 91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Energie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein System, über dessen Grenze keine Energie übertragen wird, die Energieerhaltung formulieren und einfache Umwandlungen zwischen Energieformen bilanziell beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Energie S. 92
94784e0a-7ddc-48be-91fb-dc82b78eb322

Wird direkt vorausgesetzt von

Reibungsenergie 253a71d2-e751-4c63-acbe-238b71463cd8 S. 94	Optimierungen in Sportsituationen physikalisch begründen e39c83b0-cb4f-5454-a143-b9a159c99cba S. 100	Energieentwertung vs. Energieverbrauch cbdc0b5f-8a48-5ade-be53-ab6aaca3e73 S. 116	Einfache Stossvorgaenge mit Impuls- und Energieerhaltung analysieren 2eecd0e2-a7ca-4568-9b12-3d47706c65fb S. 346
Elastische Stöße d168ae5d-f36f-4ad4-b070-d5931f8d70d1 S. 348	Erhaltung der mechanischen Energie tiefer verstehen (LK) e359f8bb-6106-44aa-9edf-694528d2d2a9 S. 410	Inelastische Stöße 0da13365-02c2-44f1-8a81-d524ca0ac3ae S. 450	

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

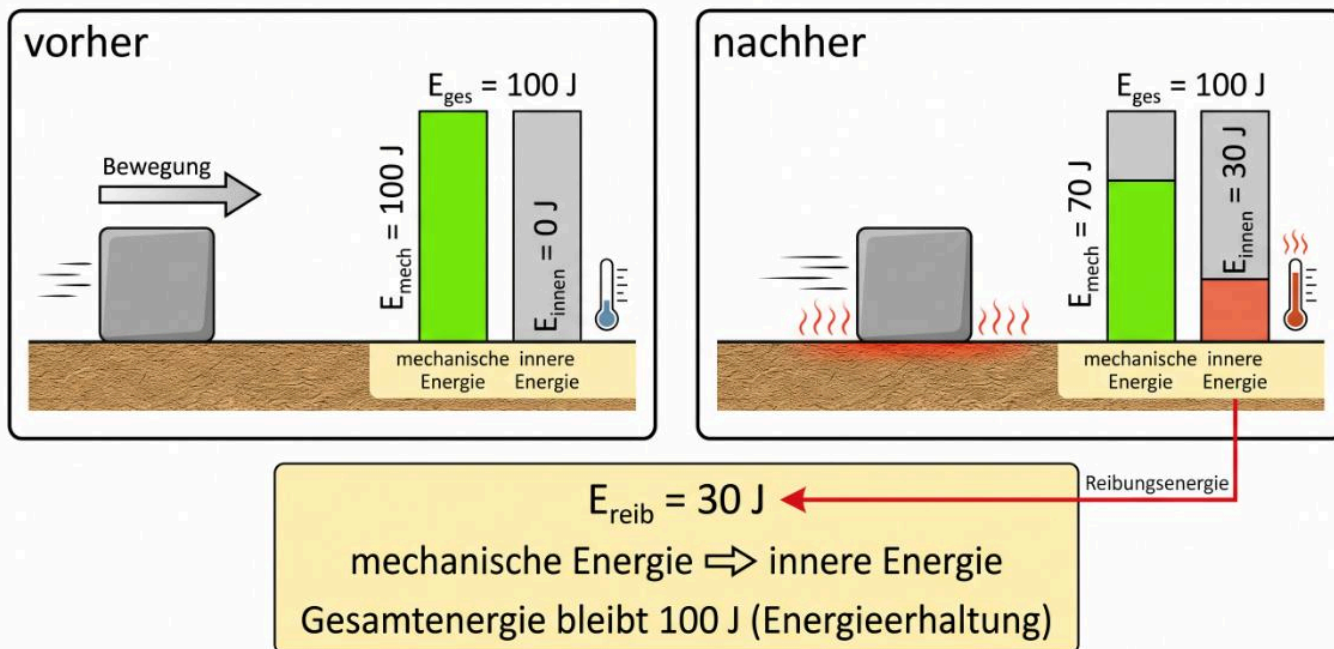
[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Reibungsenergie

Lernziel-ID 253a71d2-e751-4c63-acbe-238b71463cd8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Energie

Reibungsenergie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Begriff Reibungsenergie als Bilanzgröße für den Anteil mechanischer Energie deuten, der bei Reibung in innere Energie der beteiligten Körper umgewandelt wird, und diese Energieumwandlung für ein festgelegtes System qualitativ bilanzieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieerhaltung

91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83

S. 93

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

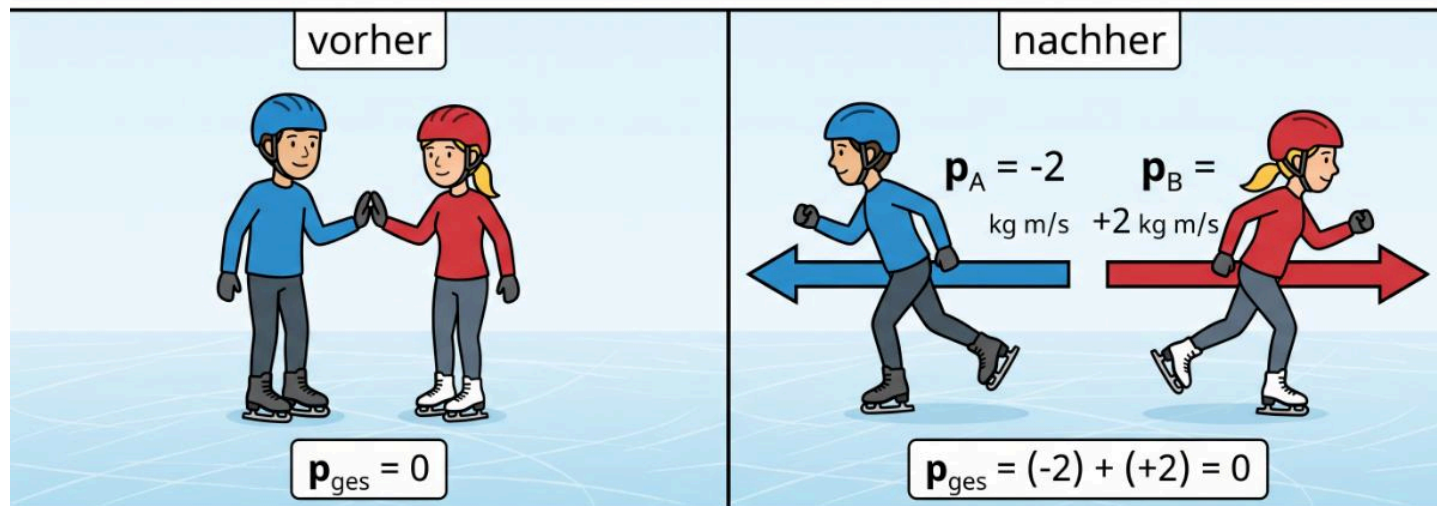
[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Impulserhaltung

Lernziel-ID 839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Impuls

Impulserhaltung



$\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v}$
abgeschlossenes System: $\mathbf{p}_{\text{ges}}$ bleibt konstant

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einem abgegrenzten System ohne resultierenden äußeren Kraftstoß den Gesamtimpuls als vektorielle Erhaltungsgröße nutzen und einfache Rückstoßsituationen damit qualitativ begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden 5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1390e79	S. 87	Newtons 3. Axiom anwenden a0aaedcb-41f8-4891-af77-a69a76b8c10d	S. 89
Einfache Stossvorgänge mit Impuls- und Energieerhaltung analysieren 2eecd0e2-a7ca-4568-9b12-3d47706c65fb	S. 346	Elastische Stöße d168ae5d-f36f-4ad4-b070-d5931f8d70d1	S. 348
Inelastische Stöße 0da13365-02c2-44f1-8a81-d524ca0ac3ae	S. 450	Drehimpuls als Erhaltungsgröße 37f17e7e-9fcf-5dca-ac10-e94cb8420be5	S. 397
		Kraftstoß e790de73-f8e5-4027-bc05-9f12a0e8c9cb	S. 448

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Energie, Impuls und Stöße](#) 72649cf5-893c-5f03-88bd-a2497171d434

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

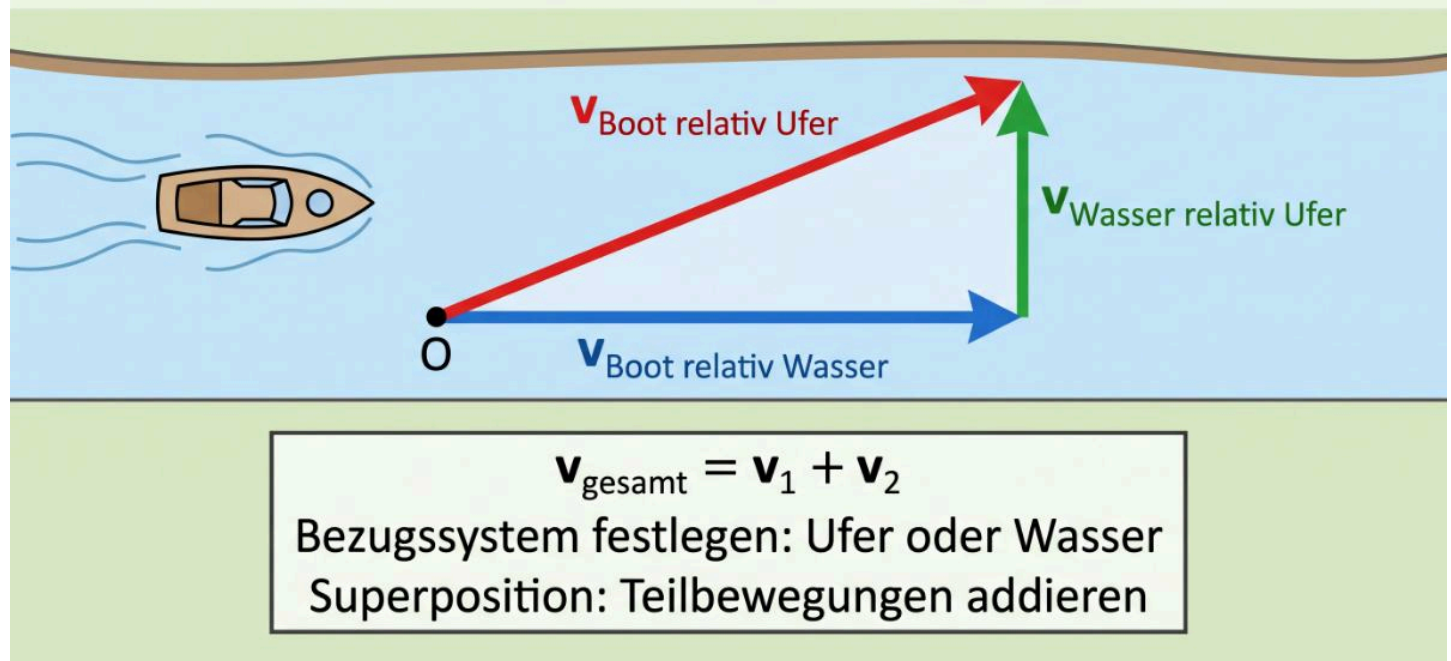
Bezugssysteme und Geschwindigkeitsüberlagerung

Lernziel-ID 68c90ba6-c438-463c-9a53-cf61062d416a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Waagerechter Wurf und Kreisbewegung > Waagerechter Wurf und Superposition

Bezugssysteme und Superposition



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine Bewegung ein geeignetes Bezugssystem wählen und Relativgeschwindigkeiten vektoriell überlagern, um die resultierende Bewegung zu bestimmen und zu erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

971beafa-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66eec3dd

S. 79

Wird direkt vorausgesetzt von

Waagerechter Wurf analysieren

89a8cf15-7ba4-46c1-b1dc-fd161b20d9c2

S. 451

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

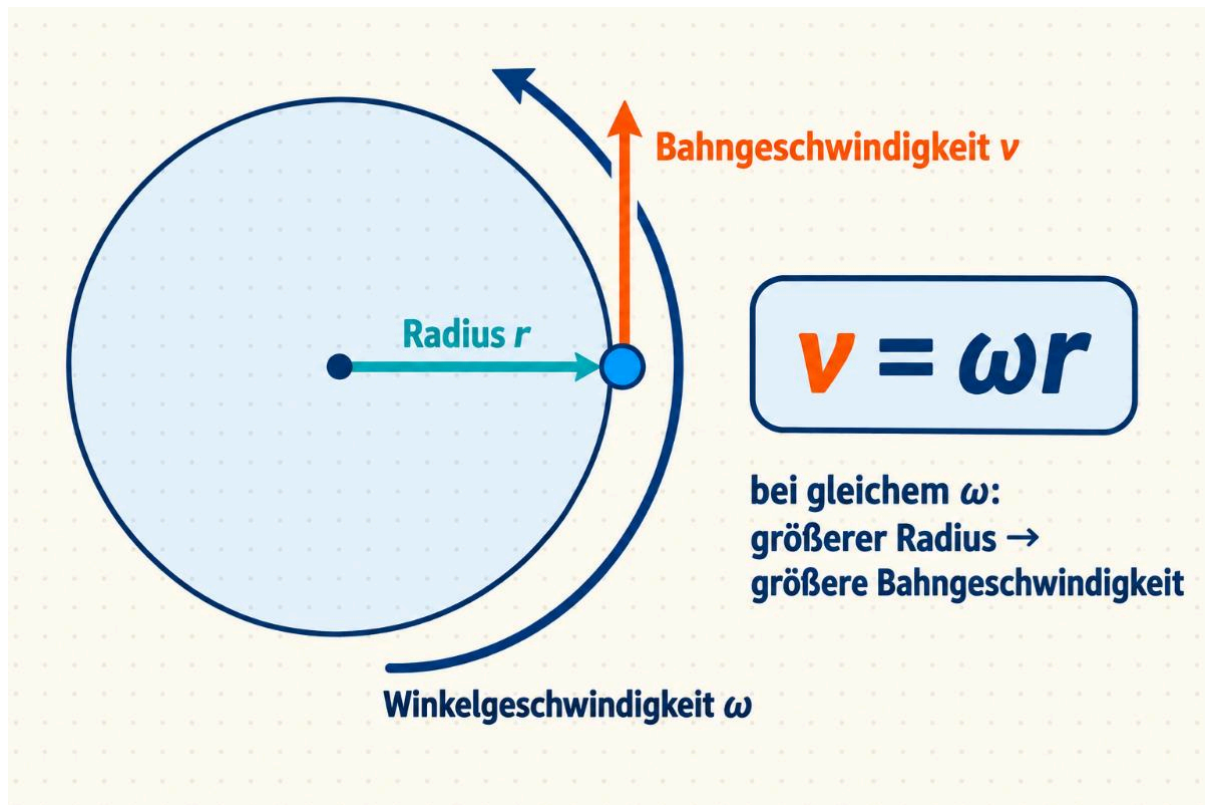
[Mehrphasenbewegung und Modellprüfung 2b9e565f-d9b4-5e23-7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026](#) [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

[Mehrstufige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d](#)

Bahn- und Winkelgeschwindigkeit

Lernziel-ID ec7a0a68-730b-5c94-ac72-a937508f8303

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Waagerechter Wurf und Kreisbewegung > Kreisbewegungen und Zentripetalkraft



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei Kreisbewegungen Bahn- und Winkelgeschwindigkeit definieren, berechnen und ihren Zusammenhang $v = \omega r$ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

971beafa-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66eec3dd

S. 79

Wird direkt vorausgesetzt von

Zentripetalkraft als Resultierende herleiten

e918b31f-6f39-5dee-ade6-3617080fb24f

S. 98

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Orbitaldynamik und Energiebilanz](#) 1b432223-3d59-5586-86a9-2214b4844101

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Zentripetalkraft als Resultierende herleiten

Lernziel-ID e918b31f-6f39-5dee-ade6-3617080fb24f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Waagerechter Wurf und Kreisbewegung > Kreisbewegungen und Zentripetalkraft

Zentripetalkraft herleiten

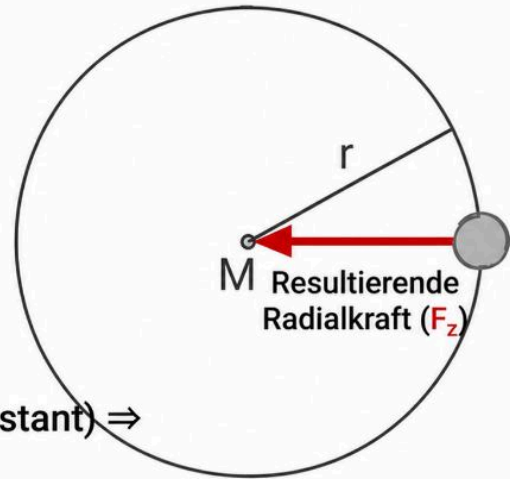
1. $a_z = v^2 / r$

2. $\sum F_{\text{rad}} = m \cdot a_z$

3. $F_z = m \cdot v^2 / r$

Hinweis: F_z ist keine neue Kraft, sondern die resultierende Kraft.

- **größere Geschwindigkeit** (m, r konstant) $\Rightarrow$ **deutlich größere Kraft**
- **größerer Radius** (m, v konstant) $\Rightarrow$ **kleinere Kraft**



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine gleichförmige Kreisbewegung herleiten, dass die zum Mittelpunkt gerichtete resultierende Kraft den Betrag $F_z = mv^2/r$ hat, und bei jeweils konstanten übrigen Größen erklären, wie dieser von Masse, Geschwindigkeit und Radius abhängt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4858-b44f-041ba1398e79

S. 87

Bahn- und Winkelgeschwindigkeit

ec7a0a68-730b-5c94-ac72-a937508f8303

S. 97

Wird direkt vorausgesetzt von

Kreisbewegung mit Zentripetalkraft anwenden

accb1d9e-cd48-5983-bcef-9b9bca4a9114

S. 393

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

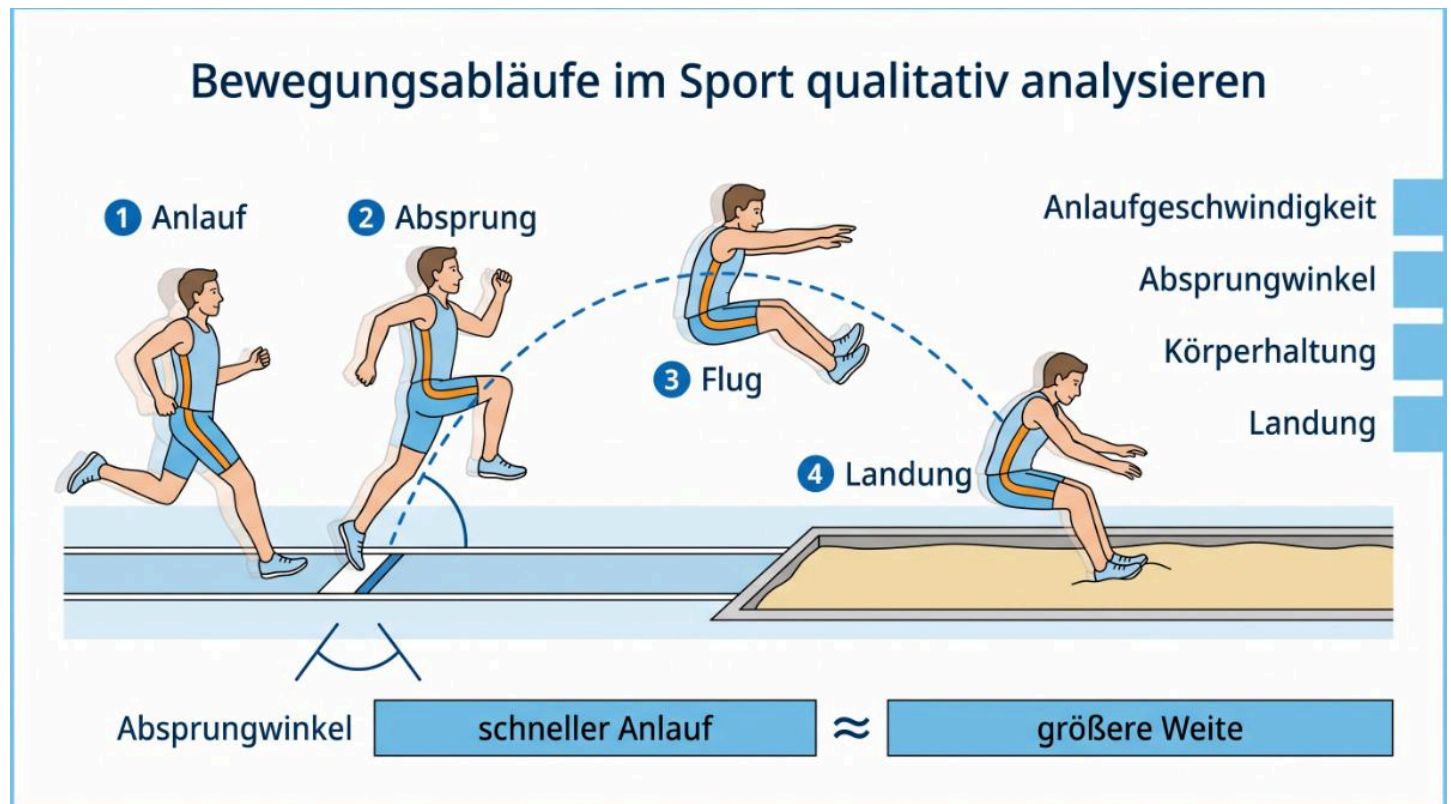
[Überhöhte Kurve und Grenzgesehwindigkeiten](#) 8320bb17-e6ab-50ea-a965-aa331bfd33e1

Bewegungsabläufe im Sport qualitativ analysieren

Lernziel-ID 7ead007f-e85a-5cb5-b52d-76aae626119a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Weitere Bewegungen > Sportphysik: Bewegungsoptimierung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Bewegungsabläufe in Sportsituationen qualitativ beschreiben und relevante Einflussgrößen benennen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Modellierung und Idealisierung von Bewegungen

d6dc0e02-831d-4894-a61a-852bcc74f147

S. 83

Wird direkt vorausgesetzt von

Optimierungen in Sportsituationen physikalisch begründen

e39c83b0-cb4f-5454-a143-b9a159c99cba

S. 100

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

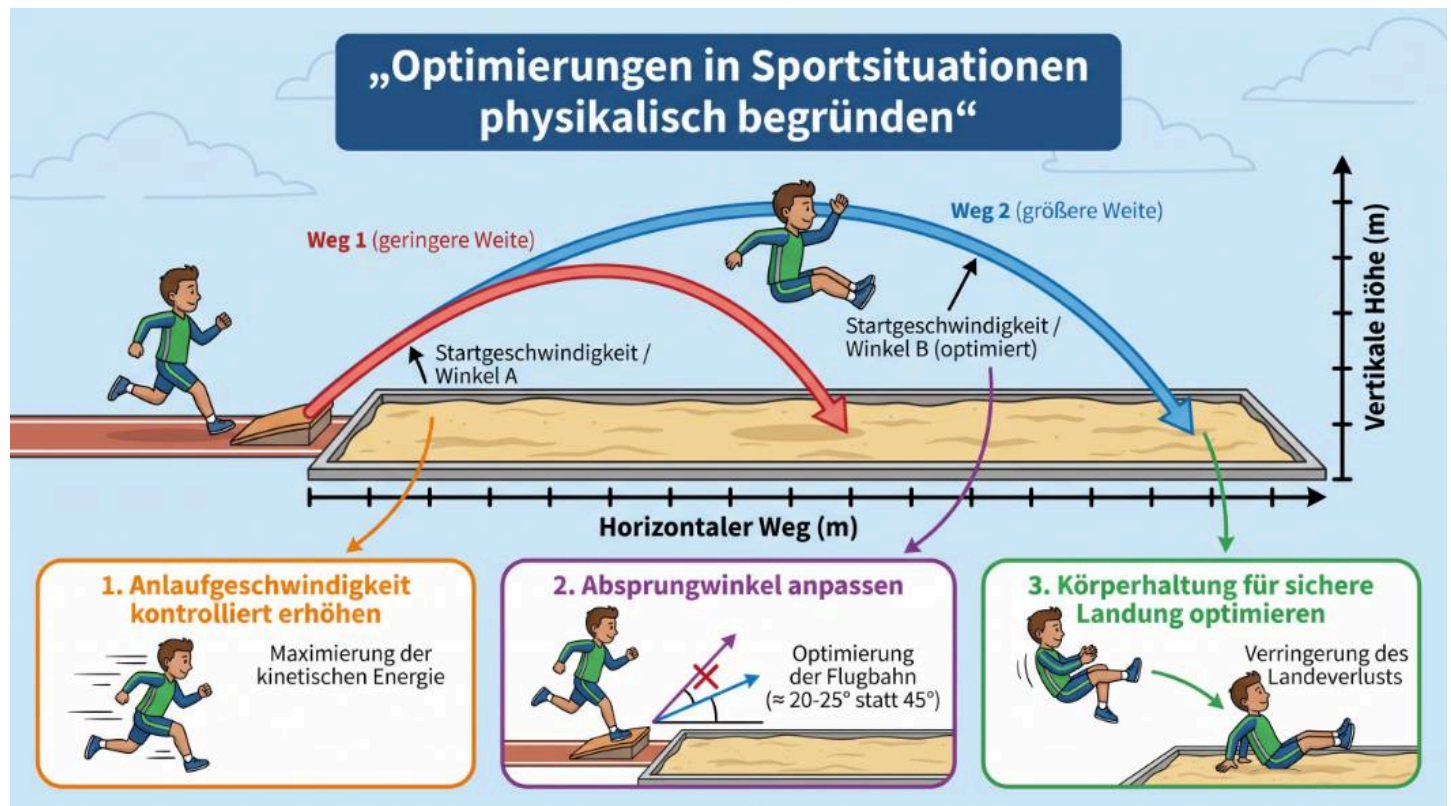
[Kontextaufgaben zu Sport, Verkehr und Sicherheit lösen](#) 7c0b94b9-2af7-59d4-bfae-278a3418f6a8 [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Optimierungen in Sportsituationen physikalisch begründen

Lernziel-ID e39c83b0-cb4f-5454-a143-b9a159c99cba

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Weitere Bewegungen > Sportphysik: Bewegungsoptimierung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Optimierungsvorschläge für Sportsituationen fachlich begründen und auf einfache Modelle stützen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieerhaltung 91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83	S. 93	Bewegungsabläufe im Sport qualitativ analysieren 7ead007f-e85a-5cb5-b52d-76aae626119a	S. 99
---	-------	---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kontextaufgaben zu Sport, Verkehr und Sicherheit lösen](#) 7c0b94b9-2af7-59d4-bfae-278a3418f6a8 [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

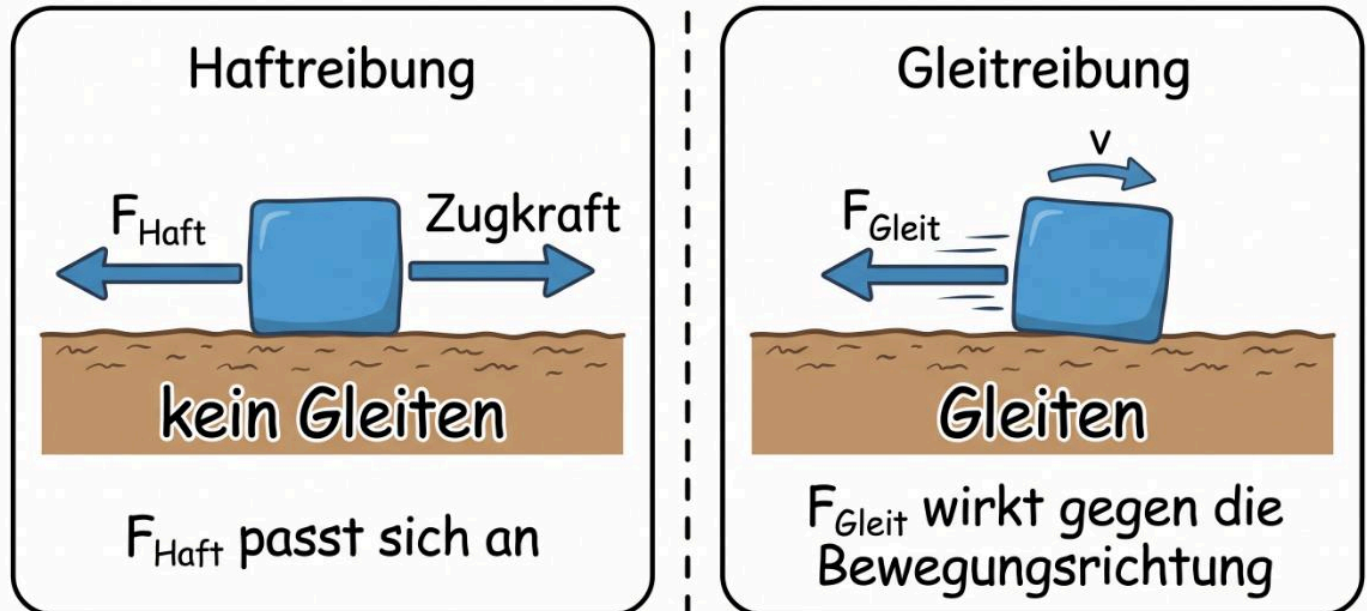
Reibungskräfte qualitativ verstehen

Lernziel-ID 5fd45dbc-0eb1-591b-99a9-7386336f1456

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Weitere Bewegungen

Reibungskräfte verstehen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Haft- und Gleitreibung anhand der drohenden beziehungsweise bestehenden Relativbewegung an der Kontaktfläche unterscheiden, die Reibungskraft jeweils entgegen dieser Relativbewegung oder Relativbewegungstendenz einzeichnen und ihre Wirkung auf die Bewegung erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4858-b44f-041ba1398e79

S. 87

Wird direkt vorausgesetzt von

Geradlinige Bewegung mit Reibung modellieren

30ddb2d7-b991-55fe-9e74-377fe1048f9f

S. 102

Kurvenfahrten mit Haftreibung analysieren

e2da5eec-45de-5527-9ad7-16f41cacbe58

S. 394

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Newtonsche Axiome und Kräftebilanz](#) 22561c66-3957-5d55-

b07a-25de1f359930

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Überhöhte Kurve und Grenzgesehwindigkeiten](#) 8320bb17-e6ab-

50ea-a965-aa331bfd33e1

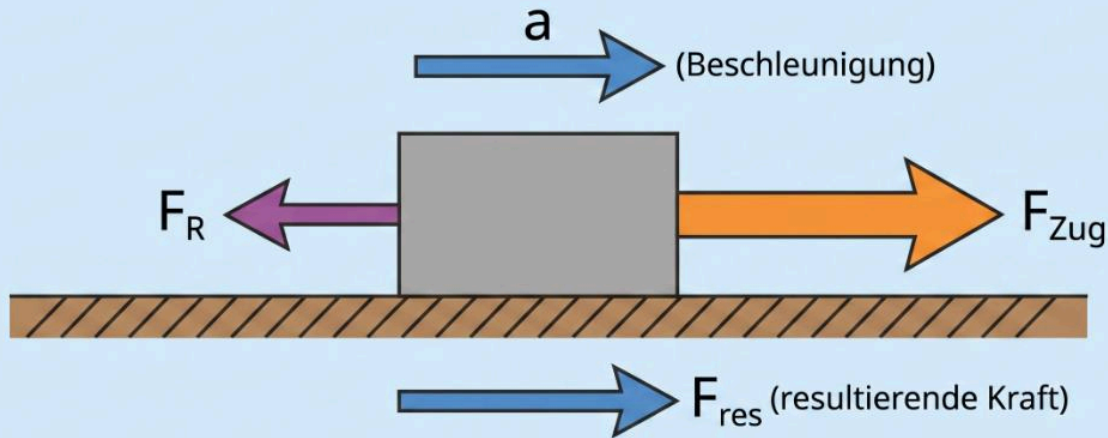
Geradlinige Bewegung mit Reibung modellieren

Lernziel-ID 30ddb2d7-b991-55fe-9e74-37ffe1048f9f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

[Weitere Bewegungen](#)

Geradlinige Bewegung mit Reibung modellieren



$$F_{\text{Zug}} > F_R \rightarrow \text{Beschleunigung nach rechts}$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann geradlinige Bewegungen mit Reibung unter klar benannten einfachen Modellannahmen modellieren, indem sie die wirkenden Kräfte mit einer konsistent gewählten positiven Richtung bilanziert, aus der resultierenden Kraft die Beschleunigung bestimmt und den Bewegungsverlauf mit passenden einfachen Bewegungsgleichungen beschreibt und qualitativ vorhersagt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Reibungskräfte qualitativ verstehen

5fd45dbc-0eb1-591b-99a9-7386336f1456

S. 101

Wird direkt vorausgesetzt von

Methode: Modellbildung mit Tabellenkalkulation

ac25ffe3-fd42-592d-a937-79cc13460313

S. 125

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

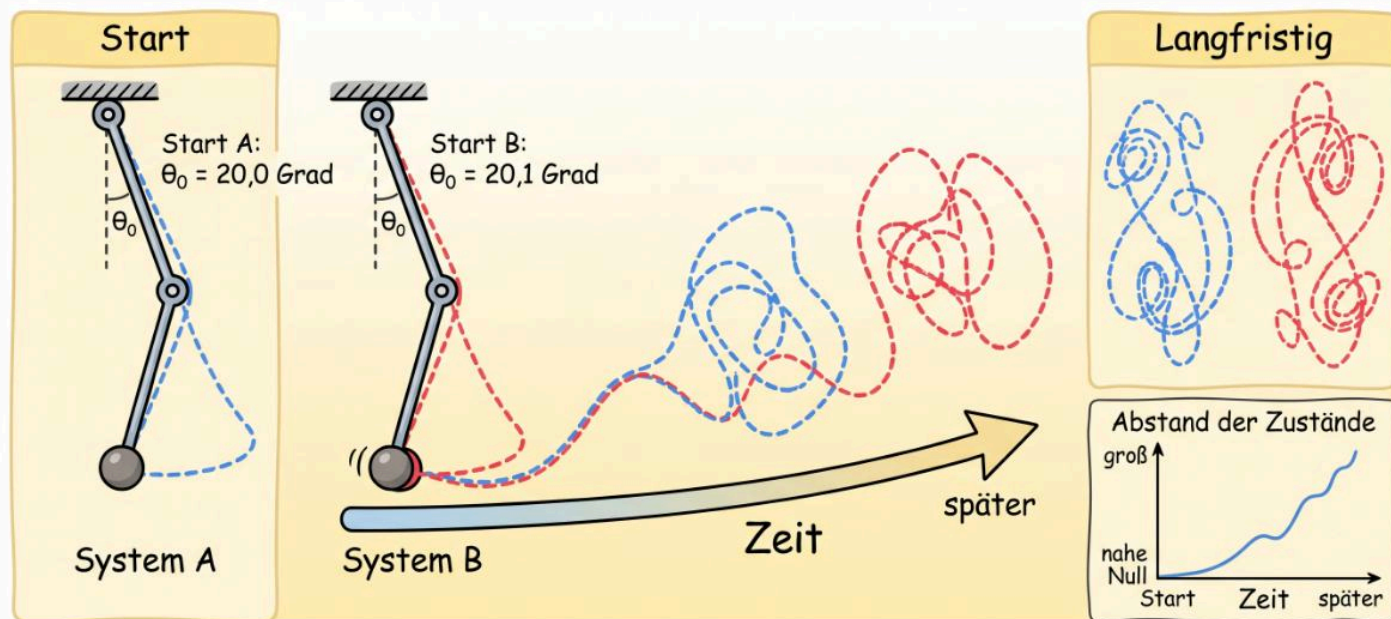
Grenzen der Vorhersagbarkeit (Chaos)

Lernziel-ID 76fd0ab2-079a-516e-a33b-170355336d40

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Weitere Bewegungen

Kleine Ursache - große Abweichung



Gesetze gleich, Vorhersage langfristig empfindlich

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an mechanischen Systemen erklären, dass bei deterministischem Chaos geringfügig verschiedene Anfangsbedingungen mit der Zeit zu stark auseinanderlaufenden Bewegungsverläufen führen und dadurch langfristige Vorhersagen begrenzt sind.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79

S. 87

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

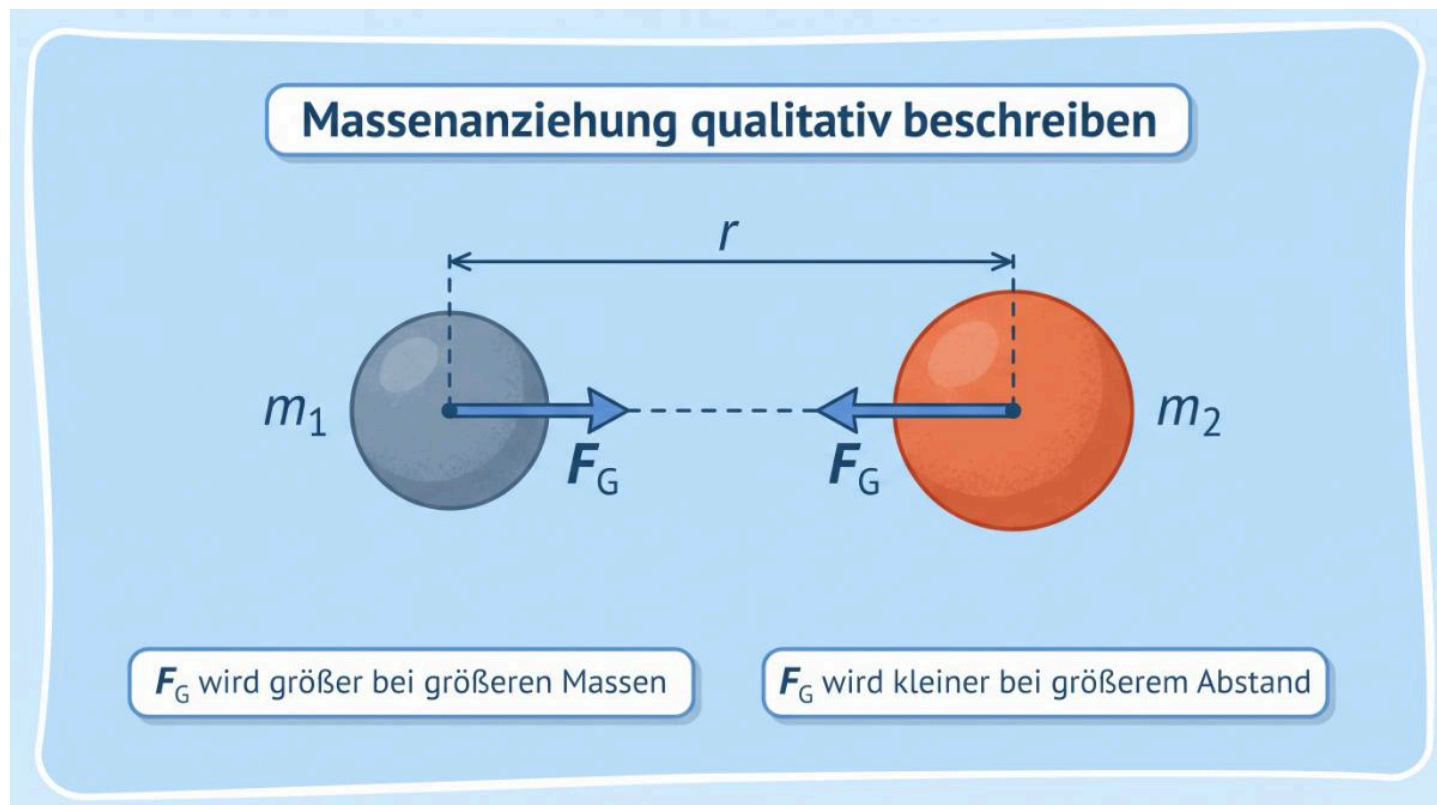
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

Massenanziehung qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 92d8f398-0c9f-523c-88d7-44165b6b4768

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die gegenseitige gravitative Anziehung zweier Massen in Alltagssituationen beschreiben und qualitativ erläutern, dass die Gravitationskraft bei sonst gleichen Bedingungen mit jeder der beiden Massen zunimmt und mit wachsendem Abstand ihrer Mittelpunkte abnimmt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Freier Fall experimentell untersuchen

09029573-864f-46ca-bf8a-cee7bf6dcb73

S. 82

Wird direkt vorausgesetzt von

Gravitationsfeld als Feldgröße einführen

156edddc-ce8d-580d-8d17-d9376d59e60e

S. 105

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Freier Fall experimentell untersuchen 230345f3-c360-4963-b390-ab94e3e2c864](#)

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da00](#)

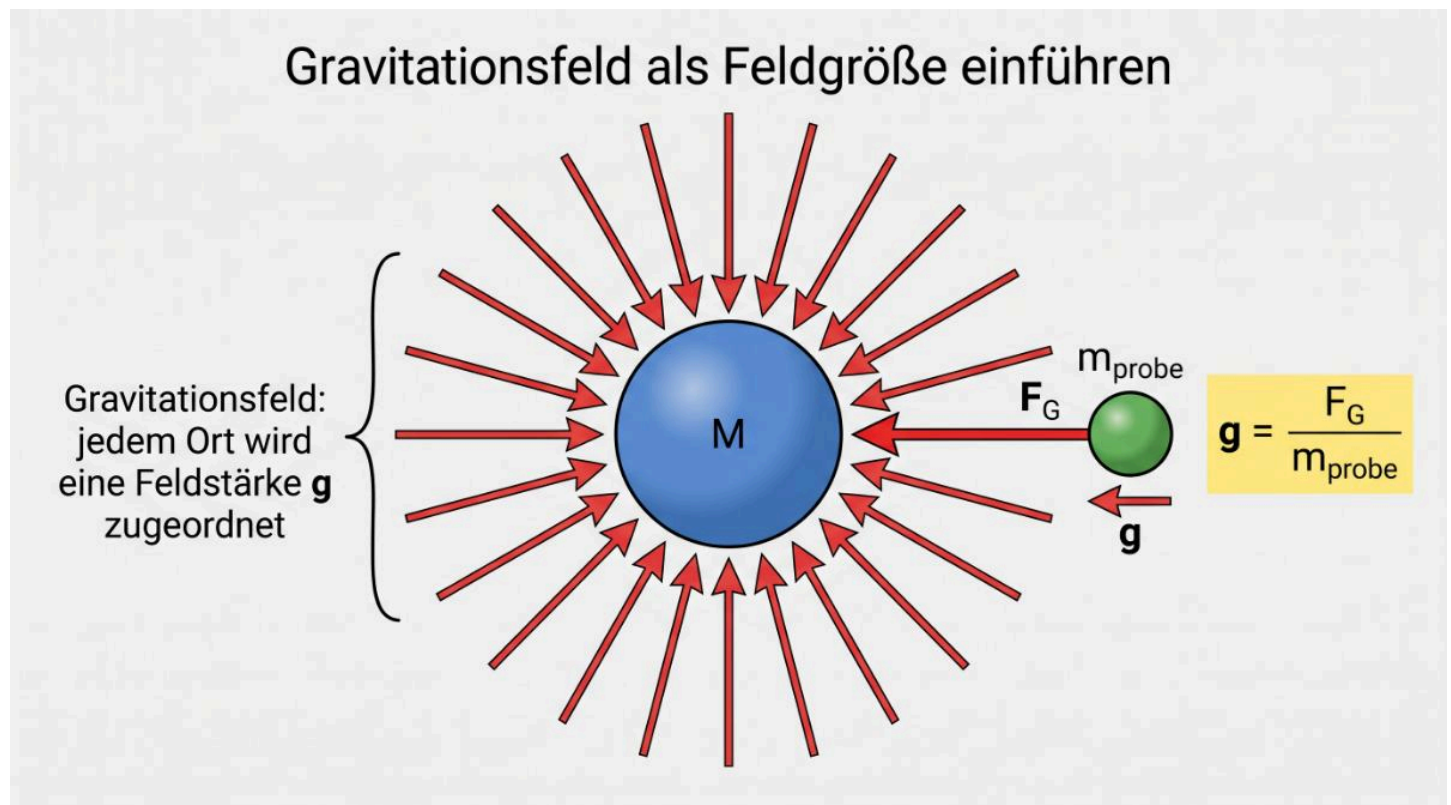
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026](#)

Gravitationsfeld als Feldgröße einführen

Lernziel-ID 156edddc-ce8d-580d-8d17-d9376d59e60e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Gravitation



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Gravitationsfeld als ortsabhängige Vektorgröße erklären, die der Gravitationskraft auf einen Probekörper pro Masse dieses Probekörpers entspricht, und das radialsymmetrische Feld einer zentralen Masse durch nach innen gerichtete Feldlinien darstellen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Massenanziehung qualitativ beschreiben

92d8f398-0c9f-523c-88d7-44165b6b4768

S. 104

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

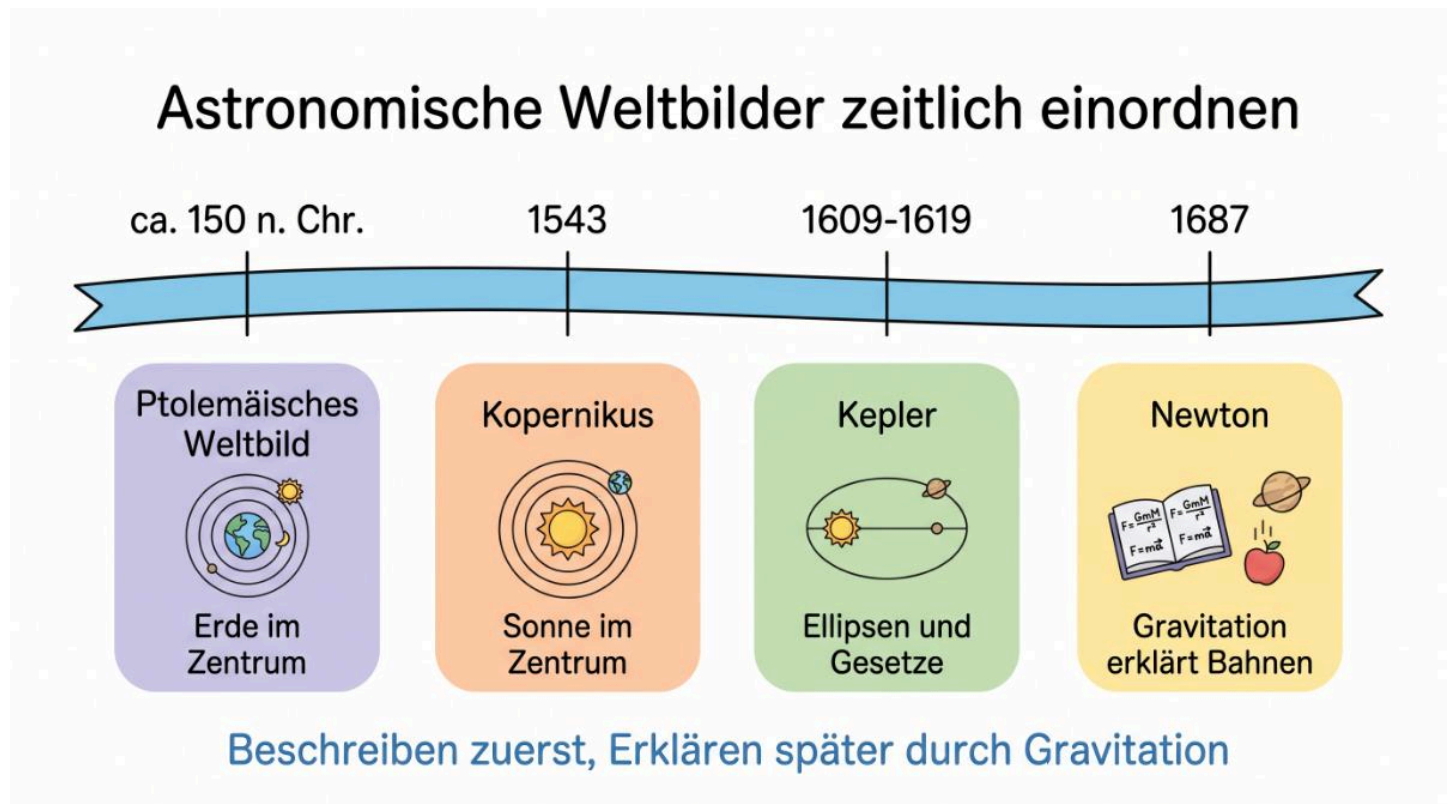
[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Astronomische Weltbilder zeitlich einordnen (GK)

Lernziel-ID 15b56a1e-3eec-52ca-82fa-b4df9ce88415

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation > Astronomische Weltbilder vergleichen (GK)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die ptolemäischen, kopernikanischen und newtonschen astronomischen Weltbilder in eine grobe chronologische Reihenfolge bringen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

[Geozentrisches und heliozentrisches Weltbild vergleichen \(GK\)](#)

S. 107

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

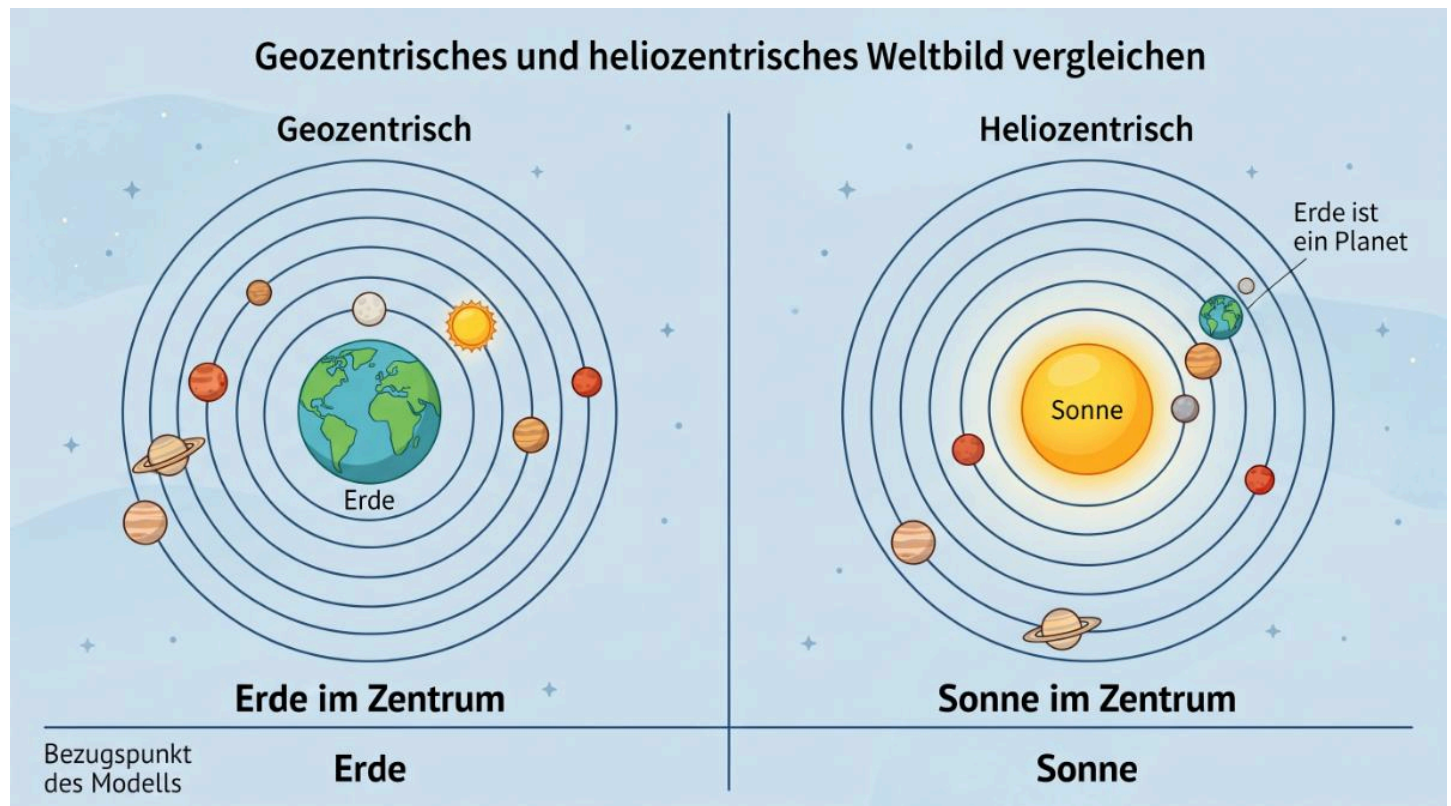
[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da00

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Geozentrisches und heliozentrisches Weltbild vergleichen (GK)

Lernziel-ID 25edd154-b1d8-546c-94a5-88502b6725cd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation > Astronomische Weltbilder vergleichen (GK)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das geozentrische und das heliozentrische Weltbild vergleichen, indem sie Mittelpunkt, Stellung und zugeschriebene Bewegungen von Erde, Sonne und Planeten gegenüberstellt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Weltbilder zeitlich einordnen (GK)

15b56a1e-3eec-52ca-82fa-b4df9ce88415

S. 106

Wird direkt vorausgesetzt von

Newtons Beitrag zur Erklärung von Planetenbewegungen erläutern (GK)

d873ffa2-04b3-5978-a955-89563802a348

S. 415

Astronomische Weltbilder historisch und gesellschaftlich reflektieren

6d18104b-5704-5c45-b39a-2c84565b1796

S. 418

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entwicklung astronomischer Weltbilder rekonstruieren (LK)

Lernziel-ID 481ffd56-d585-56fe-b525-ed423e30eed3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation > Astronomische Weltbilder vergleichen (LK)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Entwicklung astronomischer Weltbilder von Ptolemäus über Kopernikus und Kepler bis Newton chronologisch rekonstruieren, den Stationen zentrale Modellannahmen oder Neuerungen zuordnen und die Übergänge anhand dieser Veränderungen begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

[Keplers Beschreibung und Newtons Erklärung unterscheiden \(LK\)](#)

1b833656-cd16-5b21-973a-9810960dcfd2

S. 416

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

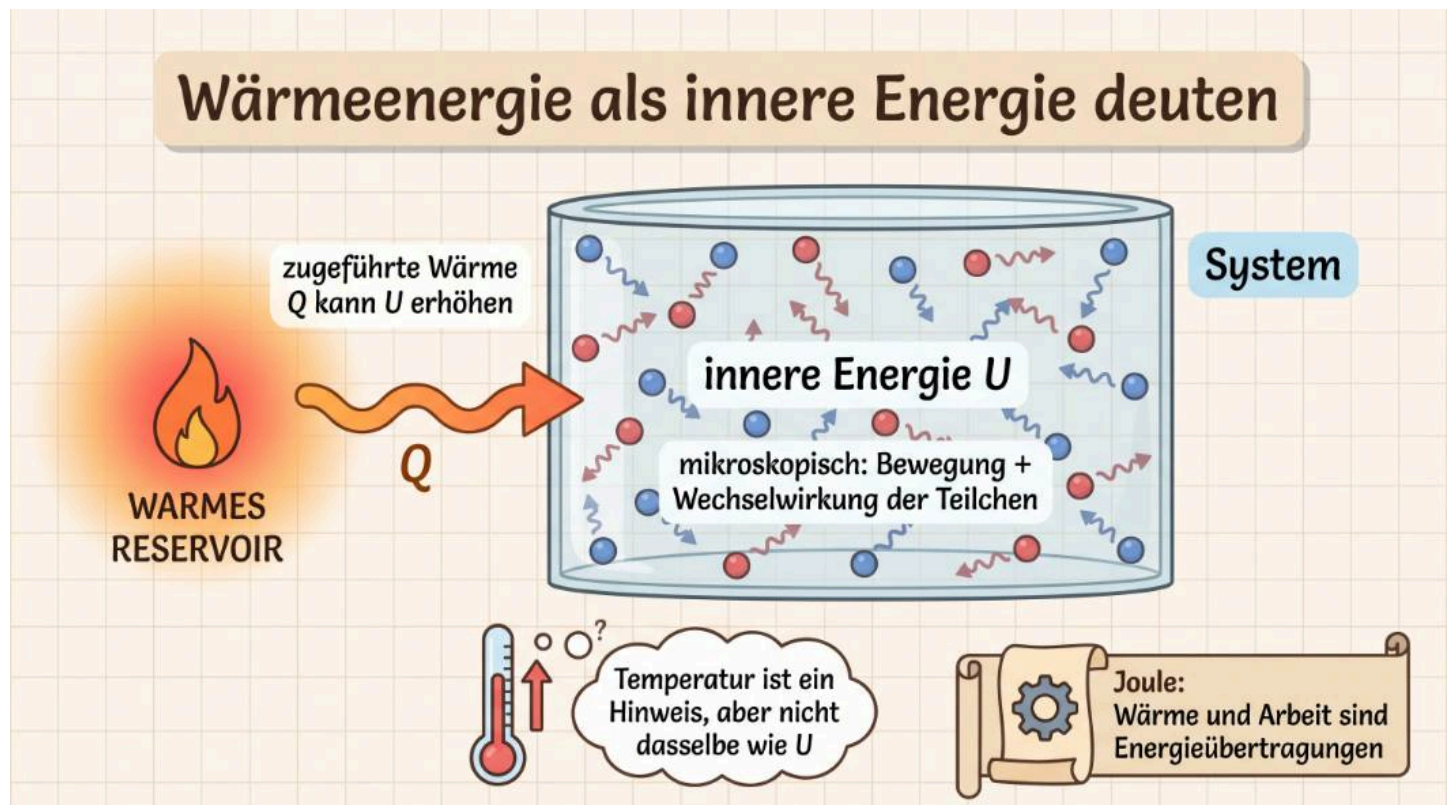
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5010-b1ca-9d32d8c05afa

Wärmeenergie als innere Energie deuten

Lernziel-ID 88d07c80-5d7d-5c70-b385-b22769381e44

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Ausdruck „Wärmeenergie“ im historischen Zusammenhang als Bezeichnung für die innere Energie eines betrachteten Systems einordnen und erklären, warum „innere Energie“ die im System gespeicherte Energie begrifflich präziser bezeichnet.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Arbeit als Energieänderung c1c71daa-042b-4f4c-8c31-0ac366f5149e	S. 91	Mechanische Energie 94784e0a-7ddc-48be-91fb-dc82b78eb322	S. 92
---	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Zustandsgrößen und ideales Gasgesetz anwenden cd1903a5-d70a-5320-9124-b6b24917ba14	S. 110	Kinetische Gastheorie & Temperatur 37b33812-d428-5953-852e-57a53a4347fe	S. 455	Reversible und irreversible Vorgänge unterscheiden 2088ccf0-48f4-51d4-be5f-67affd0fb099	S. 456
--	--------	---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

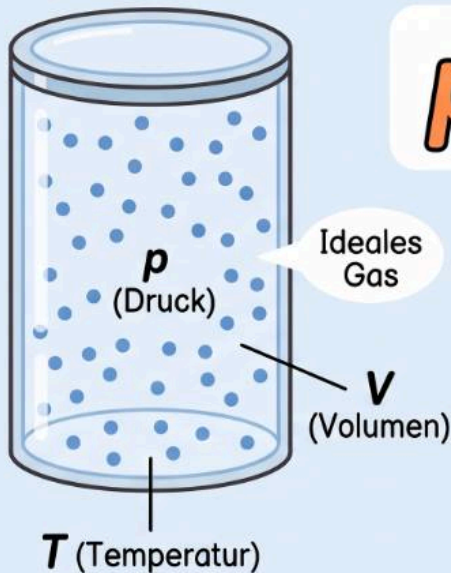
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Zustandsgrößen und ideales Gasgesetz anwenden

Lernziel-ID cd1903a5-d70a-5320-9124-b6b24917ba14

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung

Zustandsgrößen und ideales Gasgesetz anwenden



$$pV = nRT$$

SI-Einheiten		
p	Druck	Pa
V	Volumen	m ³
n	Stoffmenge	mol
T	Temperatur	K
R	8,314 J/(mol K)	

Wichtige Regeln

- ✓ Temperatur immer in Kelvin
- ✓ SI-Einheiten einsetzen
- ✓ fehlende Größe umstellen

Beispiel Berechnung fehlender Größe:
Gegeben: $n = 1,00 \text{ mol}$, $T = 300 \text{ K}$, $V = 0,0249 \text{ m}^3$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{1,00 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \cdot 300 \text{ K}}{0,0249 \text{ m}^3}$$
$$p \approx \frac{2494,2 \text{ J}}{0,0249 \text{ m}^3} \approx 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein ideales Gas Druck p , Volumen V , absolute Temperatur T und Stoffmenge n in SI-Einheiten verwenden, ihren Zusammenhang $pV = nRT$ erklären, eine fehlende Zustandsgröße bestimmen und das Ergebnis anhand der Einheit und der erwarteten Größenordnung auf Plausibilität prüfen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wärmeenergie als innere Energie deuten
88d07c80-5d7d-5c70-b385-b22769381e44

S. 109

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E01: Zustandsgrößen vs. Prozessgrößen
36c4590c-6032-5a37-b660-f15951dee076

S. 111

Isochore, isobare und isotherme Zustandsänderungen berechnen
fb73c94b-6a23-5351-8fef-db2c2533e361

S. 112

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kreisbewegung, Gravitation und Gasmodell](#) 5773ccbe-cd20-5ba0-99a5-7ccd5f42be51

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

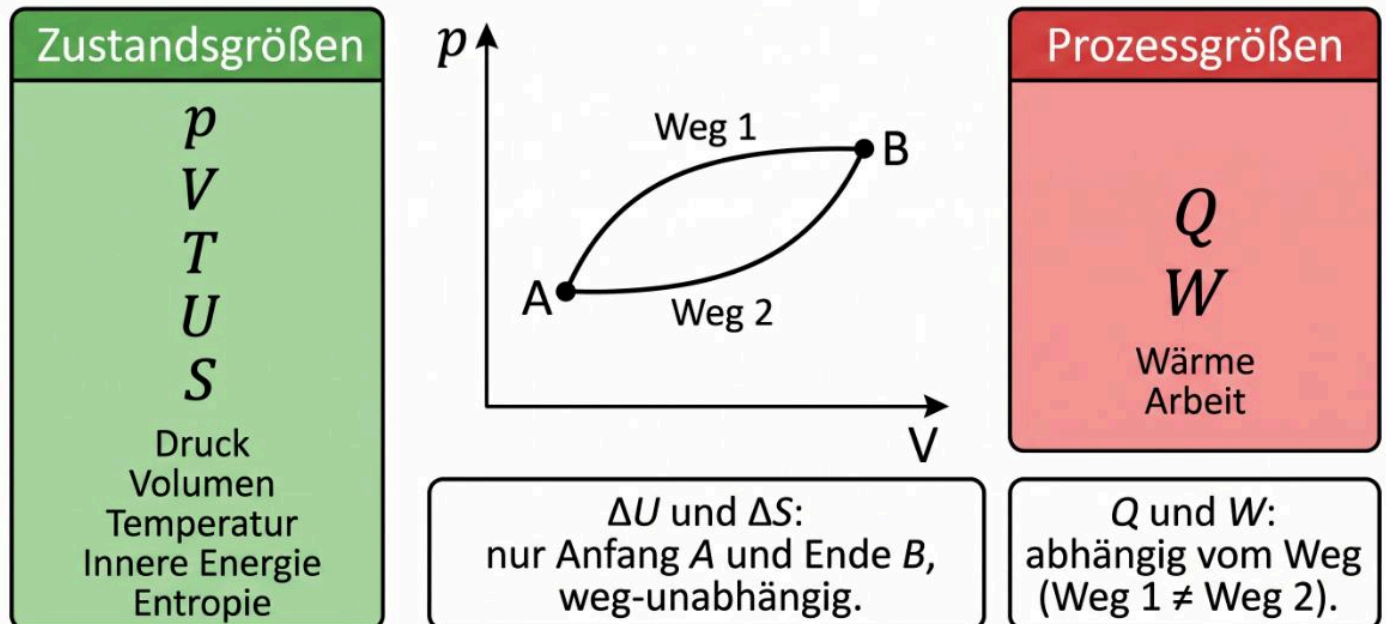
[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Entropie E01: Zustandsgrößen vs. Prozessgrößen

Lernziel-ID 36c4590c-6032-5a37-b660-f15951dee076

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Zustandsgrößen vs. Prozessgrößen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person unterscheidet Zustandsgrößen (p , V , T , U , S) von Prozessgrößen (Q , W) und erklärt, warum Q und W vom Weg abhängen, ΔU und ΔS aber nicht.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zustandsgrößen und ideales Gasgesetz anwenden
cd1903a5-d70a-5320-9124-b6b24917ba14

S. 110

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E02: Reversibel, irreversibel, quasistatisch
0de2ca8c-7272-59ed-9c89-0971d6ce2f47

S. 459

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Isochore, isobare und isotherme Zustandsänderungen berechnen

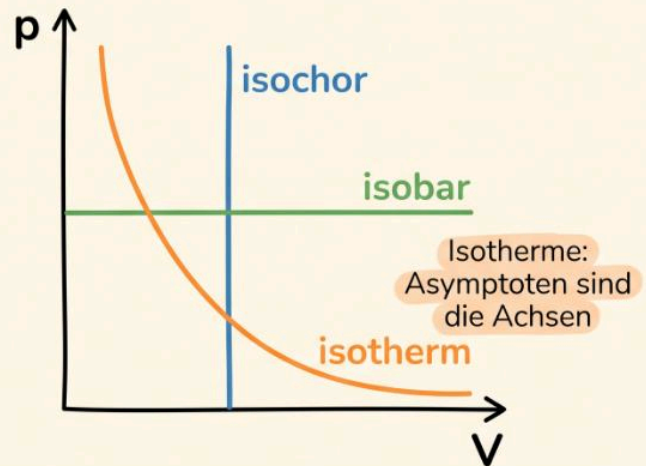
Lernziel-ID fb73c94b-6a23-5351-8fef-db2c2533e361

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung

Isochor, isobar, isotherm unterscheiden

isochor:	V konstant, p/T konstant
isobar:	p konstant, V/T konstant
isotherm:	T konstant, $p \cdot V$ konstant



fehlende Größen mit $pV = nRT$ und der konstanten Größe bestimmen

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann isochore (V konstant), isobare (p konstant) und isotherme (T konstant) Zustandsänderungen einer festen Stoffmenge eines idealen Gases anhand der jeweils konstanten Zustandsgröße unterscheiden, den passenden Zusammenhang der übrigen Größen begründen und damit fehlende Größen bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zustandsgrößen und ideales Gasgesetz anwenden

cd1903a5-d70a-5320-9124-b6b24917ba14

S. 110

Wird direkt vorausgesetzt von

Adiabatische Zustandsänderungen

7fe3022f-fad0-5f41-af1c-d55ff214ebc6

S. 113

Prozessarbeit bei Volumenänderungen bestimmen

7982cd8e-2151-59e7-85d8-c1361c5d249e

S. 114

Wärmemengen mit C_V und C_P berechnen

93ece389-78c5-5141-9ef1-c68bd558306e

S. 115

Entropie E07: Entropieänderung idealer Gase

eaef821b-4dbe-52a4-a0e2-574e5ce2040d

S. 464

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kreisbewegung, Gravitation und Gasmodell](#) 5773ccbe-cd20-5ba0-99a5-7ccd5f42be51

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

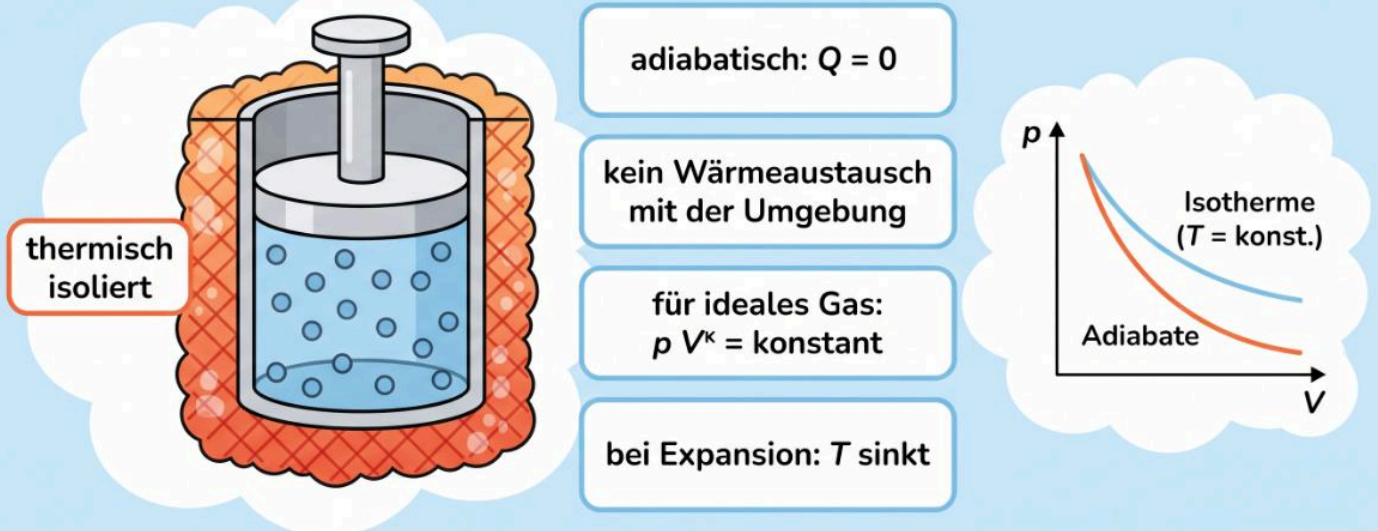
[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Adiabatische Zustandsänderungen

Lernziel-ID 7fe3022f-fad0-5f41-af1c-d55ff214ebc6

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung

Adiabatische Zustandsänderungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann adiabatische Zustandsänderungen eines idealen Gases als Prozesse ohne Wärmeaustausch über die Systemgrenze beschreiben, qualitativ erklären, wie Arbeit bei Kompression oder Expansion die innere Energie und Temperatur verändert, sowie idealisierte quasistatische Verläufe im p-V-Diagramm skizzieren und von isothermen Zustandsänderungen abgrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Isochore, isobare und isotherme Zustandsänderungen berechnen](#)

S. 112

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

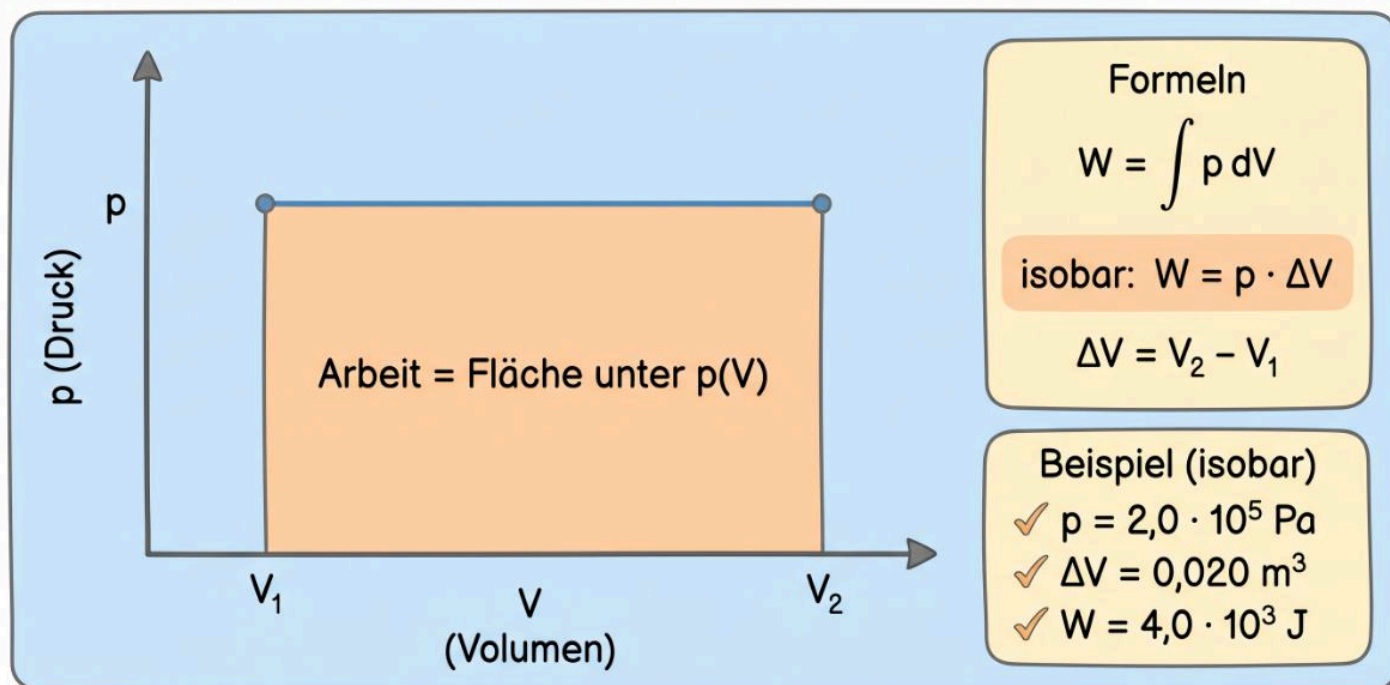
[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d39-8f1a-3f4b4f785ca1 [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Prozessarbeit bei Volumenänderungen bestimmen

Lernziel-ID 7982cd8e-2151-59e7-858d-c1361c5d249e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung

Prozessarbeit im p-V-Diagramm bestimmen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Prozessarbeit bei Volumenänderungen in einfachen Fällen, insbesondere bei isobaren Prozessen, mit einer ausgewiesenen Vorzeichenkonvention berechnen, im p-V-Diagramm als vorzeichenbehaftete Fläche unter dem Prozessweg deuten und das Vorzeichen aus der Prozessrichtung begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Arbeit als Energieänderung
c1c71daa-042b-4f4c-8c31-0ac366f5149e

S. 91

Isochore, isobare und isotherme Zustandsänderungen berechnen
fb73c94b-6a23-5351-8fef-d02c2533e361

S. 112

Wird direkt vorausgesetzt von

Ersten Hauptsatz in Prozessen quantitativ bilanzieren
23c5382a-4b0f-5715-84b5-cf87b8323152

S. 474

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Wärmemengen mit C_V und C_P berechnen

Lernziel-ID 93ece389-78c5-5141-9ef1-c68bd558306e

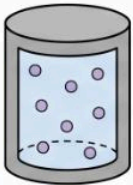
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung

Waermemengen mit C_V und C_P berechnen

isochor: V konstant

$$Q = n C_V \Delta T$$

n in mol
 ΔT in K
 C_V in J/(mol K)

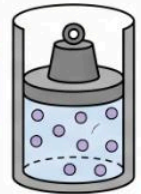


C_V : molare Waermekapazitaet
bei konstantem Volumen

isobar: p konstant

$$Q = n C_P \Delta T$$

n in mol
 ΔT in K
 C_P in J/(mol K)



C_P : molare Waermekapazitaet
bei konstantem Druck

bei idealem Gas: $C_P > C_V$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei isochoren beziehungsweise isobaren Prozessen die übertragene Wärmemenge mit $Q = n \cdot C_V \cdot \Delta T$ beziehungsweise $Q = n \cdot C_P \cdot \Delta T$ unter der Annahme näherungsweise konstanter molarer Wärmekapazitäten berechnen und erklären, warum die passende Wärmekapazität von der Prozessbedingung abhängt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Isochore, isobare und isotherme Zustandsänderungen berechnen

f073c94b-6a23-5351-8fe7-d02c2533e361

S. 112

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E06: Standardfälle sicher rechnen

741e7056-69e4-59be-a159-0e2583d748d1

S. 463

Ersten Hauptsatz in Prozessen quantitativ bilanzieren

23c5382a-4b0f-5715-84b5-cf87b8323152

S. 474

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

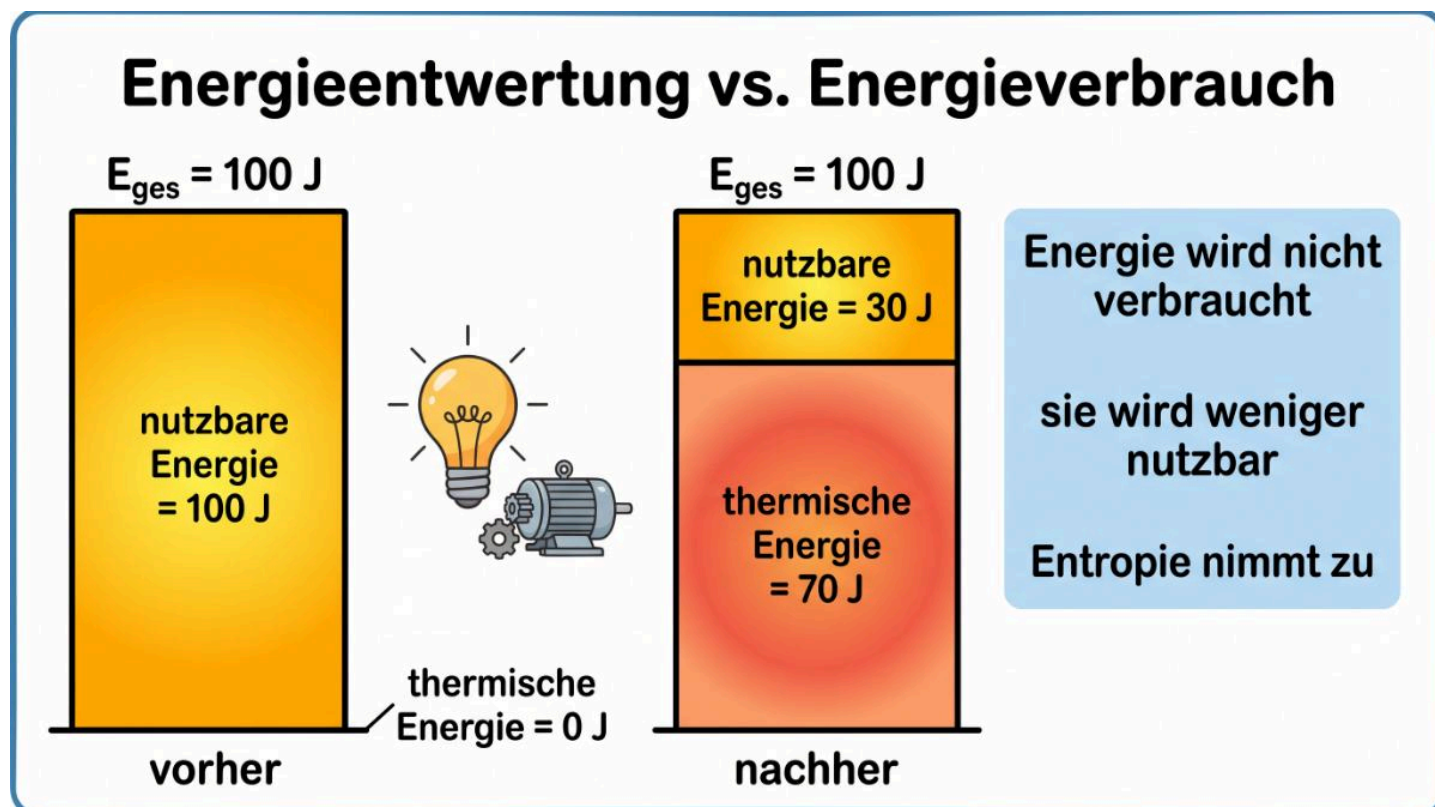
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Energieentwertung vs. Energieverbrauch

Lernziel-ID cbd0b5f-8a48-5ade-be53-ab6aaca3e73

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den alltagssprachlichen „Energieverbrauch“ von der physikalischen Energieerhaltung abgrenzen und erklären, dass bei vollständig bilanziertem System die Energie erhalten bleibt, ihre Nutzbarkeit für einen gewünschten Zweck bei irreversiblen Umwandlungen durch Entropieerzeugung jedoch abnimmt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wirkungsgrad als Verhältnis nutzbarer und zugeführter Energie deuten S. 14
f7f2c254-1663-5861-bed7-a32c00495b19

Energieerhaltung S. 93
91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83

Wird direkt vorausgesetzt von

Klimawirkungen von Energieentscheidungen fachlich diskutieren S. 478
f322c268-dc16-5d50-82dd-209834f20208

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

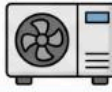
[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d30-8f1a-3f4b4f785ca1 [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Energiesparmaßnahmen physikalisch bewerten

Lernziel-ID aed9161b-ddc4-559c-be8f-baeeddf224f3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Bewertung von Energiesparmaßnahmen und Klimawandel

Energiesparmaßnahmen physikalisch bewerten

Maßnahme	Physikalisches Kriterium	Beispiel-Visualisierung
LED statt Glühlampe	weniger Verlustwärme	 LED: viel Licht, wenig Wärme  Glühlampe: wenig Licht, viel Wärme
Dämmung	kleinerer Wärmestrom durch die Wand	 Ungedämmt: großer Wärmestrom  Gedämmt: kleiner Wärmestrom
Wärmepumpe	Nutzwärme größer als elektrische Arbeit	 $Q_{\text{nutz}} > W_{\text{el}}$ (elektrische Arbeit)  Q_{nutz} (Nutzwärme)

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{zu}}}$$

 E_{nutz}  E_{zu}

Verluste

$$E_{\text{zu}} = E_{\text{nutz}} + E_{\text{verlust}}$$

 E_{zu}  E_{nutz}  E_{verlust}

Wärmepumpe (COP)

$$COP = \frac{Q_{\text{nutz}}}{W_{\text{el}}}$$

 Q_{nutz}  W_{el}



Bewerten heißt: Energieumwandlung, Verluste und Nutzen vergleichen

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Energiesparmaßnahmen mit Wirkungsgraden, Energieumwandlungen und Verlustmechanismen physikalisch bewerten.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9
HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wirkungsgrad als Verhältnis nutzbarer und zugeführter Energie deuten f7f2c254-1663-5861-bed7-a32c00495b19	S. 14	Elektrische Energieumwandlungen qualitativ beschreiben cbb26ed2-6979-46f6-a4ae-128f5c5d9d76	S. 60
---	-------	---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Klimawirkungen von Energieentscheidungen fachlich diskutieren f322c268-dc16-5d50-82dd-209834f20208	S. 478
--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d30-8f1a-3f4b4f785ca1 [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Messabweichungen und Fehlerarten unterscheiden

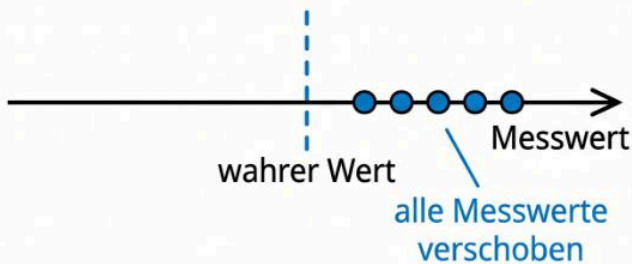
Lernziel-ID 8aff7aac-321b-5172-ac55-877876bfd2cd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase > Methode: Messunsicherheit und Fehleranalyse

Messabweichungen und Fehlerarten unterscheiden

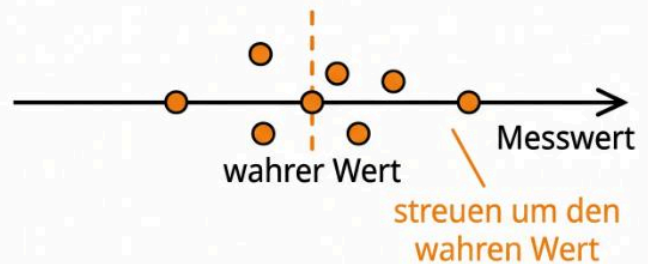
systematische Abweichung



Beispiel systematisch: Nullpunkt falsch



zufällige Abweichung



Beispiel zufällig: Ableseschwankung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Messabweichungen systematisch erfassen und systematische von zufälligen Fehlern unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Messunsicherheiten angeben
f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

S. 119

Digitale und analoge Messverfahren vergleichen
75b9ca4c-178e-5df2-adc4-f7f78e9d28e5

S. 123

Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen
72effc66-87f4-5f5e-8d36-1547677365fb

S. 209

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#) 0432a422-401b-5134-bf08-95cfd8c7a366

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

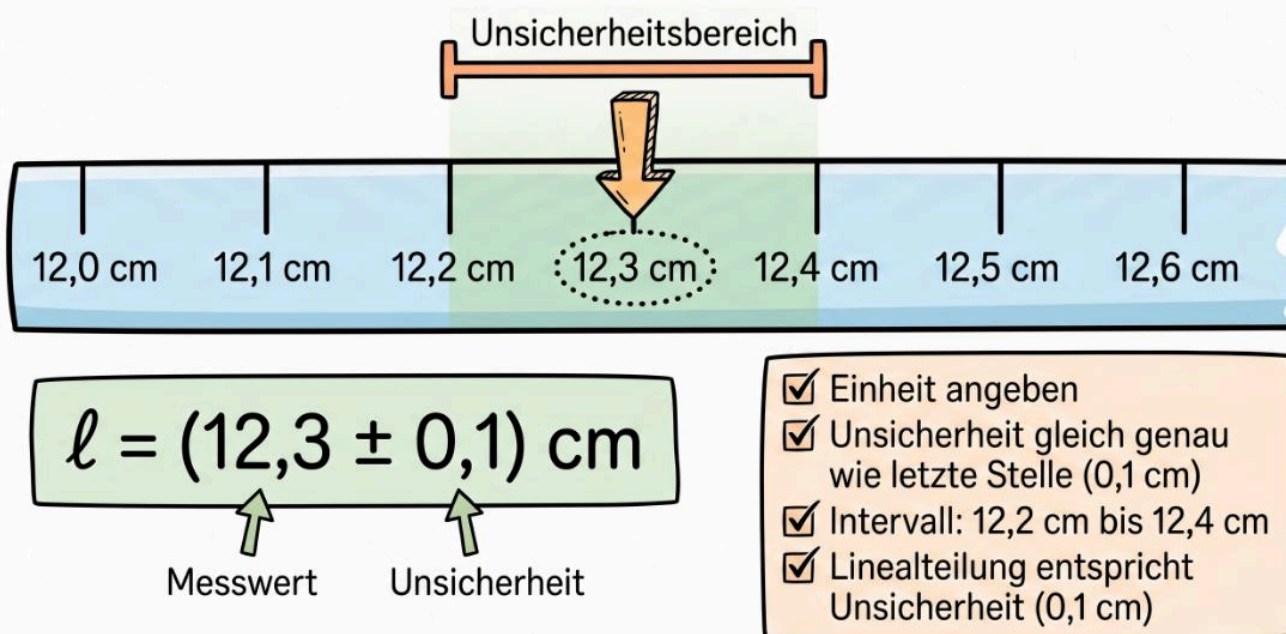
Messunsicherheiten angeben

Lernziel-ID f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase > Methode: Messunsicherheit und Fehleranalyse

Messunsicherheiten angeben



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Messwerte mit geeigneten Unsicherheiten angeben und die Angabe fachgerecht notieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messabweichungen und Fehlerarten unterscheiden S. 118
8aff7aac-321b-5172-ac55-877876bfd2cd

Wird direkt vorausgesetzt von

Signifikante Stellen korrekt verwenden b615830a-e8b0-5754-81e0-99da98343a8d S. 120	Mittelwert und Streuung aus Messreihen bestimmen f23fd9a9-38b6-5157-8301-ed302476c456 S. 121	Methode: Linearisierung von Messkurven 264dc31c-ec92-5e39-a8b8-16f1d74366d4 S. 122	Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen 72effc66-87f4-5f5e-8d36-1547677365fb S. 209
Bewegungen mit Videoanalyse untersuchen d67502e3-5e0a-595b-a24b-65b1c40de36e S. 210	Auflösungsvermögen des Auges experimentell bestimmen 6d882aac-9658-5f0d-bf3d-9338f0143bbc S. 390		

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden
9432a422-401b-5134-bf08-05cfd8c7a366

Mehrphasenbewegung und Modellprüfung 2b9e565f-d9b4-5e23-
b5b7-b7977cecff06 E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen
7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Signifikante Stellen korrekt verwenden

Lernziel-ID b615830a-e8b0-5754-81e0-99da98343a8d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase > Methode: Messunsicherheit und Fehleranalyse

Signifikante Stellen korrekt verwenden

Wert	signifikante Stellen	Hinweis
3,20	3	Endnull nach Komma zählt
0,045	2	Führende Nullen zählen nicht
1200	unklar ohne Zusatz	Schreibweise klären: $1,2 \cdot 10^3$ oder $1,200 \cdot 10^3$

12,3 + 0,45 = 12,75 → 12,8 auf eine Nachkommastelle gerundet

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Rechenergebnisse passend zur angegebenen Genauigkeit beziehungsweise Unsicherheit der Eingangsdaten auf eine sinnvolle Zahl signifikanter Stellen runden, Zwischenwerte mit ausreichender Genauigkeit weiterführen und Scheingenauigkeit vermeiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messunsicherheiten angeben

f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

S. 119

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#) 0432a422-401b-5134-bf08-95cfd8c7a366

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Mittelwert und Streuung aus Messreihen bestimmen

Lernziel-ID f23fdfa9-38b6-5157-8301-ed302476c456

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase > Methode: Messunsicherheit und Fehleranalyse

Mittelwert und Streuung aus Messreihen bestimmen

Messreihe

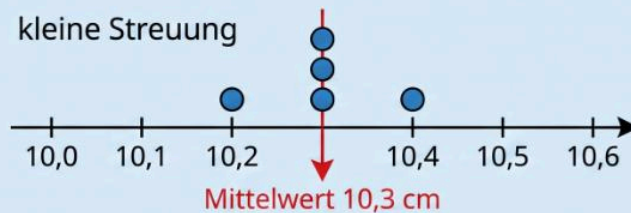
Wert (cm)
10,1
10,2
10,2
10,3
10,7

$$(10,1 + 10,2 + 10,2 + 10,3 + 10,7) : 5 = 10,3 \text{ cm}$$

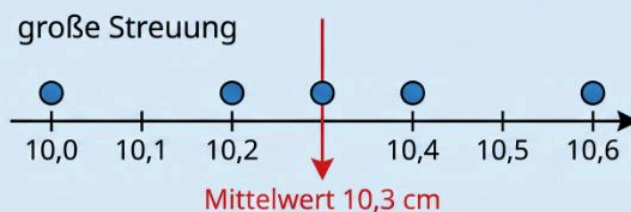
Mittelwert: 10,3 cm

Streuung

kleine Streuung



große Streuung



Größere Streuung → größere Unsicherheit

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus einer Messreihe Mittelwerte bestimmen und die Streuung zur qualitativen Unsicherheitsbewertung nutzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messunsicherheiten angeben

f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

S. 119

Wird direkt vorausgesetzt von

Methode: Linearisierung von Messkurven

264dc31c-ec92-5e39-a8b8-16f1d74366d4

S. 122

Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen

72effc66-87f4-5f5e-8d36-1547677365fb

S. 209

Bewegungen mit Videoanalyse untersuchen

d67502e3-5e0a-595b-a24b-65b1c40de36e

S. 210

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#) 0432a422-401b-5134-bf08-05cfd8c7a366

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Methode: Linearisierung von Messkurven

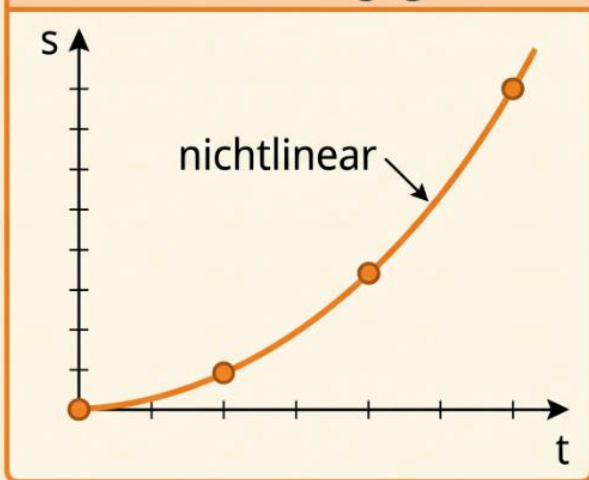
Lernziel-ID 264dc31c-ec92-5e39-a8b8-16f1d74366d4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

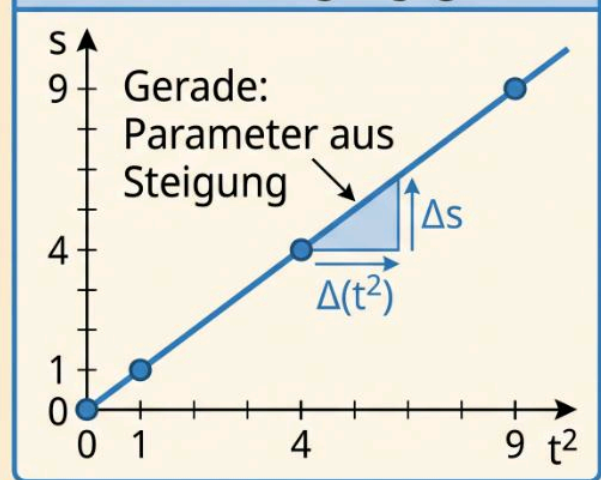
Methoden in der E-Phase

Methode: Linearisierung von Messkurven

Messkurve: s gegen t



Linearisierung: s gegen t^2



wenn s proportional t^2 , dann s gegen t^2 auftragen

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann nichtlineare Messdaten durch geeignete Transformationen linearisieren, Geraden anpassen und Parameter deuten (z. B. $s \sim t^2$, Einstein-Gerade).

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messunsicherheiten angeben

f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

S. 119

Mittelwert und Streuung aus Messreihen bestimmen

f23fdfa9-38b6-5157-8301-ed302476c456

S. 121

Wird direkt vorausgesetzt von

Methode: Naturkonstanten bestimmen (Linearisierung)

28f6a324-5f5e-5771-91d2-c007f6c275aa

S. 268

Fotoeffekt-Daten auswerten

5476480f-7ff2-529f-aade-968198c782a9

S. 271

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden 0432a422-401b-5134-bf08-

05cfd8c7a366

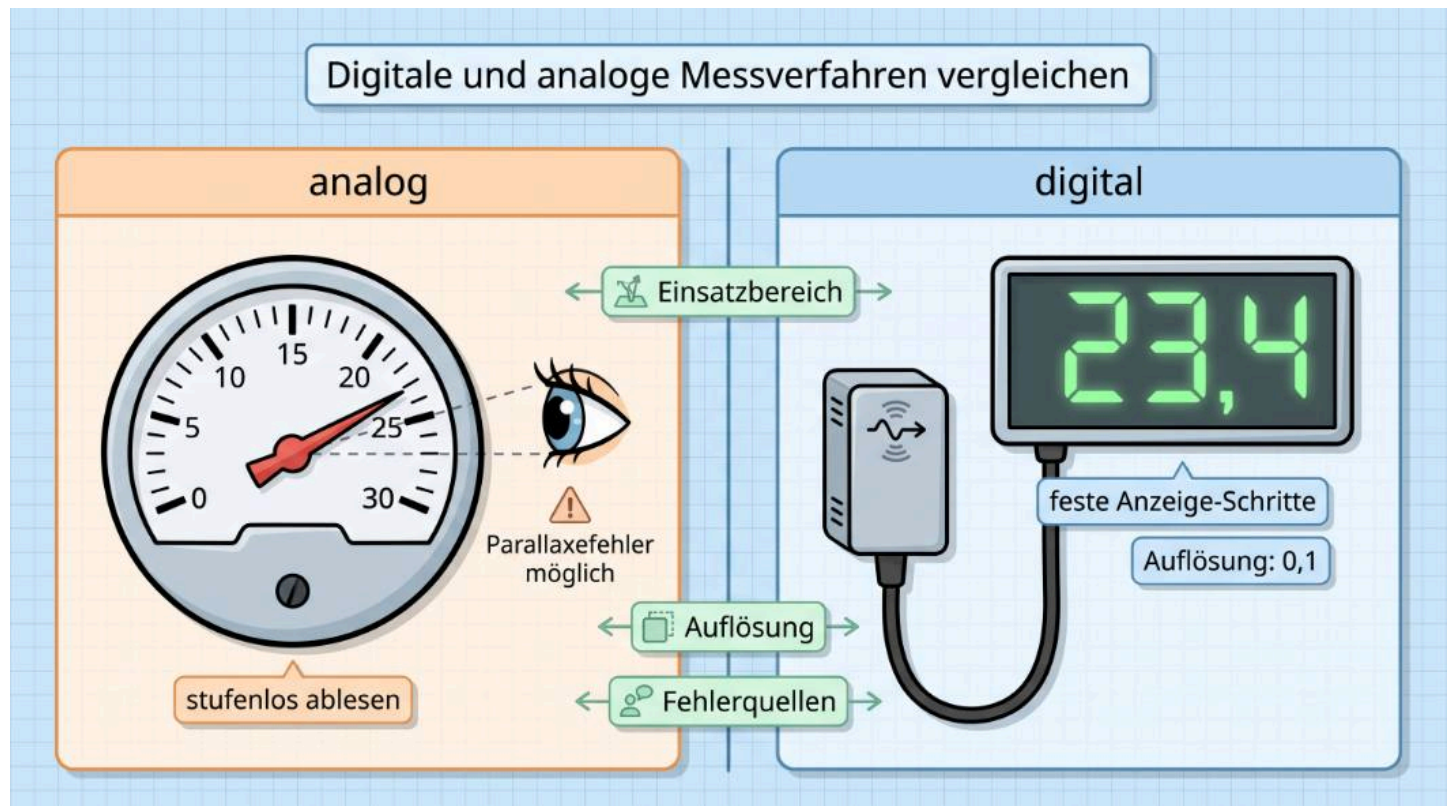
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Digitale und analoge Messverfahren vergleichen

Lernziel-ID 75b9ca4c-178e-5df2-adc4-f7f78e9d28e5

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase > Methode: Digitale Messwerterfassung & Analyse



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann digitale und analoge Messverfahren in Bezug auf Einsatzbereich, Auflösung und typische Fehlerquellen vergleichen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messabweichungen und Fehlerarten unterscheiden

8aff7aac-321b-5172-ac55-877876bfd2cd

S. 118

Wird direkt vorausgesetzt von

Digitale Messdaten mit Sensoren erfassen

691c11d0-fa6a-5d2e-a19c-086e89c3c233

S. 124

Bewegungen mit Videoanalyse untersuchen

d6750263-5e0a-595b-a24b-65b1c40de36e

S. 210

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#) 0432a422-401b-5134-bf08-95cfd8c7a366

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

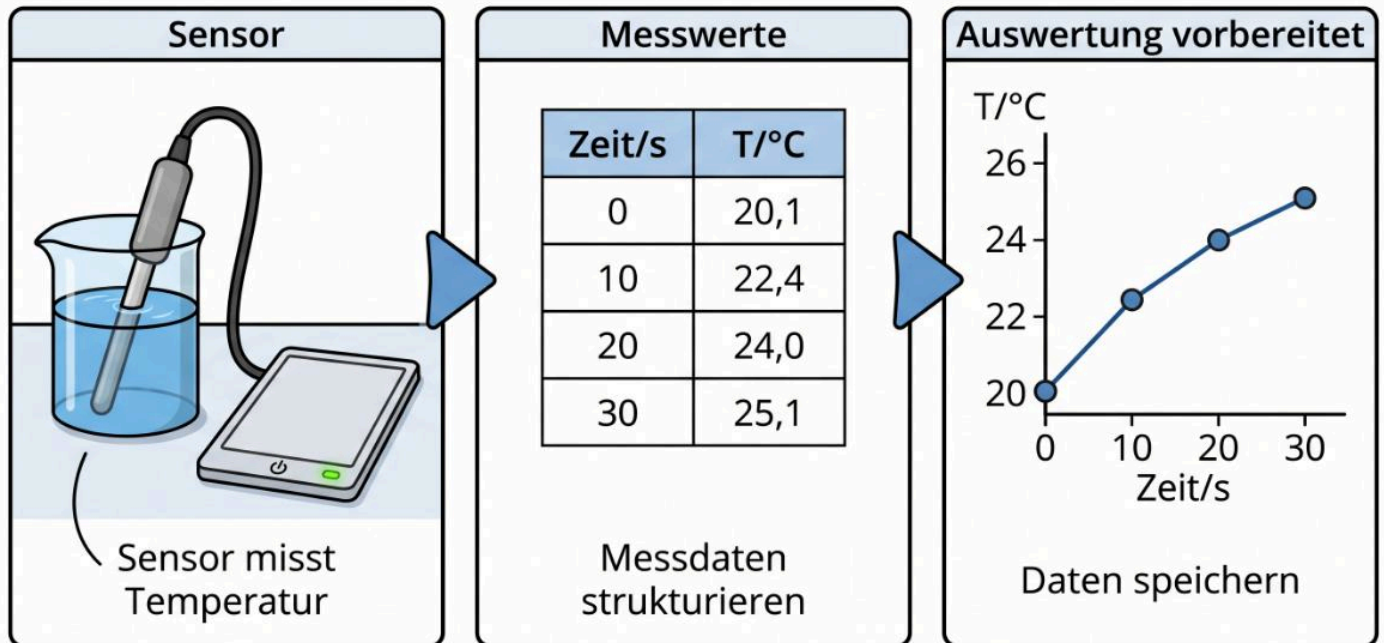
Digitale Messdaten mit Sensoren erfassen

Lernziel-ID 691c11d0-fa6a-5d2e-a19c-086e89c3c233

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase > Methode: Digitale Messwerterfassung & Analyse

Digitale Messdaten mit Sensoren erfassen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit digitalen Sensoren Messdaten strukturiert erfassen und für die Auswertung bereitstellen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Digitale und analoge Messverfahren vergleichen

75b9ca4c-178e-5df2-adc4-f7f78e9d28e5

S. 123

Wird direkt vorausgesetzt von

Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen

72effc66-87f4-5f5e-8d36-1547677365fb

S. 209

Bewegungen mit Videoanalyse untersuchen

d67502e3-5e0a-595b-a24b-65b1c40de36e

S. 210

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#) 0432a422-401b-5134-bf08-95cf8c7a366

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Methode: Modellbildung mit Tabellenkalkulation

Lernziel-ID ac25ffe3-fd42-592d-a937-79cc13460313

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Methoden in der E-Phase

Bewegung schrittweise modellieren



1. Formeln für den nächsten Schritt

$\Delta t = 0,1 \text{ s}$

$a = 2,0 \text{ m/s}^2$

$t_{\text{neu}} = t_{\text{alt}} + \Delta t$

$v_{\text{neu}} = v_{\text{alt}} + a \cdot \Delta t$

$x_{\text{neu}} = x_{\text{alt}} + v_{\text{alt}} \cdot \Delta t$

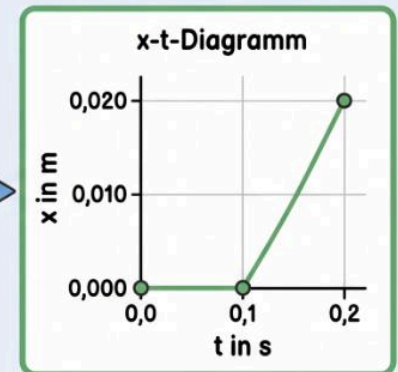
2. Tabelle (Tabellenkalkulation)

n	t in s	x in m	v in m/s	a in m/s ²
0	0,0	0,000	0,0	2,0
1	0,1	0,000	0,2	2,0
2	0,2	0,020	0,4	2,0



Parameter variieren
→ Modell vergleichen

3. Diagramm (Visualisierung)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann ein Bewegungsmodell mit Anfangsbedingungen und endlichen Zeitschritten als Differenzenverfahren in einer Tabellenkalkulation umsetzen, Parameter systematisch variieren und Simulationsergebnisse im Hinblick auf den Bewegungsverlauf, die Modellannahmen und die Zeitschrittweite interpretieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Geradlinige Bewegung mit Reibung modellieren](#)

S. 102

Wird direkt vorausgesetzt von

[Ruhepotenzial an einer selektiv permeablen Membran modellieren](#)

S. 208

[Numerische Simulation von Bewegungen](#)

S. 454

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#)

[0432a422-401b-5134-bf08-05cf8c7a366](#)

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

[7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026](#)

[Bewegungsanalyse und freier Fall](#) [a9562b05-c54d-5635-9244-](#)

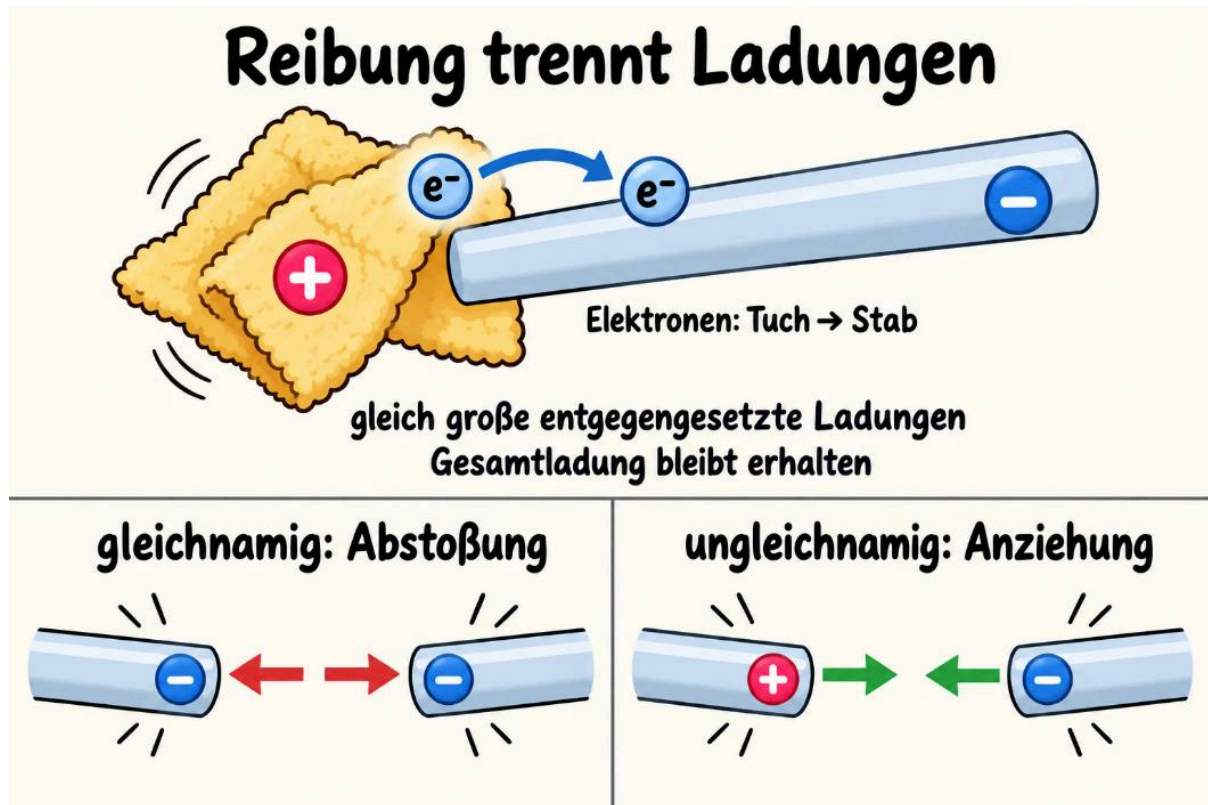
[3f7dd24a8642](#)

Ladungsphänomene und Reibungselektrizität

Lernziel-ID a6e48b88-51ed-5942-bdb8-8d2192652e0d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Anziehung und Abstoßung elektrisch geladener Körper sowie Ladungstrennung durch Reibung phänomenologisch untersuchen und die beobachteten Wechselwirkungen mit einem qualitativen Kraftbegriff beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Ladungserhaltung erläutern

25998fed-ea4d-4c3e-b606-e965b5d7f290

S. 127

Elektrische Stromstärke als Ladungsrate deuten

bbee4c52-4e95-5529-990f-706aa99316a3

S. 211

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

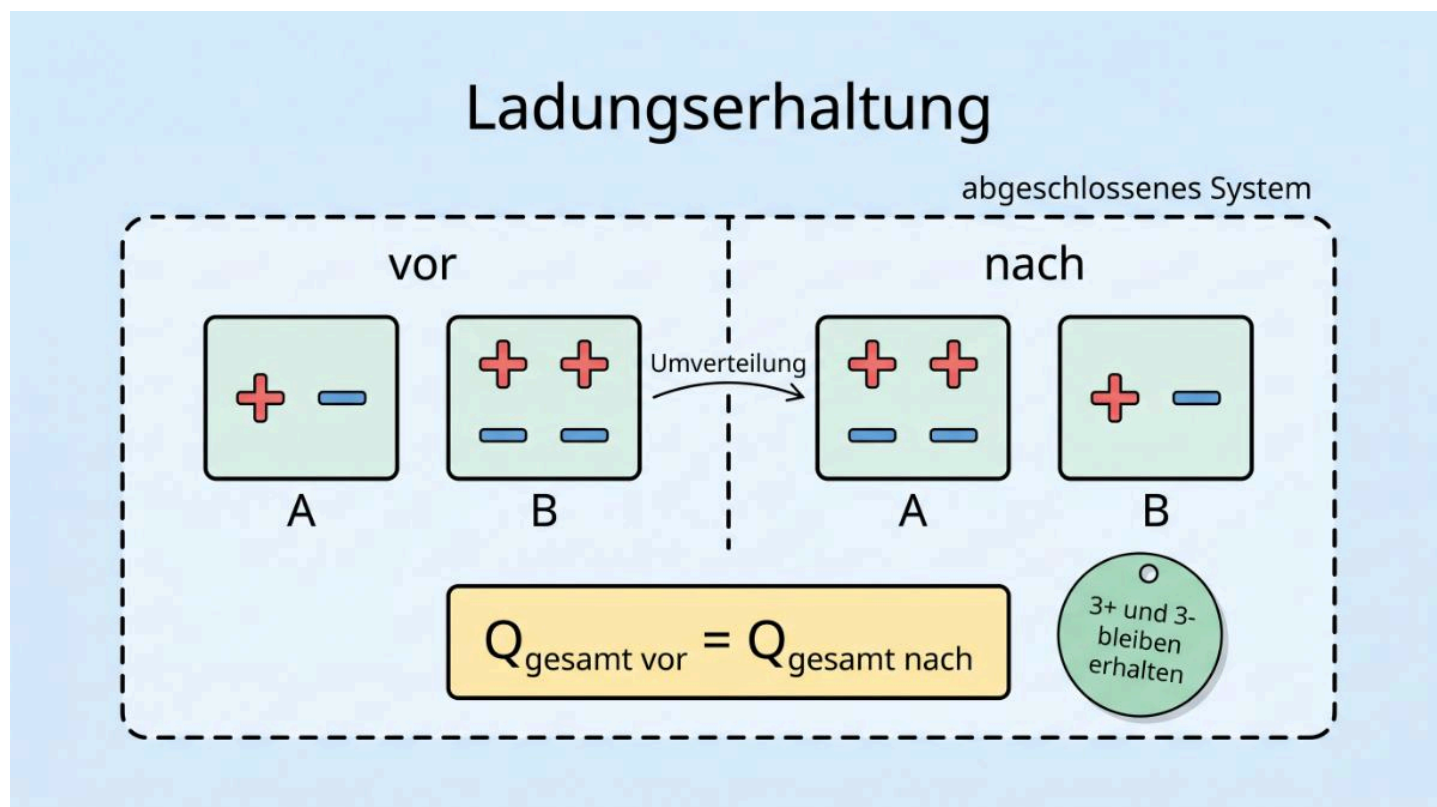
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Ladungserhaltung erläutern

Lernziel-ID 25998fed-ea4d-4c3e-b606-e965b5d7f290

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Ladung als Erhaltungsgröße beschreiben und Ladungsumverteilungen in abgeschlossenen Systemen fachlich deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ladungsphänomene und Reibungselektrizität

a6e48b88-51ed-5942-bdb8-8d2192652e0d

S. 126

Wird direkt vorausgesetzt von

Influenz bei Leitern untersuchen

9fb1dd85-11b7-4a5a-b124-27fea8d1788e

S. 216

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Elektrostatik und Potenzial](#) 841edfdb-5e12-5a37-ab12-552a1d8e92ca

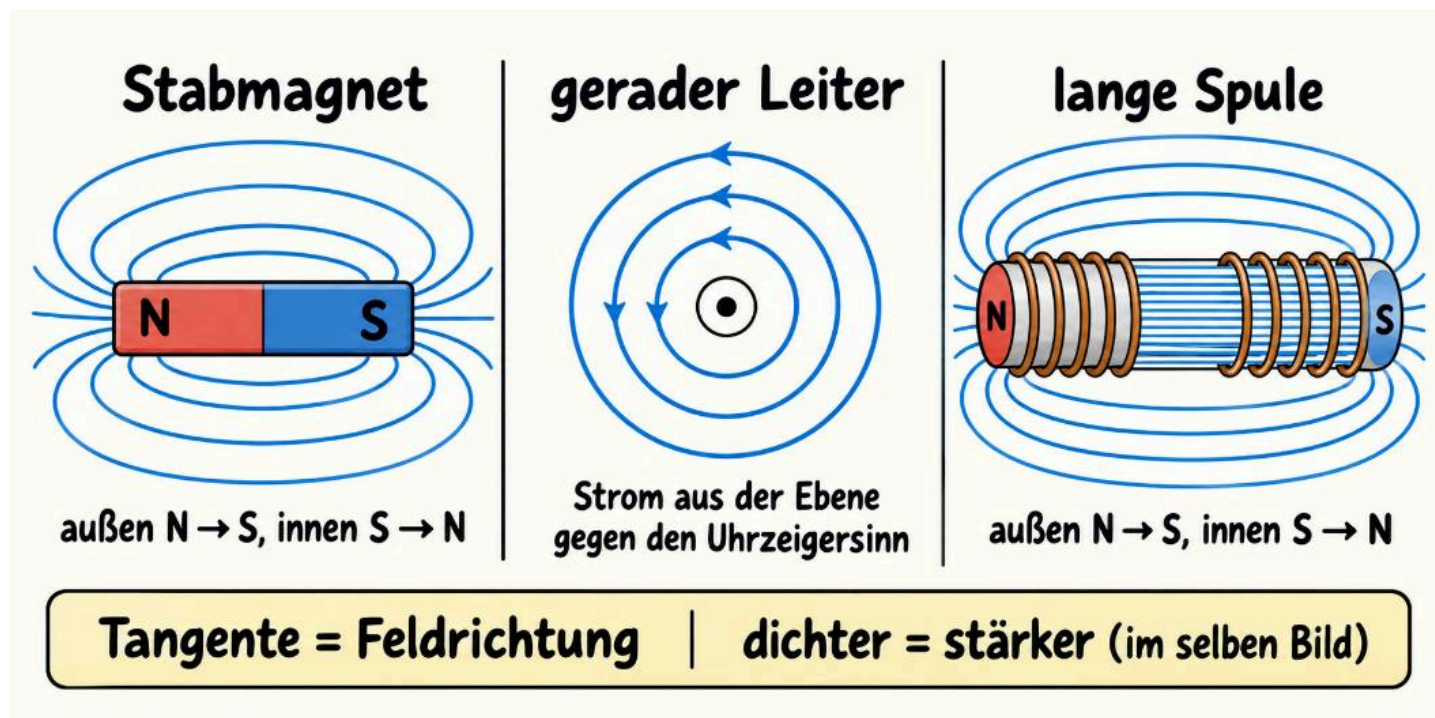
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Magnetische Felder und Feldlinienbilder

Lernziel-ID 0f6b798b-594e-5480-8c5f-95e2486a4d85

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Grundlagen und Entstehung des Magnetfeldes



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann typische magnetische Felder von Permanentmagneten, geraden stromdurchflossenen Leitern und langen Spulen durch Feldlinienbilder darstellen und diese als Modellbilder deuten, in denen die Tangentenrichtung die Feldrichtung und die Liniendichte innerhalb einer Darstellung die relative Feldstärke codiert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Kraft auf stromdurchflossene Leiter c6355a22-24cf-5d8b-88af-ea11711460fb S. 129	Magnetisierung und Permanentmagnete 0924162b-46d0-5c56-93bc-33e1f5ac6886 S. 130	Magnetfeldmodelle für geraden Leiter und lange Spule auswählen und anwenden 106417ed-80db-5490-a1ee-bb4160d3f2b4 S. 218	Lorentzkraft auf freie Ladungen 8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9 S. 219
Einfachen Elektromotor bauen und qualitativ erklären eb30189c-27c6-510b-b235-6543afa18b90 S. 345			

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073239d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

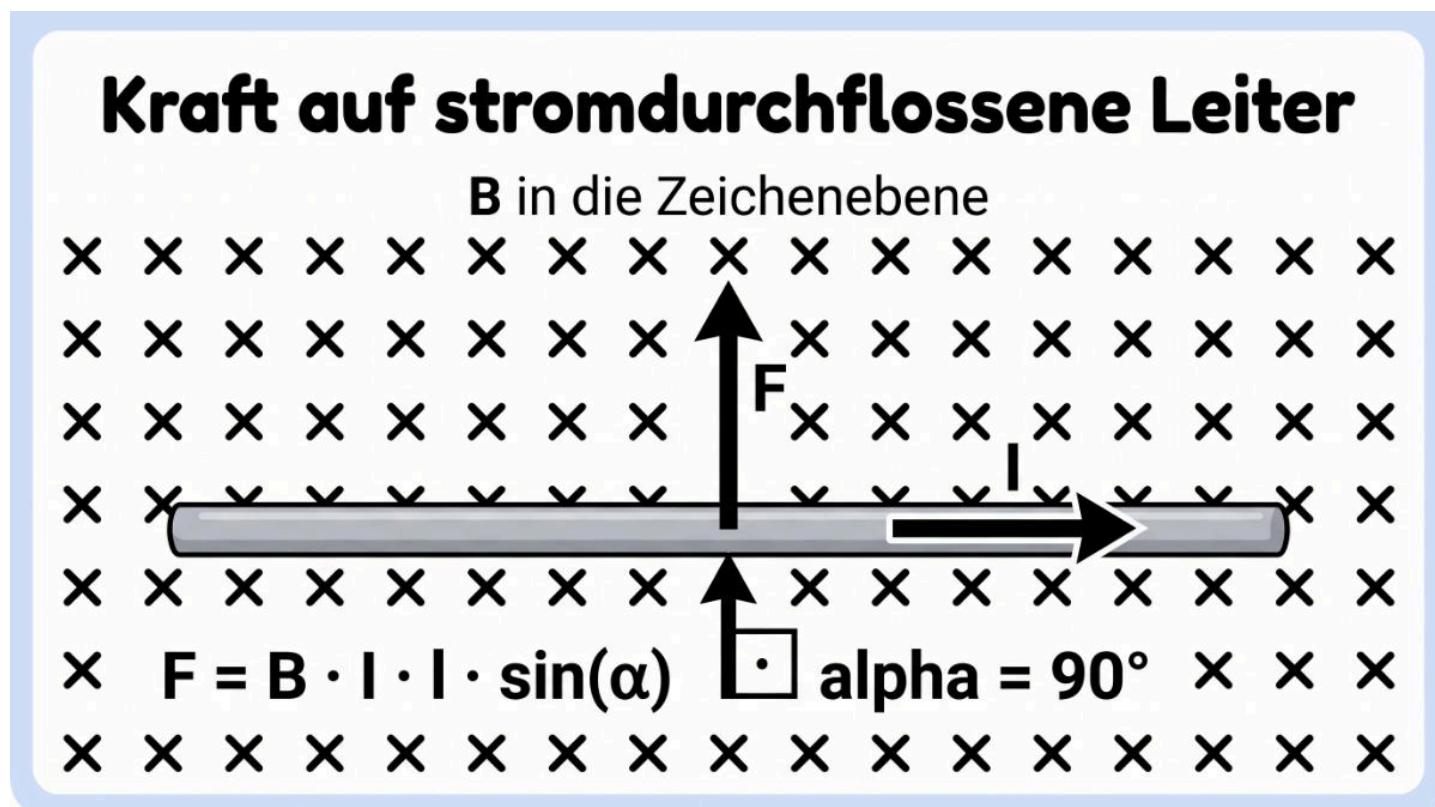
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Kraft auf stromdurchflossene Leiter

Lernziel-ID c6355a22-24cf-5d8b-88af-ea11711460fb

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Grundlagen und Entstehung des Magnetfeldes



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Betrag und Richtung der Kraft auf ein gerades stromdurchflossenes Leiterstück im homogenen Magnetfeld mit $F = B \cdot I \cdot \ell \cdot \sin(\alpha)$ bestimmen, wobei α der Winkel zwischen Strom- und Feldrichtung ist, und bei senkrechter Anordnung B aus einer Kraftmessung mit $B = F/(I \cdot \ell)$ ermitteln.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Magnetische Felder und Feldlinienbilder

0f6b798b-594e-5480-8c5f-95e2486a4d85

S. 128

Wird direkt vorausgesetzt von

Drehmoment auf Magnetnadeln und Dipole

d02438ba-0cc9-5993-831e-5e44d35e32c4

S. 405

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion](#)

26c1e946-e858-57ef-a19b-d6bb295c76f4

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion im](#)

[Sensorprüfstand](#) 58c4b989-5cd0-5bf2-99d1-a0163fc837a1

[Magnetfeld, Leiterkraft und Lorentzkraft](#)

ba29e928-a287-5de7-b3fe-5c8c3731363b

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig](#)

[lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

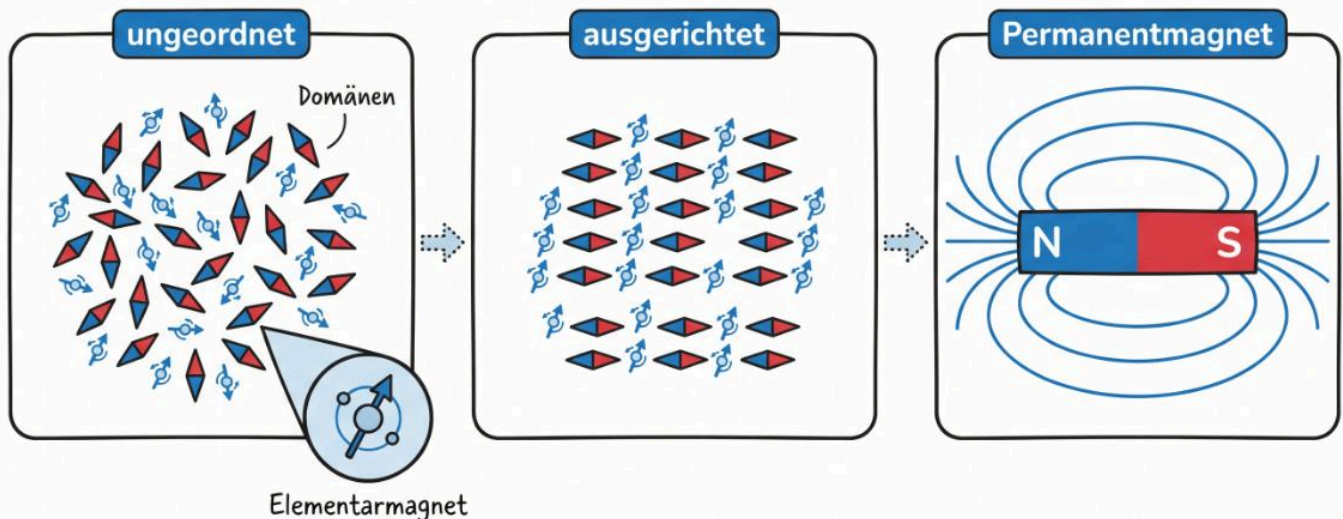
Magnetisierung und Permanentmagnete

Lernziel-ID 0924162b-46d0-5c56-93bc-33e1f5ac6886

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Grundlagen und Entstehung des Magnetfeldes

Magnetisierung und Permanentmagnete



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einem oberstufengerechten Modell erklären, wie die Vorzugsorientierung mikroskopischer magnetischer Momente Magnetisierung und eine makroskopische Feldwirkung hervorruft und wie eine bleibende Vorzugsorientierung dieser Momente Permanentmagnetismus erklärt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Magnetische Felder und Feldlinienbilder

0f6b798b-594e-5480-8c5f-95e2486a4d85

S. 128

Wird direkt vorausgesetzt von

Kernspintomografie (MRT)

52bdabb2-d9a1-56e6-bccf-ff58f299c739

S. 131

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

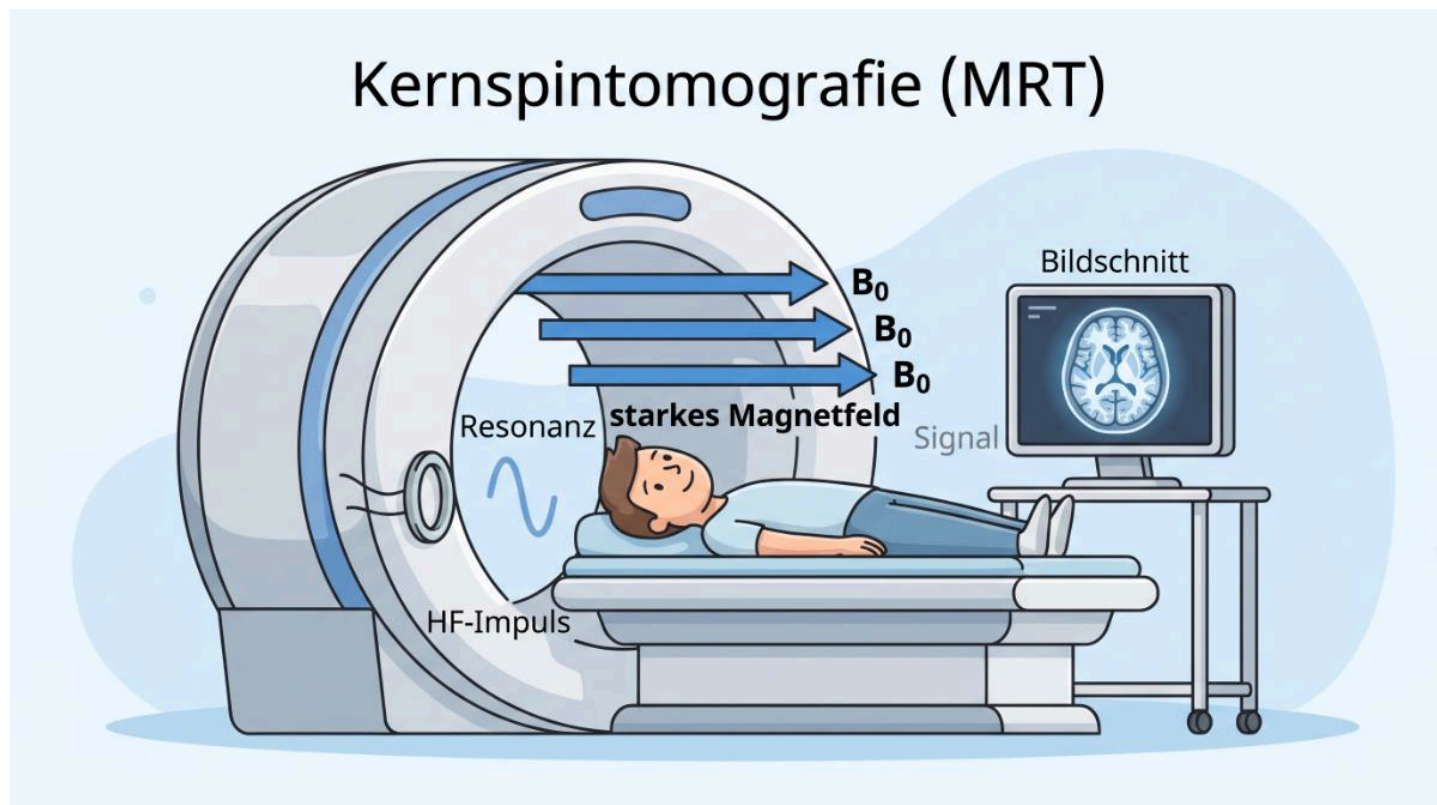
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen_d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605](#)

Kernspintomografie (MRT)

Lernziel-ID 52bdabb2-d9a1-56e6-bccf-ff58f299c739

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Technische Anwendungen magnetischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann qualitativ erklären, wie ein statisches Magnetfeld eine Netto-Kernspinmagnetisierung ausrichtet, eine resonante Hochfrequenzanregung sie auslenkt und Magnetfeldgradienten die bei der Relaxation gemessenen Signale räumlich für ein MRT-Bild codieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Magnetisierung und Permanentmagnete

0924162b-46d0-5c56-93bc-33e1f5ac6886

S. 130

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

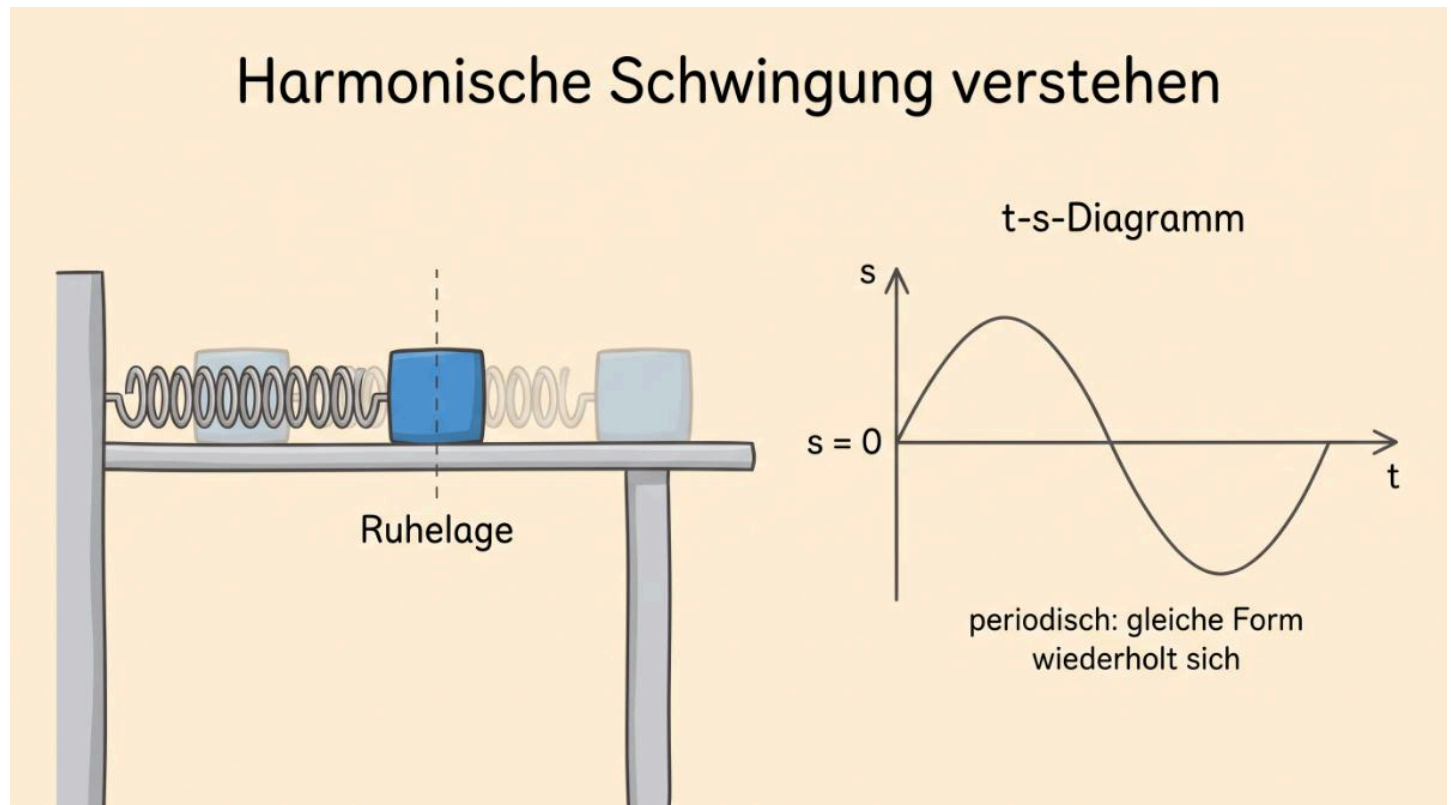
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d443ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

[Magnetische Messverfahren und Technik](#) d8442d03-8b7e-54b7-9d9a-dc31ce541daa

Harmonische Schwingung verstehen

Lernziel-ID d03f1cb6-c224-53db-ad91-76cc7827978d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann eine harmonische Schwingung als sinusförmiges periodisches Modell beschreiben und anhand eines t-s-Diagramms experimentell untersuchen, inwieweit die Bewegung eines Federpendels im linearen Bereich oder eines Fadenpendels bei kleinen Winkelauslenkungen diesem Modell entspricht.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung

e4b38061-1f28-43ad-8371-a3e7c0e81856

S. 81

Wird direkt vorausgesetzt von

Charakteristische Schwingungsgrößen

fcf8580c-ecfd-58ea-bbf5-a1b29c9ecf8e

S. 133

Schwingungsgleichung lösen

b2fb9a25-4d26-5cf2-a917-823909dcb6bd

S. 259

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungsmonitoring und Wellenwege 7be8cb95-7174-5beb-94c5-c0e7bb9b1836](#)

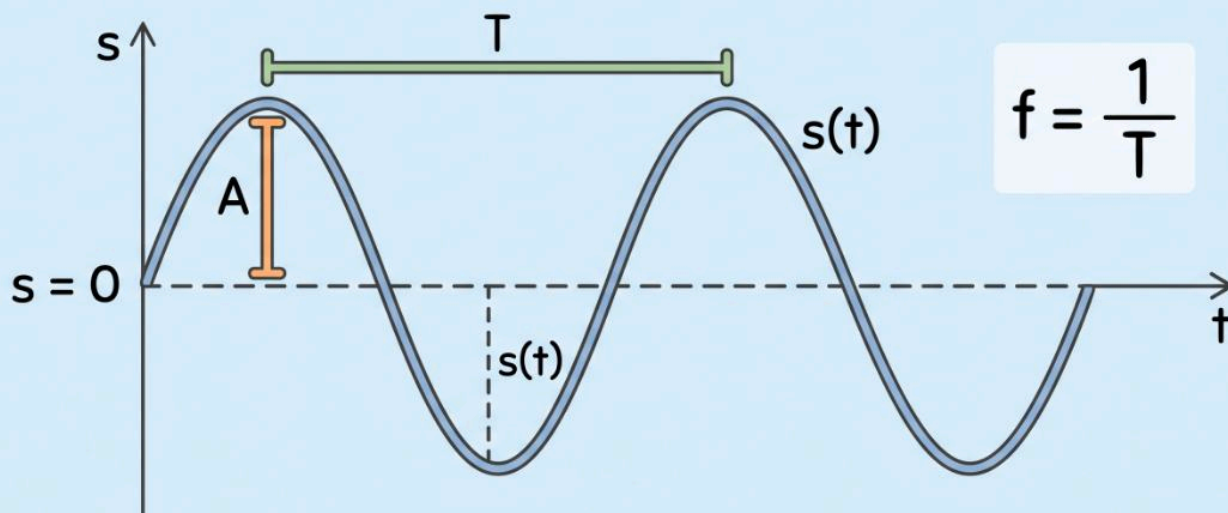
[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungen und Wellen d8a0ef79-befc-5a29-9b74-6481d40c02c3](#)

Charakteristische Schwingungsgrößen

Lernziel-ID fcf8580c-ecfd-58ea-bbf5-a1b29c9ecf8e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen

Charakteristische Schwingungsgrößen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Auslenkung, Amplitude, Periodendauer und Frequenz einer harmonischen Schwingung definieren, den Zusammenhang $f = 1/T$ erläutern und eine Gleichung für die Auslenkung in Abhängigkeit von der Zeit mithilfe dieser Größen qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Schwingung verstehen

d03f1cb6-c224-53db-ad91-76cc7827978d

S. 132

Wird direkt vorausgesetzt von

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben

cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

S. 134

Erzeugung und Ausbreitung harmonischer mechanischer Wellen erklären

bf559969-a05c-58b5-82c5-3d719d96555d

S. 135

Energie und Energieerhaltung in Schwingungen

78cf6eff-b3bc-5444-9ef8-5d39dae8d17d

S. 351

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q2 0ceb4400-3e8f-586c-a669-a8877906bd8d](#)

[Schwingungsanalyse und Energiebilanz 1659e056-c7ac-553d-b4d6-467cc5688dd1](#)

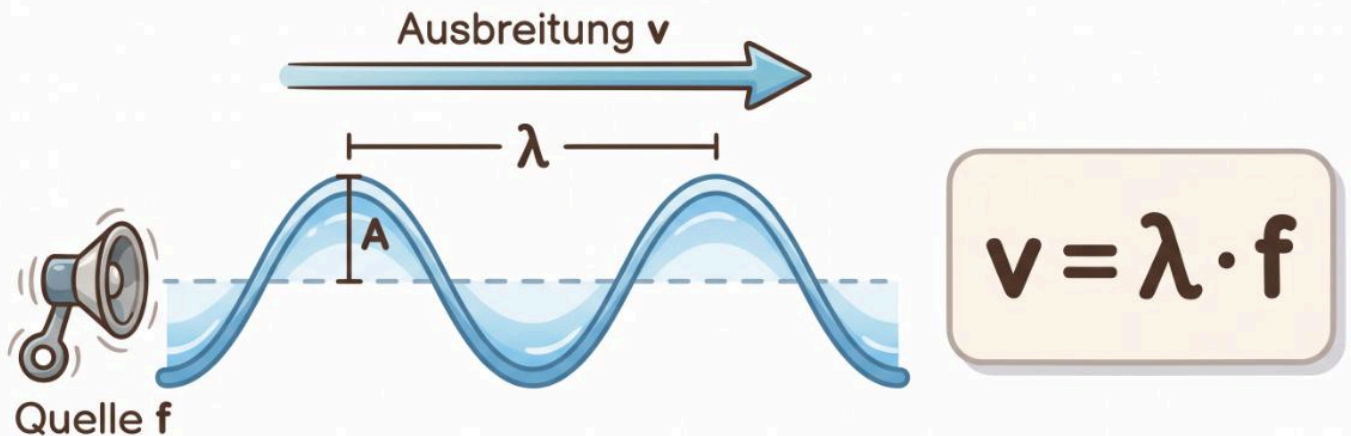
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben

Lernziel-ID cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen

Harmonische Wellen und Größen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einer fortschreitenden harmonischen Welle Frequenz und Wellenlänge als zeitliche beziehungsweise räumliche Periodizität deuten, die Phasengeschwindigkeit von der lokalen Schwingungsbewegung unterscheiden und den Zusammenhang $v = \lambda \cdot f$ begründen und nutzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären 3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85	S. 41	Charakteristische Schwingungsgrößen fcf8580c-ecfd-58ea-bb5f-a1b29c9ecf8e	S. 133
Fortschreitende ebene Transversalwellen und Momentanbilder beschreiben 158e1c19-7ccb-4c8c-931c-b685951ab161	S. 136	Doppler-Effekt in der Medizin e7131fe3-1da6-5555-80ec-fb6bdf8fcc29	S. 142
Spektrum elektromagnetischer Wellen 4a7cbe83-b694-57d3-85ce-1eecca418daaf	S. 148	Wellengleichung formulieren e160acb4-5b88-509e-8055-2653df429c65	S. 145
Polarisation und Schwingungsebene 549269d3-1aef-5c55-9640-ee2a8e2ee9a1	S. 149	Wellenpakete 1c430e0a-b63e-5729-8715-a96a5a68740f	S. 147

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q2 0ceb4409-3e8f-586c-a669-a8877906bd8d](#)

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

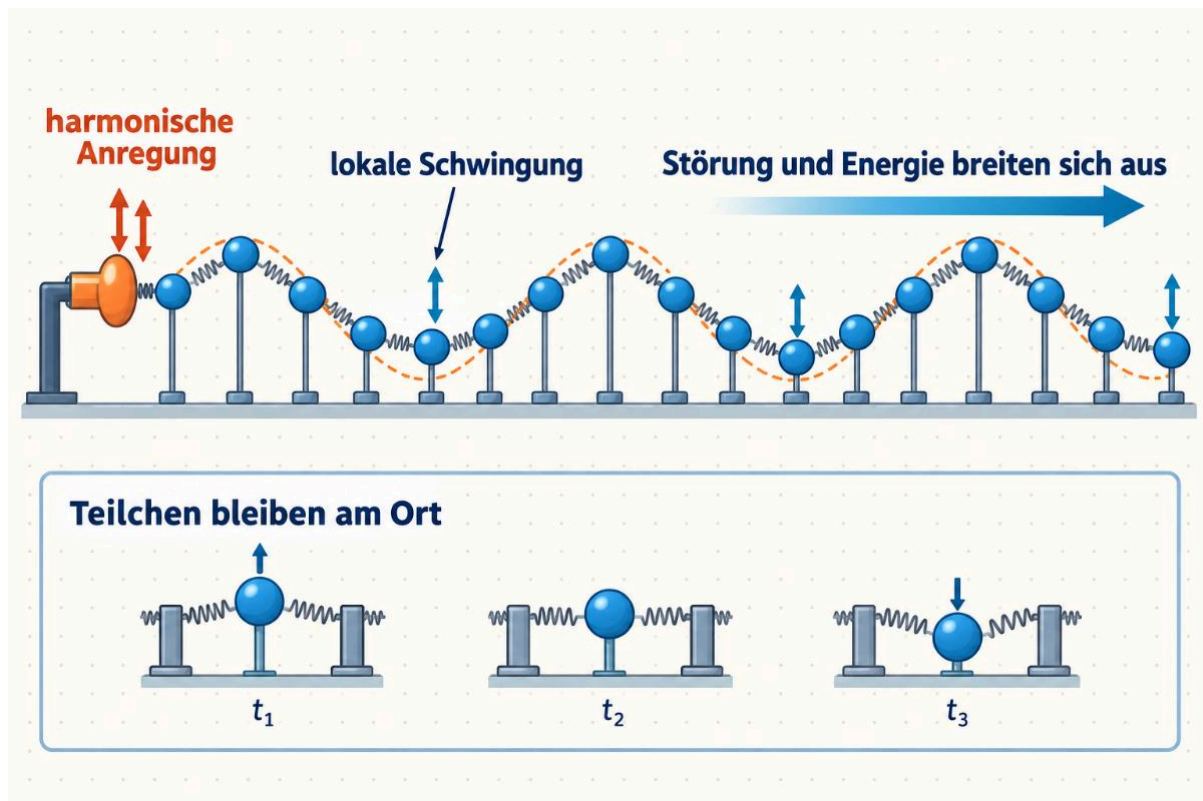
[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungsmonitoring und Wellenwege 7be8cb95-7174-5beb-94c5-c9e7bb9b1836](#)

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungen und Wellen d8a08f79-befc-5a29-9b74-6481d40c02c3](#)

Erzeugung und Ausbreitung harmonischer mechanischer Wellen erklären

Lernziel-ID bf559969-a05c-58b5-82c5-3d719d96555d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie eine harmonische Anregung in einem gekoppelten, näherungsweise linearen Medium eine harmonische mechanische Welle erzeugt und wie sich dabei Störung und Energie ausbreiten, obwohl die Medienelemente nur lokal schwingen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

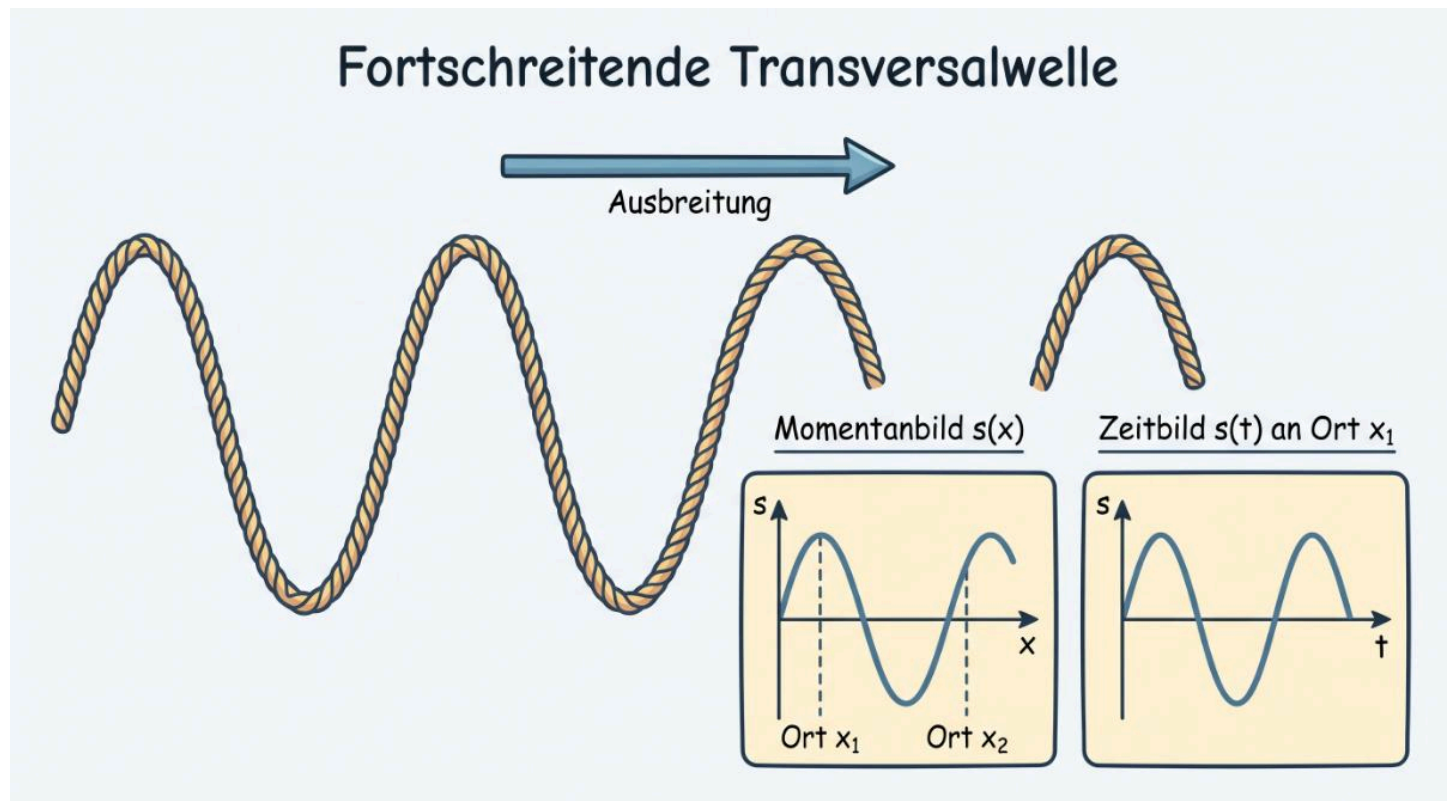
Direkte Vorbedingungen

Schallausbreitung im Teilchenmodell erklären 3c82510a-1f12-4eaa-81c2-8599437a5b85	S. 41	Charakteristische Schwingungsgrößen fcf8580c-ecfd-58ea-bbf5-a1b29c9ecf8e	S. 133
Fortschreitende ebene Transversalwellen und Momentanbilder beschreiben 158e1c19-7ccb-4c8c-931c-b685951ab161	S. 136	Longitudinal- und Transversalwellen unterscheiden 68020906-e615-462e-a56f-dd1ccc14b8d7	S. 137
		Huygens'sches Prinzip und Elementarwellen 9dba2826-b179-59f0-8d91-5916079e5abe	S. 138

Fortschreitende ebene Transversalwellen und Momentanbilder beschreiben

Lernziel-ID 158e1c19-7ccb-4c8c-931c-b685951ab161

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann eine fortschreitende ebene Transversalwelle beschreiben und $s(x,t)$ sowohl als zeitlichen Verlauf der Auslenkung an einem festen Ort als auch als räumliches Momentanbild zu einem festen Zeitpunkt deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben

S. 134

cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

Erzeugung und Ausbreitung harmonischer mechanischer Wellen erklären

S. 135

bf559969-a05c-58b5-82c5-3d719d96555d

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

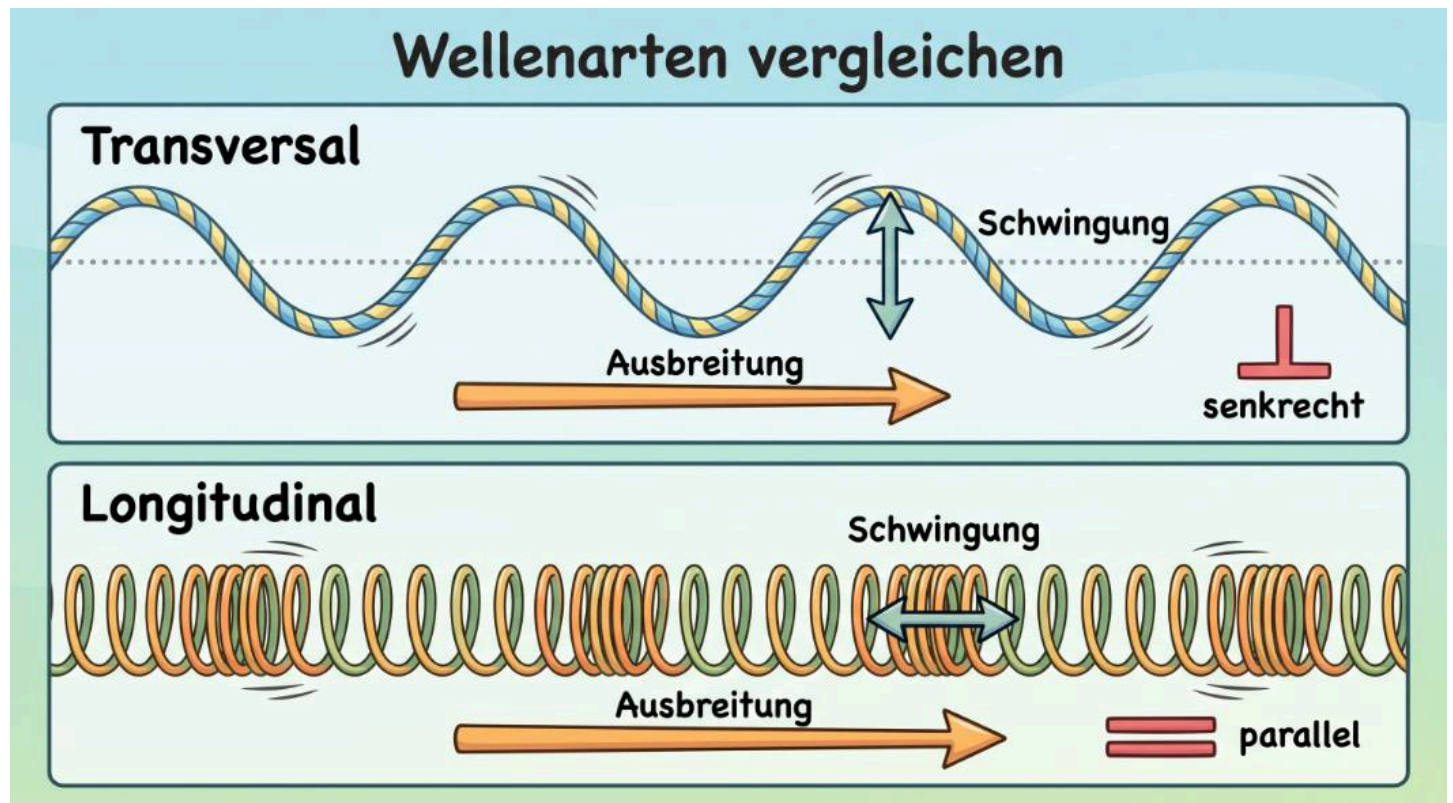
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Longitudinal- und Transversalwellen unterscheiden

Lernziel-ID 68020906-e615-462e-a56f-dd1ccc14b8d7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Longitudinal- und Transversalwellen danach unterscheiden, ob die lokale Schwingungsrichtung parallel beziehungsweise senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verläuft, und charakteristische Beispiele anhand dieses Kriteriums begründet zuordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Erzeugung und Ausbreitung harmonischer mechanischer Wellen erklären

bf559969-a05c-58b5-82c5-3d719d96555d

S. 135

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

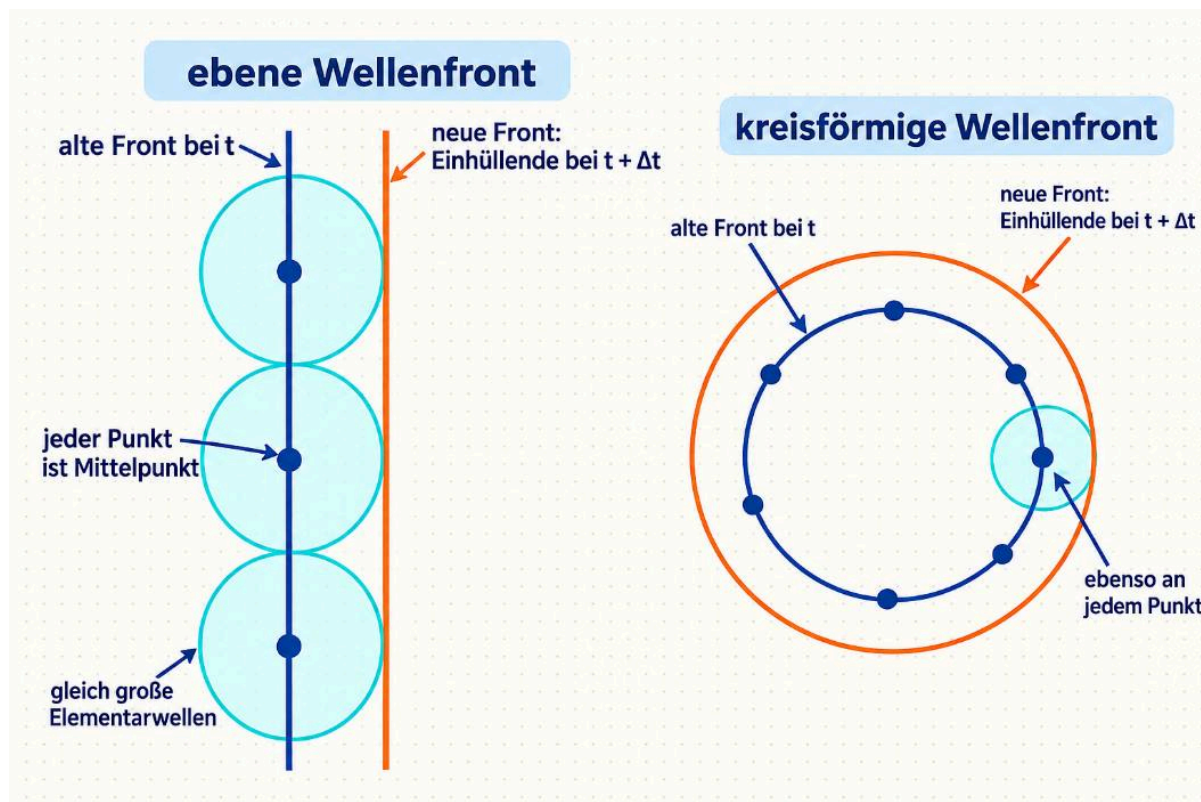
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Wellenphänomene, Ultraschall und Wellengleichung](#) eecb0af8-a45a-51fc-8987-2acb6292ca7f

Huygens'sches Prinzip und Elementarwellen

Lernziel-ID 9dba2826-b179-59f0-8d91-5916079e5abe

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Ausbreitung von ebenen und kreisförmigen Wellenfronten mithilfe des Modells der Elementarwellen (Huygens'sches Prinzip) erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Erzeugung und Ausbreitung harmonischer mechanischer Wellen erklären

bf559969-a09c-58b5-82c5-3d719d96555d

S. 135

Wird direkt vorausgesetzt von

Wellenphänomene: Brechung, Reflexion, Beugung

d716a35e-e422-5aba-b39a-f2e22f1e1e74

S. 139

Interferenz am Doppelspalt

6270e558-d657-5363-a6b2-e49a032a453b

S. 372

Beugung am Einzelspalt berechnen

f6a3a602-1e45-5018-b0ff-3d49933cf634

S. 375

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

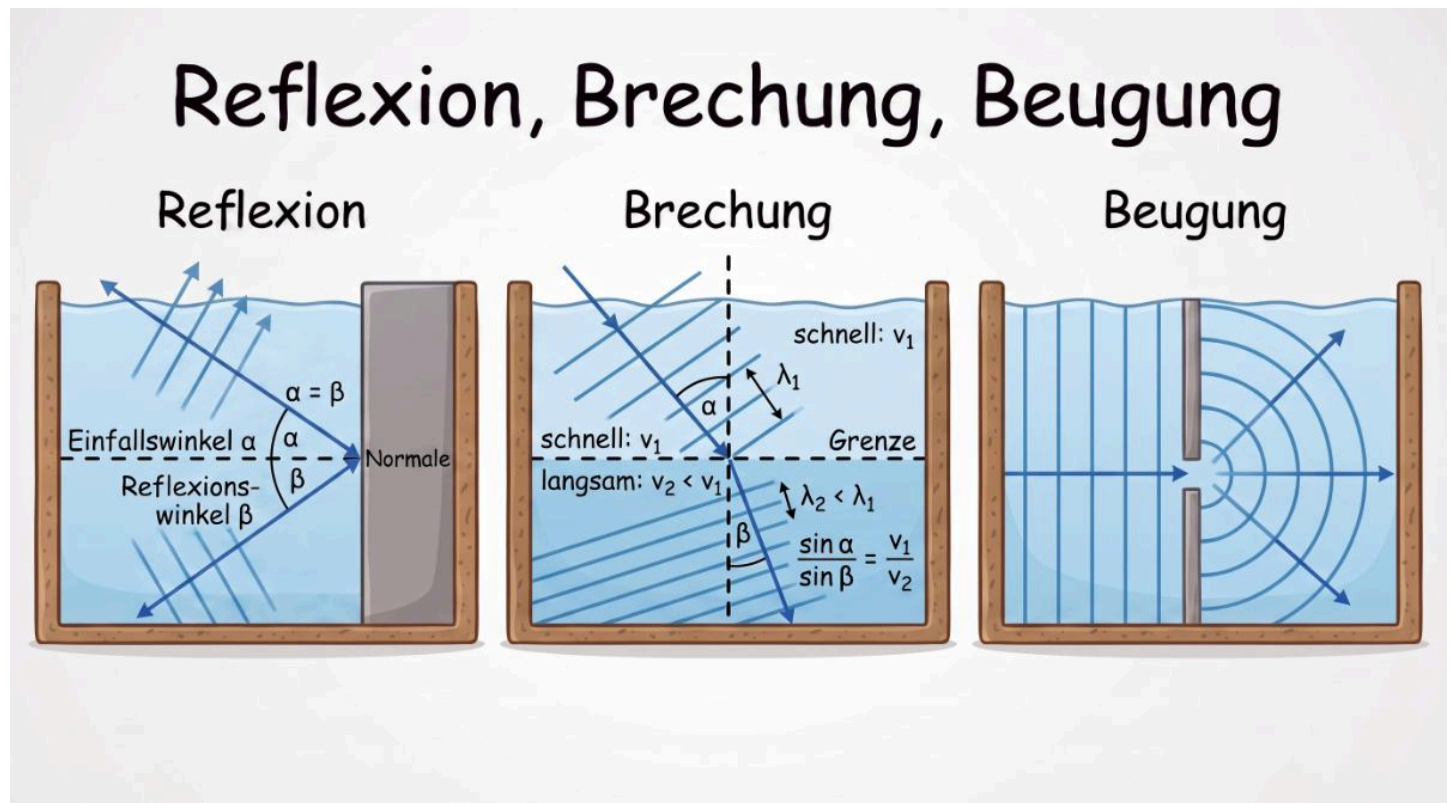
[Vorschlag B \(LK\) - Schwingungsdiagnostik mit Grenzflächenanalyse 99954602-819d-57f3-9c09-737e69f162df](#)

[Vorschlag B \(LK\) - Aktives Schwingungsmanagement fa333c2f-3150-5831-a649-28615164b2f2](#)

Wellenphänomene: Brechung, Reflexion, Beugung

Lernziel-ID d716a35e-e422-5aba-b39a-f2e22f1e1e74

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Reflexion, Brechung und Beugung anhand von Wellenfronten voneinander unterscheiden und ihre charakteristischen Veränderungen mithilfe des Huygens'schen Prinzips unter den jeweiligen Randbedingungen qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Huygens'sches Prinzip und Elementarwellen

9dba2826-b179-59f0-8d91-5916079e5abe

S. 138

Wird direkt vorausgesetzt von

Interferenz in der Technik (ANC)

85157cf0-7f68-5aea-b375-0f9797008cc9

S. 140

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungsmonitoring und Wellenwege](#) 7be8cb95-7174-5beb-94c5-c0e7bb9b1836

[Vorschlag B \(LK\) - Schwingungsdiagnostik mit Grenzflächenanalyse](#) 99954602-819d-57f3-9c09-d8a08f79-befc-5a29-9b74-6481d40c02c3

[Vorschlag B \(LK\) - Aktives](#)

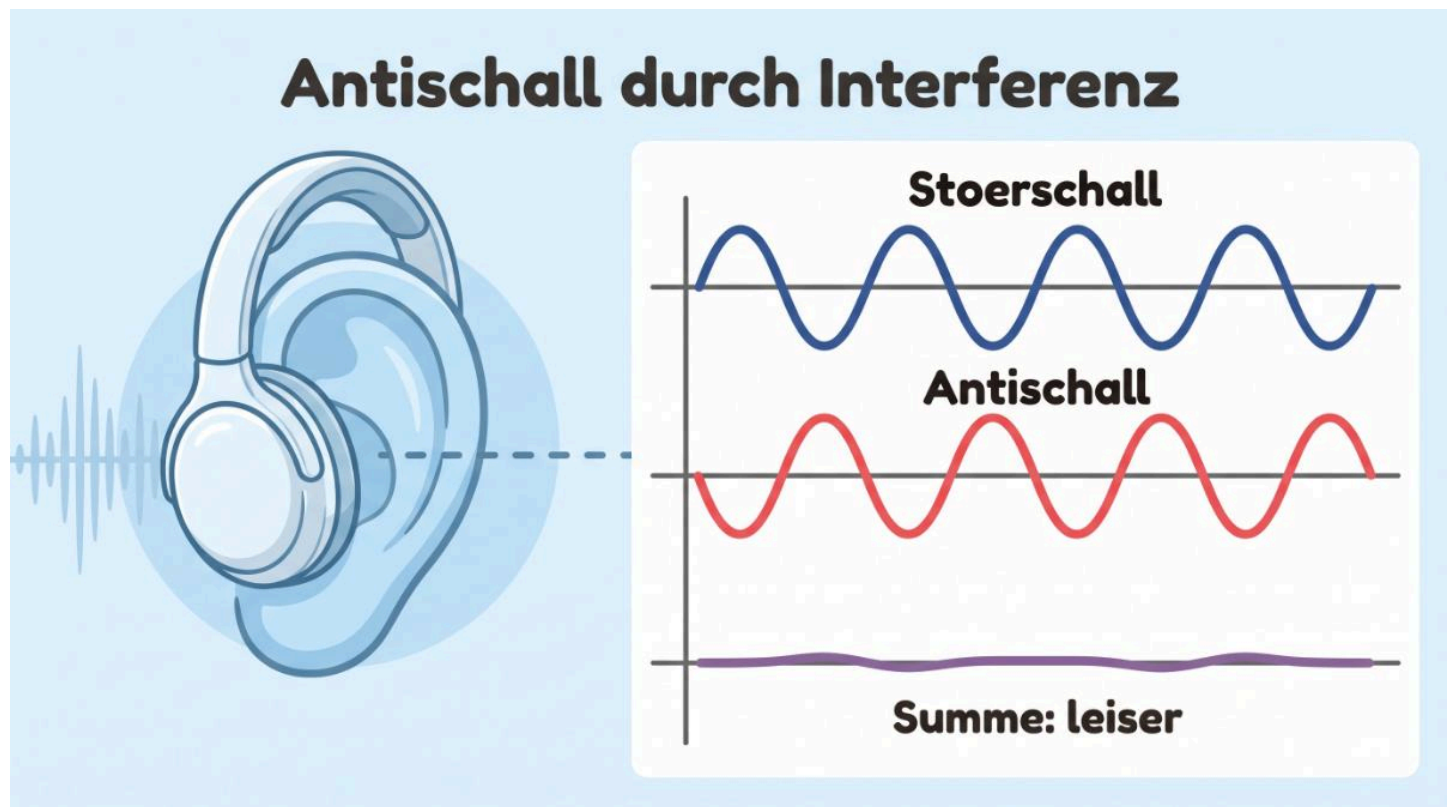
[Schwingungsmanagement](#) fa333c2f-3150-5831-a649-28615164b2f2

S. 141

Interferenz in der Technik (ANC)

Lernziel-ID 85157cf0-7f68-5aea-b375-0f9797008cc9

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen > Überlagerung und Interferenz von Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Active Noise Cancellation als gezielt erzeugte destruktive Interferenz erklären und seine Eignung als Lärmschutzmaßnahme anhand der physikalischen Wirkungsweise, Wirksamkeit und Grenzen bewerten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenphänomene: Brechung, Reflexion, Beugung

d716a35e-e422-5aba-b39a-f2e22f1e1e74

S. 139

Wird direkt vorausgesetzt von

Stehende Wellen und Wellenlängenbestimmung

d5772db3-129c-5c37-ab46-2336d02236b0

S. 143

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

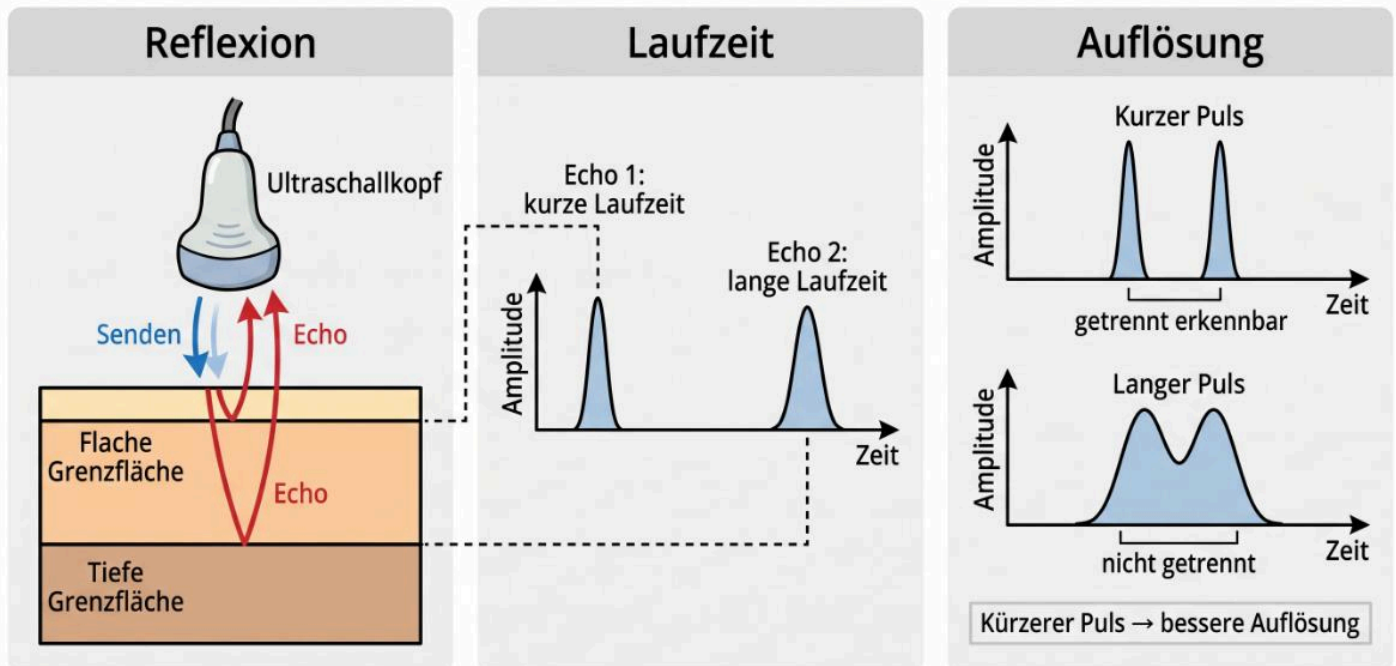
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Ultraschall in Medizin und Technik

Lernziel-ID f47a7fa0-b929-5264-b038-b83fd682967f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen

Ultraschall in Medizin und Technik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie Ultraschallortung und -bildgebung Reflexionen und Laufzeiten mechanischer Wellen nutzen, und die erreichbare räumliche Auflösung qualitativ einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenphänomene: Brechung, Reflexion, Beugung

d716a35e-e422-5aba-b39a-f2e22f1e1e74

S. 139

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

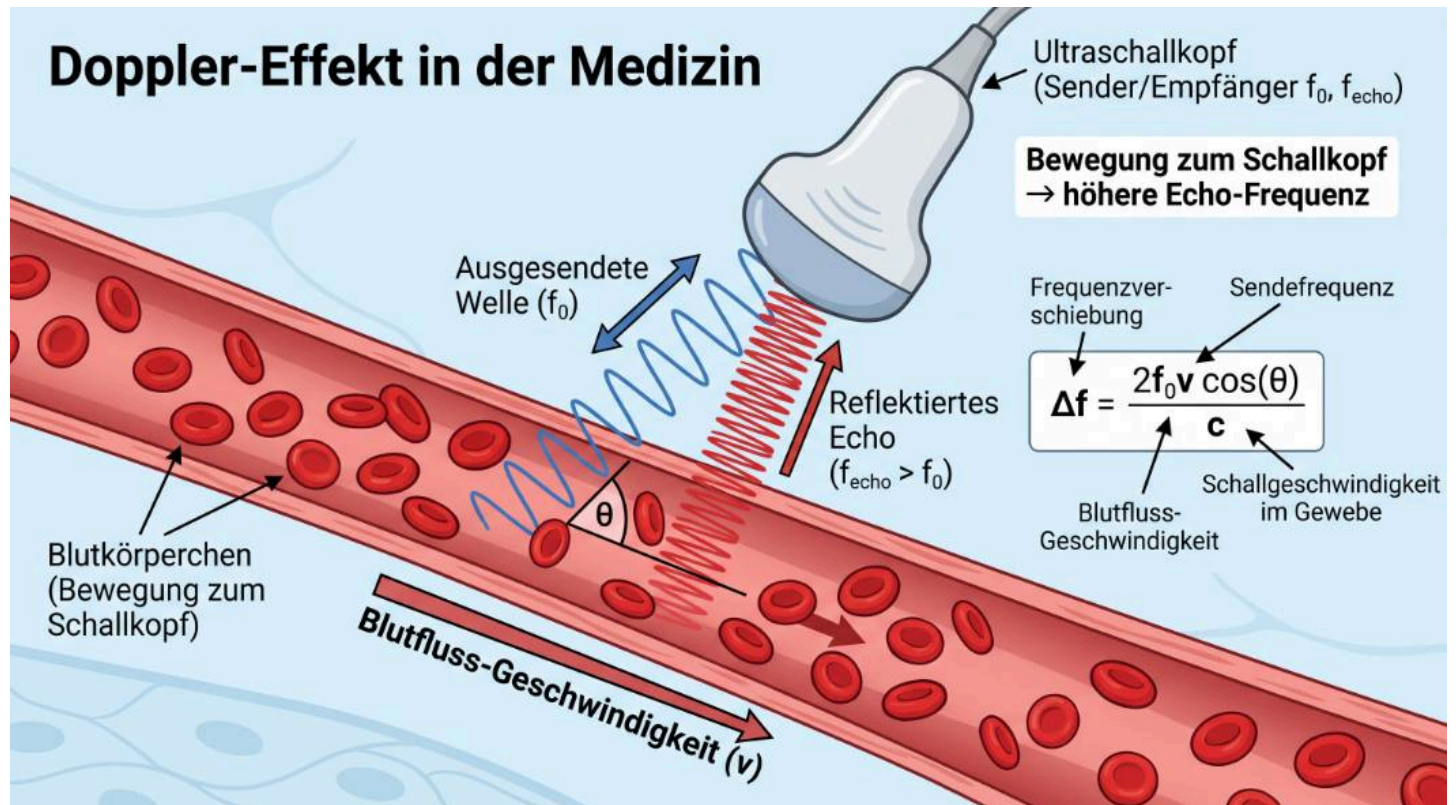
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Wellenphänomene, Ultraschall und Wellengleichung](#) eecb0af8-a45a-51fc-8987-2acb6292ca7f

Doppler-Effekt in der Medizin

Lernziel-ID e7131fe3-1da6-5555-80ec-fb6bdf8fcc29

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie die Frequenzverschiebung von an bewegten Blutbestandteilen gestreutem Ultraschall von deren Geschwindigkeitskomponente in Strahlrichtung abhängt, und daraus bei bekanntem Einschallwinkel die Strömungsgeschwindigkeit bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben

cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

S. 134

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

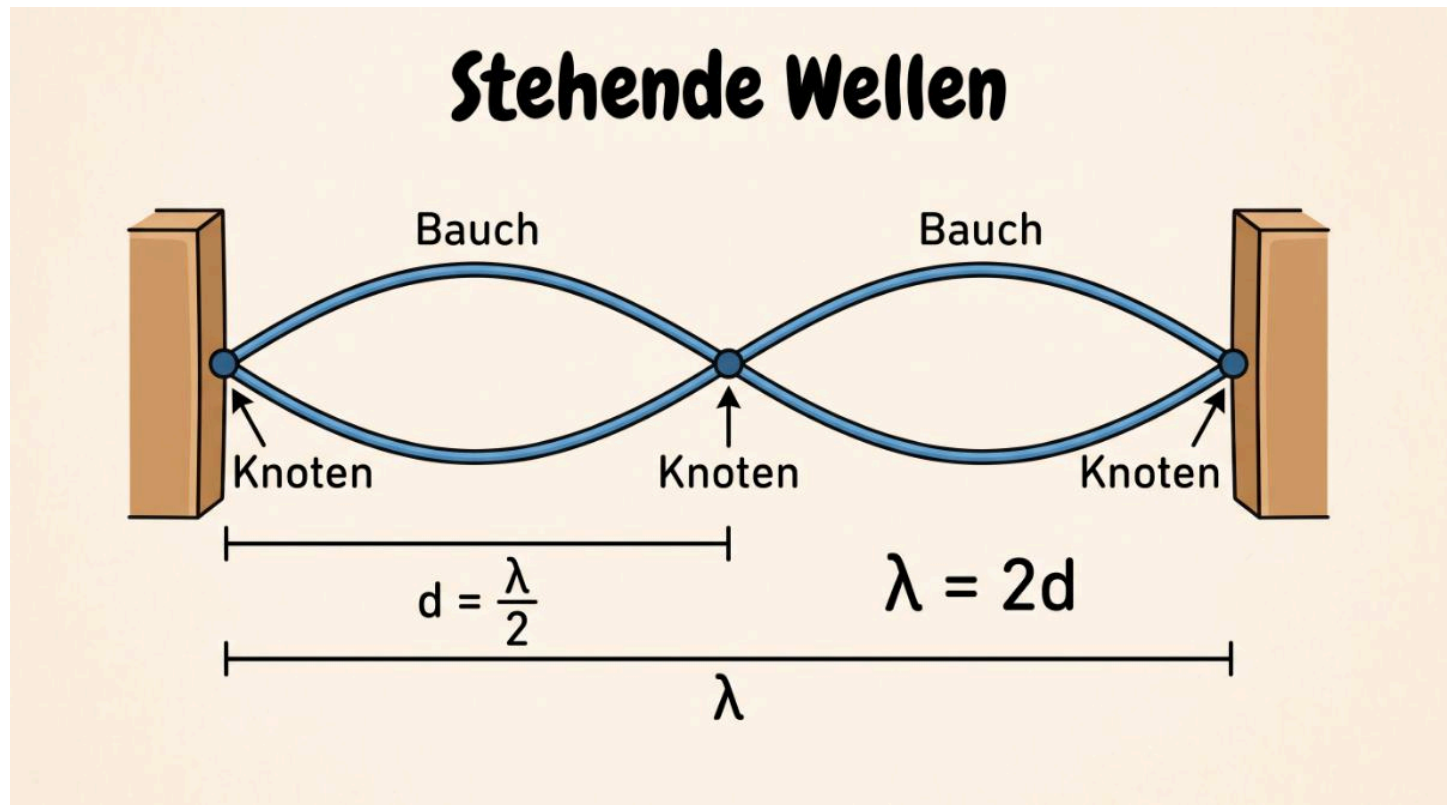
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Wellenphänomene, Ultraschall und Wellengleichung](#) eecb0af8-a45a-51fc-8987-2acb6292ca7f

Stehende Wellen und Wellenlängenbestimmung

Lernziel-ID d5772db3-120c-5c37-ab46-2336d02236b0

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann stehende Wellen im eindimensionalen Fall beschreiben und mithilfe von Reflexionsexperimenten Wellenlängen bestimmen, ohne Phasensprünge im Detail zu behandeln.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenz in der Technik (ANC)

85157cf0-7f68-5aea-b375-0f9797008cc9

S. 140

Wird direkt vorausgesetzt von

Physik der Musikinstrumente

0d2a4690-d891-503b-96f4-42c2de48fd8b

S. 144

Phasensprünge bei Reflexion

215f5558-562c-5686-b649-931f324c7983

S. 146

Stehende elektromagnetische Wellen

4c919da9-157a-5a14-a725-f7343975c9ab

S. 150

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) s0328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungsmonitoring und Wellenwege](#) 7be8cb95-7174-5beb-94c5-c0e7bb9b1836

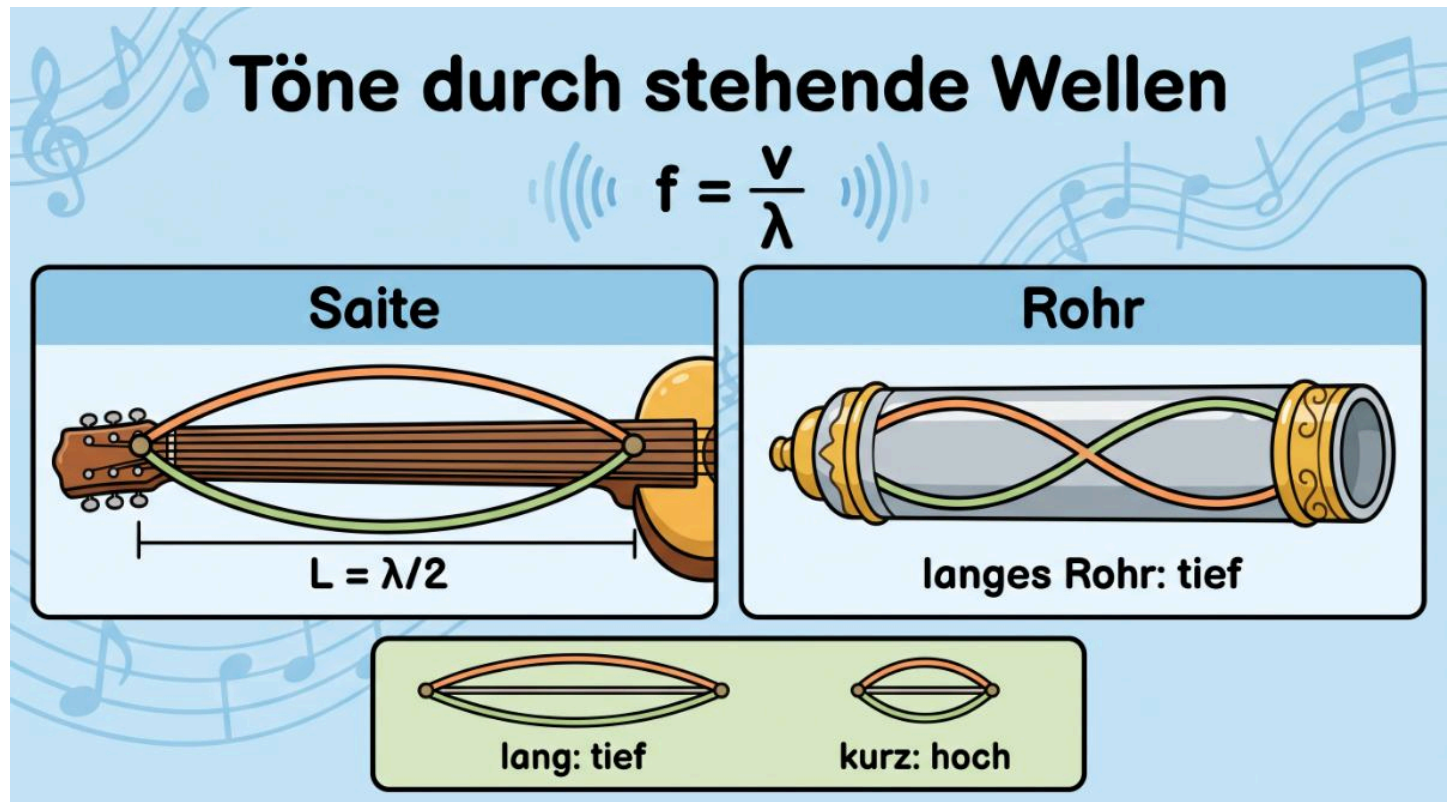
[Interferenz, stehende Wellen und Musikinstrumente](#) ab2b9c0f-db98-5d20-adee-e46eafe037b4

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungen und Wellen](#) d8a08f79-befc-5a29-9b74-6481d48c02c3

Physik der Musikinstrumente

Lernziel-ID 0d2a4690-d891-503b-96f4-42c2de48fd8b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie die Randbedingungen die möglichen stehenden Wellenmoden in Saiten und Luftsäulen festlegen und dadurch die möglichen Töne bestimmen, und den Zusammenhang zwischen Instrumentenlänge, möglichen Wellenlängen und Frequenzen qualitativ ableiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Stehende Wellen und Wellenlängenbestimmung

S. 143

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

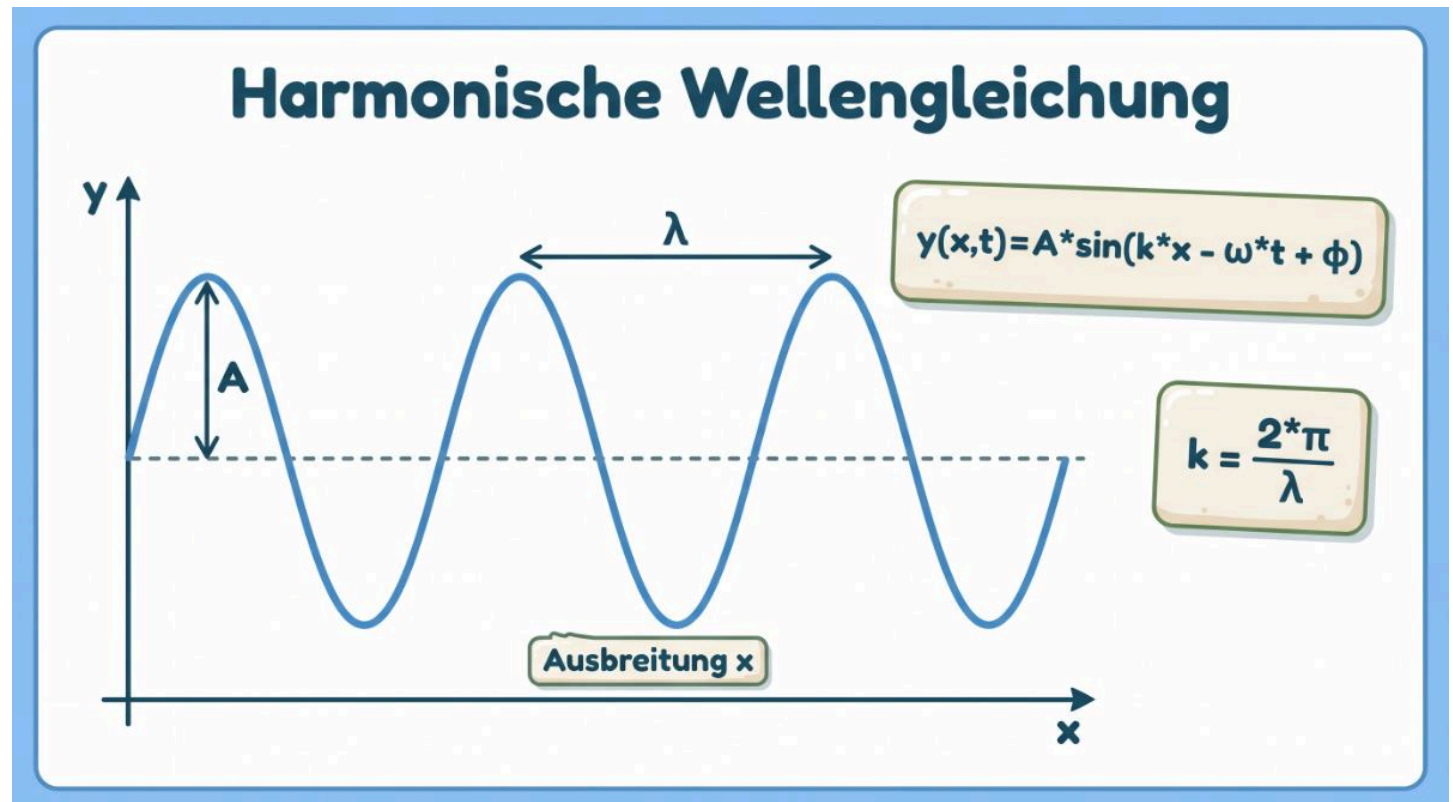
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Interferenz, stehende Wellen und Musikinstrumente](#) ab2b9c0f-d998-5d29-adee-e46eafe037b4

Wellengleichung formulieren

Lernziel-ID e160acb4-5b88-509e-8055-2653df420c65

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann eine harmonische Wellengleichung aufstellen und Amplitude, Frequenz, Wellenlänge, Phase sowie Ausbreitungsrichtung aus ihren Parametern deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben

cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

S. 134

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag B \(LK\) - Schwingungsdiagnostik mit Grenzflächenanalyse](#) 99954602-819d-57f3-9c09-737e69f162df

[Wellenphänomene, Ultraschall und Wellengleichung](#) eecb0af8-a45a-51fc-8987-2acb6292ca7f

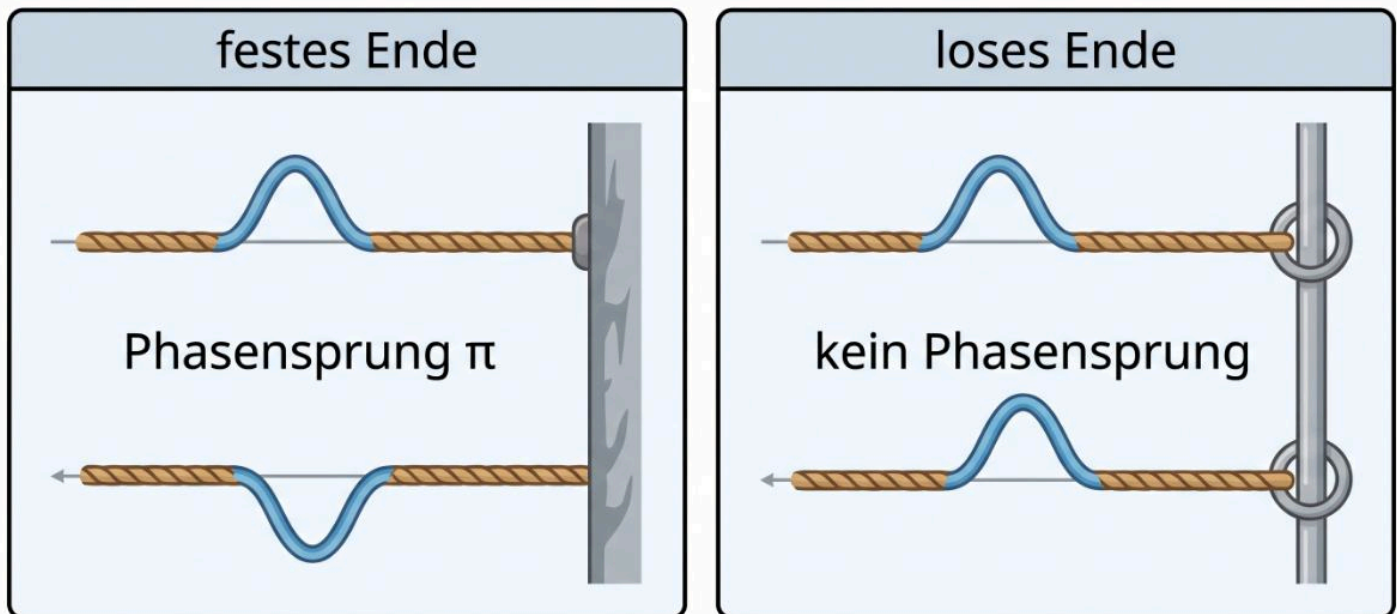
[Vorschlag B \(LK\) - Aktives Schwingungsmanagement](#) fa333c2f-3150-5831-a649-28615164b2f2

Phasensprünge bei Reflexion

Lernziel-ID 215f5558-562c-5686-b649-931f324c7983

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen

Phasensprung bei Reflexion



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären und mathematisch beschreiben, warum eine eindimensionale Auslenkungswelle bei der Reflexion am festen Ende einen Phasensprung von π und am losen Ende keinen Phasensprung erfährt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Stehende Wellen und Wellenlängenbestimmung

d5772db3-120c-5c37-ab46-2336d02236b0

S. 143

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

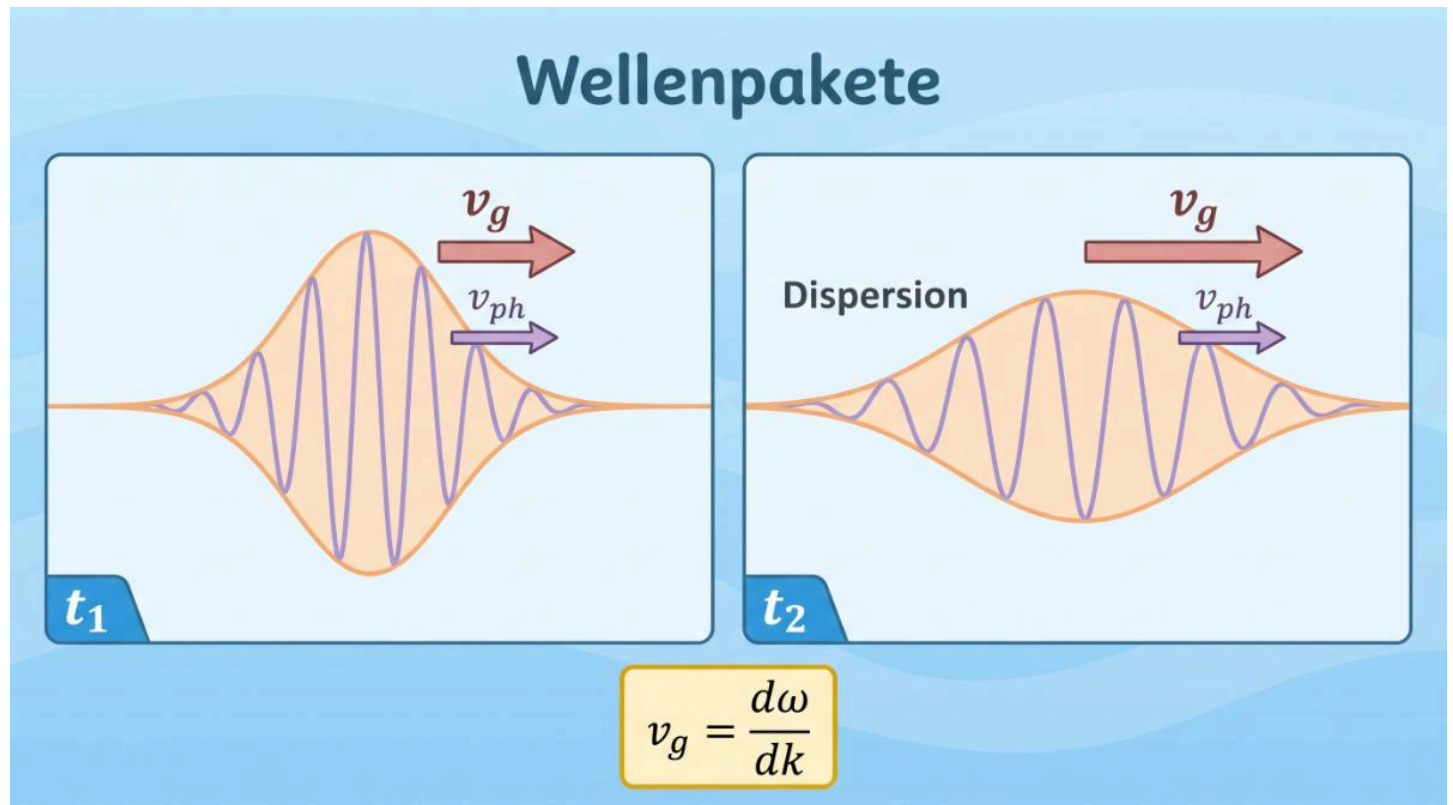
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Interferenz, stehende Wellen und Musikinstrumente](#) ab2b9c0f-d998-5d20-adee-e46eafe037b4

Wellenpakete

Lernziel-ID 1c430e0a-b63e-5729-8715-a96a5a68740f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einem schmalbandigen Wellenpaket die Gruppengeschwindigkeit als Geschwindigkeit seiner Hüllkurve deuten und erklären, wie frequenzabhängige Ausbreitung (Dispersion) seine Form und Breite verändert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben

cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

S. 134

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

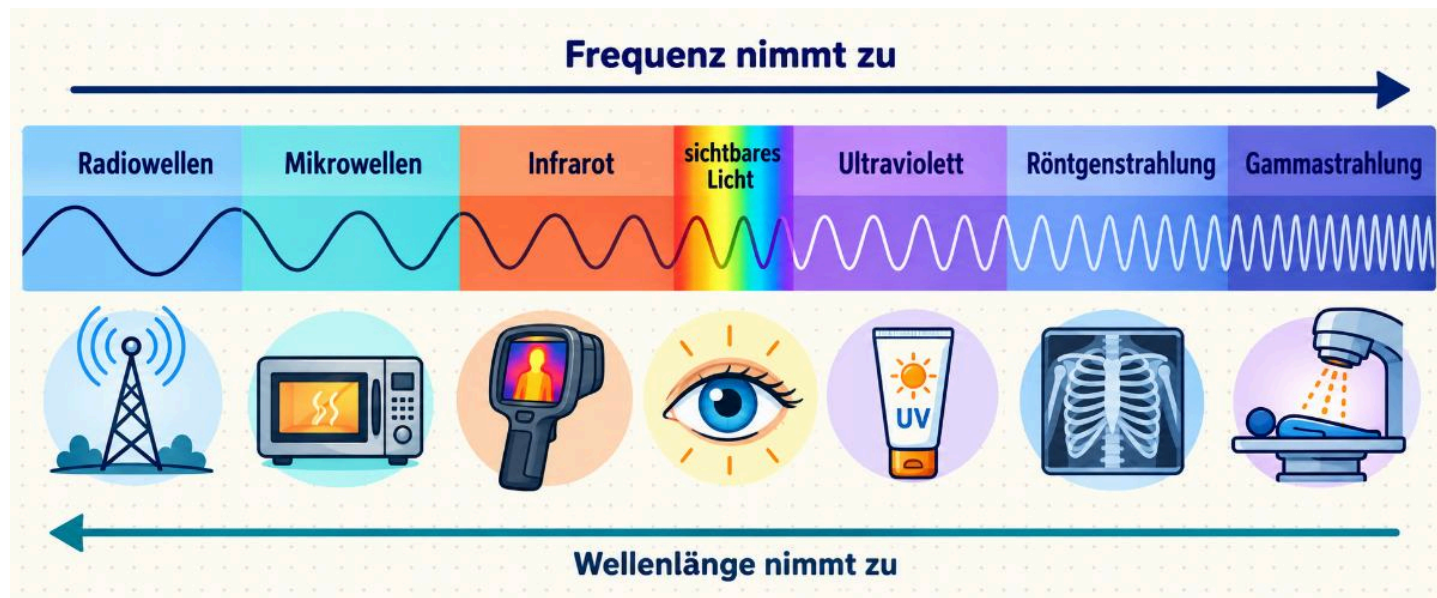
[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Interferenz, stehende Wellen und Musikinstrumente](#) ab2b9c0f-d998-5d20-adee-e46eafe037b4

Spektrum elektromagnetischer Wellen

Lernziel-ID 4a7cbe83-b694-57d3-85ce-1eeca418daaf

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das elektromagnetische Spektrum nach Frequenz und Wellenlänge geordnet darstellen, typische Bereiche einordnen, technische Anwendungen passenden Spektralbereichen zuordnen und die Zuordnung anhand relevanter Welleneigenschaften begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben S. 134
cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8

Wird direkt vorausgesetzt von

Einen Modellversuch zu optischem Multiplexing entwickeln f505f039-3f07-5afe-88b8-f02532e9c2f0	S. 153	Einen Audio-Licht-Übertragungsversuch funktional umsetzen 922f32ba-f214-5a82-be5c-1111aca51d4a	S. 237	Energie und Impuls von Photonen d2860d7f-32ff-5d74-b2f8-b7bfc8d75aec	S. 265	Modulation einer Trägerwelle fachlich beschreiben 122e83ac-c9cf-50c1-8a73-a1e3db347f21	S. 365
Gravitationswellen und elektromagnetische Wellen vergleichen ba16948b-5e97-54af-b77b-776e677c6906	S. 422						

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q3 341ec911-6624-529c-8799-b5a5113ee907](#)

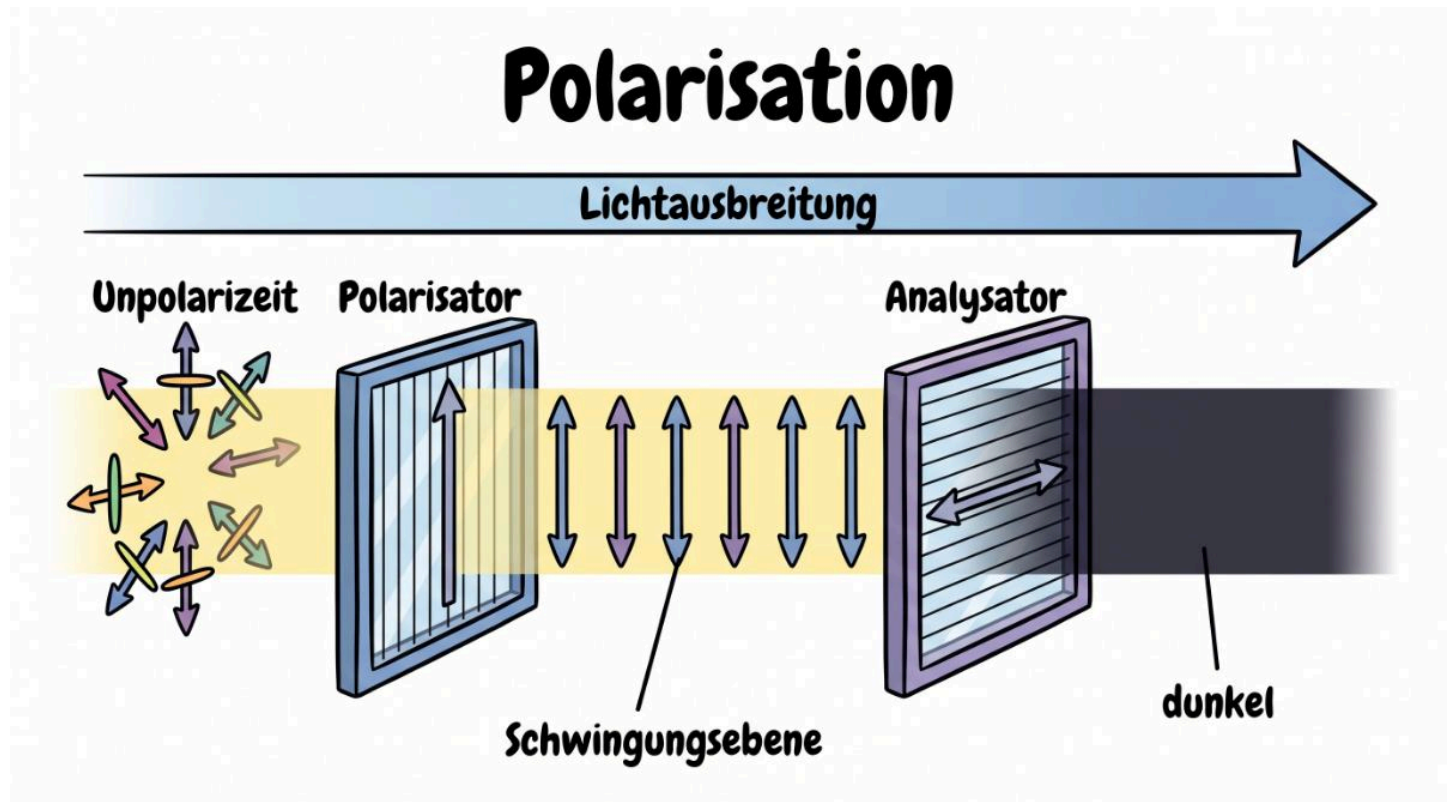
[Spektrum, Polarisation und Glasfaseroptik 7e2017d0-e76e-559c-bace-d5d7809a241f](#)

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4](#)

Polarisation und Schwingungsebene

Lernziel-ID 549269d3-1aef-5c55-9640-ee2a8e2ee9a1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann lineare Polarisation von Licht anhand der festen Schwingungsrichtung des elektrischen Feldes beschreiben, die zugehörige Schwingungsebene kennzeichnen und einfache Anwendungen polarisierender Elemente erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Wellen über ihre Kenngrößen beschreiben cb0ced6d-b7c1-5b7d-9922-8c394f6030e8	S. 134
--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Dispersion elektromagnetischer Wellen 0693f68f-1bd4-50a9-ba2b-af95b1c949ee	S. 151	Polarisation quantitativ mit dem Malus-Gesetz untersuchen 3d3e5917-d367-535d-a6ad-b9d87259e6ce	S. 152
--	--------	--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Spektrum, Polarisation und Glasfaseroptik](#) 7e2017d0-e76e-559c-bace-d5d7809a241f

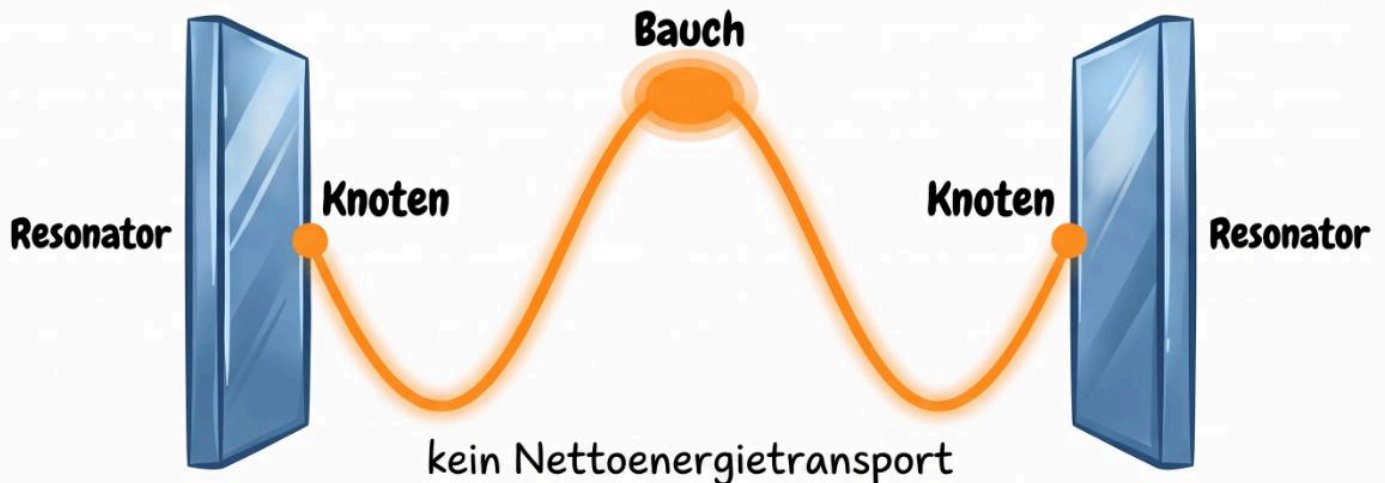
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Stehende elektromagnetische Wellen

Lernziel-ID 4c919da9-157a-5a14-a725-f7343975c9ab

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Stehende EM-Welle



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann eindimensionale stehende elektromagnetische Wellen als Überlagerung gegenläufiger Wellen mit festen Knoten und Bäuchen erklären und Resonatorbeispiele über ihre Randbedingungen einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Stehende Wellen und Wellenlängenbestimmung

d5772db3-120c-5c37-ab46-2336d02236b0

S. 143

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-5a05-b64a-5f9497a33d1f

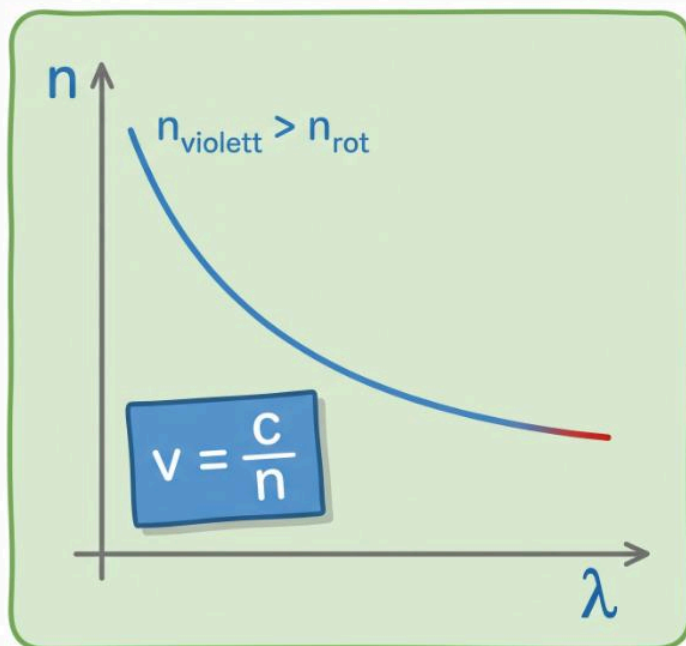
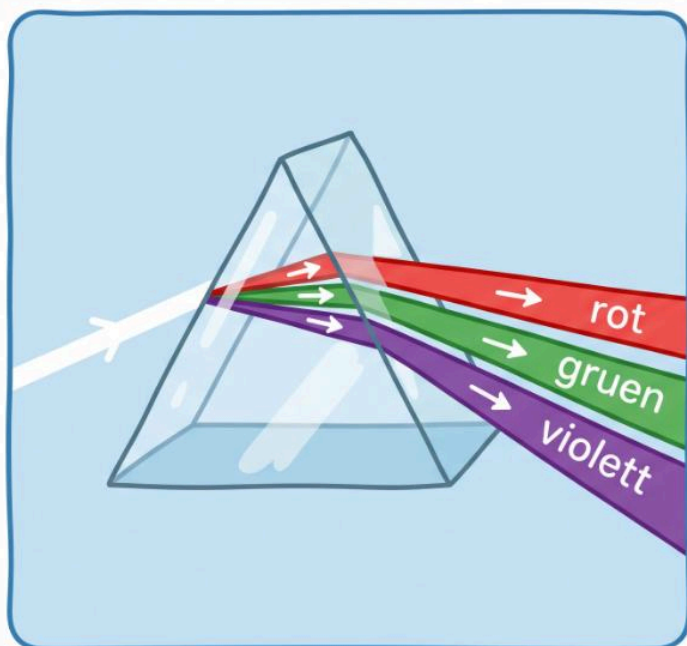
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Dispersion elektromagnetischer Wellen

Lernziel-ID 0693f68f-1bd4-50a9-ba2b-af95b1c949ee

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Dispersion elektromagnetischer Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Dispersionsrelationen und die Frequenz- beziehungsweise Wellenlängenabhängigkeit der Brechzahl analysieren und daraus erklären, wie ein Medium Phasengeschwindigkeit und Brechung elektromagnetischer Wellen frequenzabhängig verändert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Polarisation und Schwingungsebene

549269d3-1aef-5c55-9640-ee2a8e2ee9a1

S. 149

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

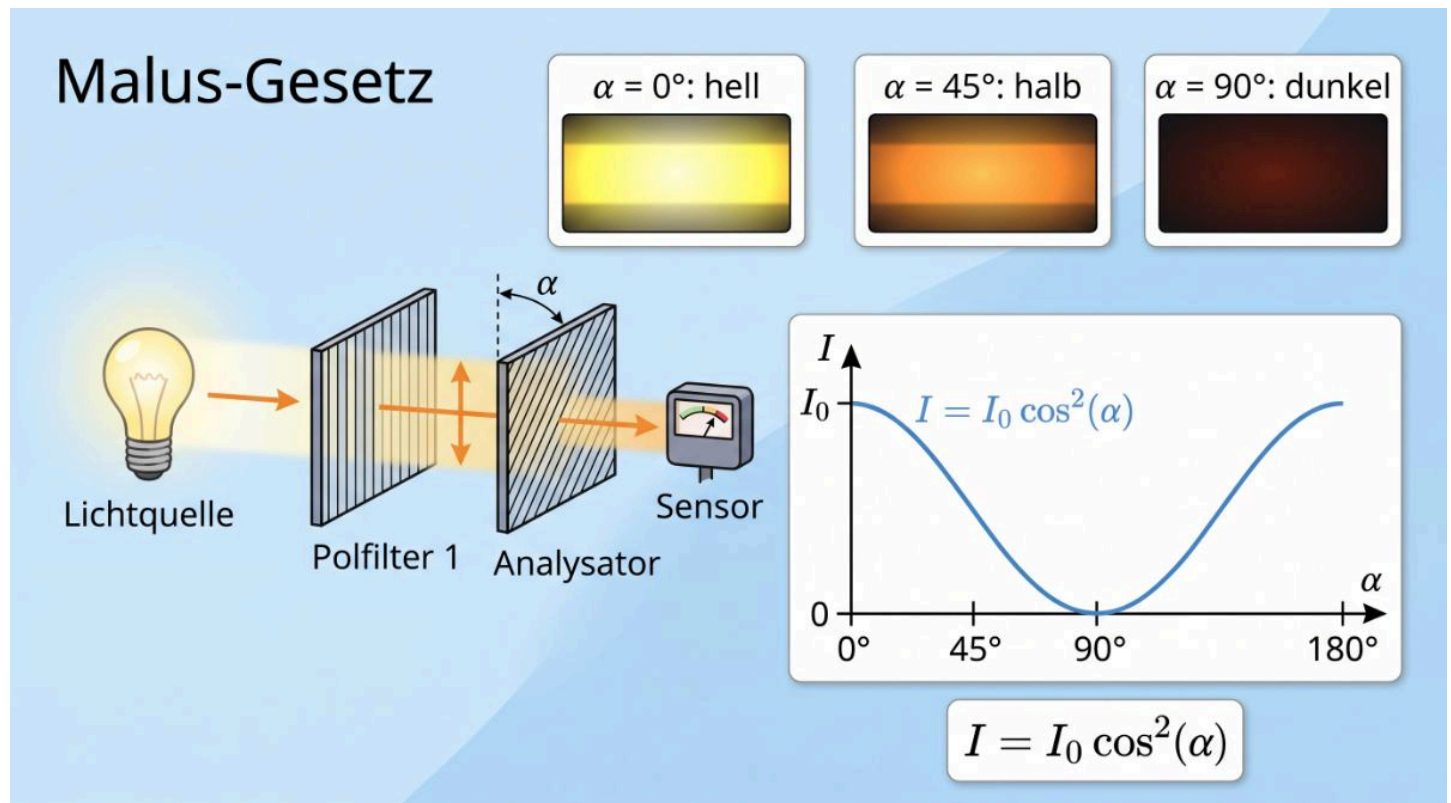
[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-5a05-b64a-5f9497a33d1f

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Polarisation quantitativ mit dem Malus-Gesetz untersuchen

Lernziel-ID 3d3e5917-d367-535d-a6ad-b9d87259e6ce

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für linear polarisiertes Licht die Intensität hinter einem Analysator in Abhängigkeit vom Winkel zwischen Polarisations- und Transmissionsrichtung messen, die Daten unter Berücksichtigung der Messunsicherheit mit $I = I_0 \cos^2(\alpha)$ vergleichen und Abweichungen durch Untergrund oder nichtideale Filter begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Polarisation und Schwingungsebene
549269d3-1aef-5c55-9640-ee2a8e2ee9a1

S. 149

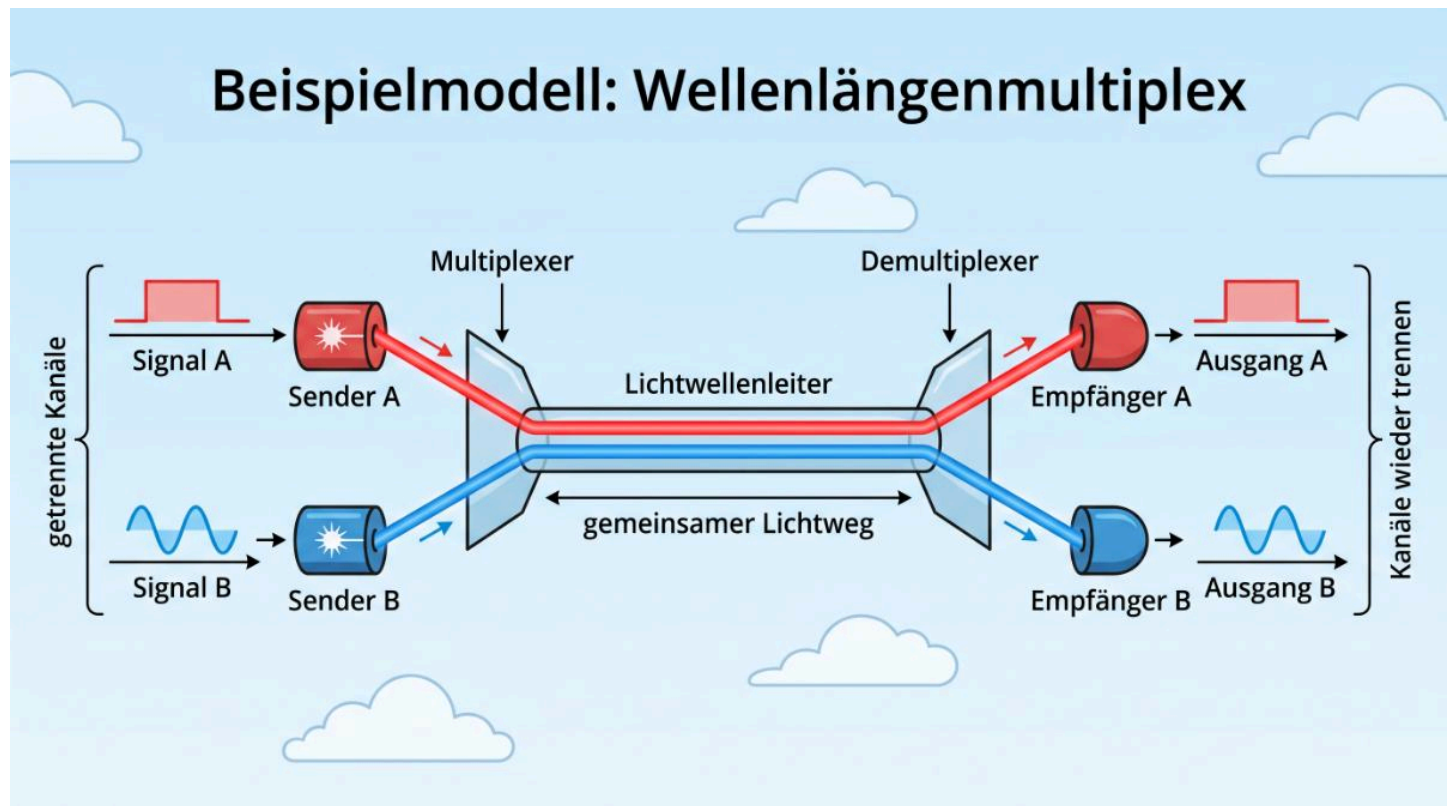
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Einen Modellversuch zu optischem Multiplexing entwickeln

Lernziel-ID f505f039-3f07-5afe-88b8-f02532e9c2f0

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen > Optische Signalübertragung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mithilfe vorgegebener Quellen einen Modellversuch zur gemeinsamen optischen Übertragung mehrerer unterscheidbarer Signalkanäle entwickeln und daran erklären und prüfen, wie die Kanäle zusammengeführt und am Empfänger wieder getrennt werden.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Spektrum elektromagnetischer Wellen
4a7cbe83-b694-57d3-85ce-1eeca418daaf

S. 148

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

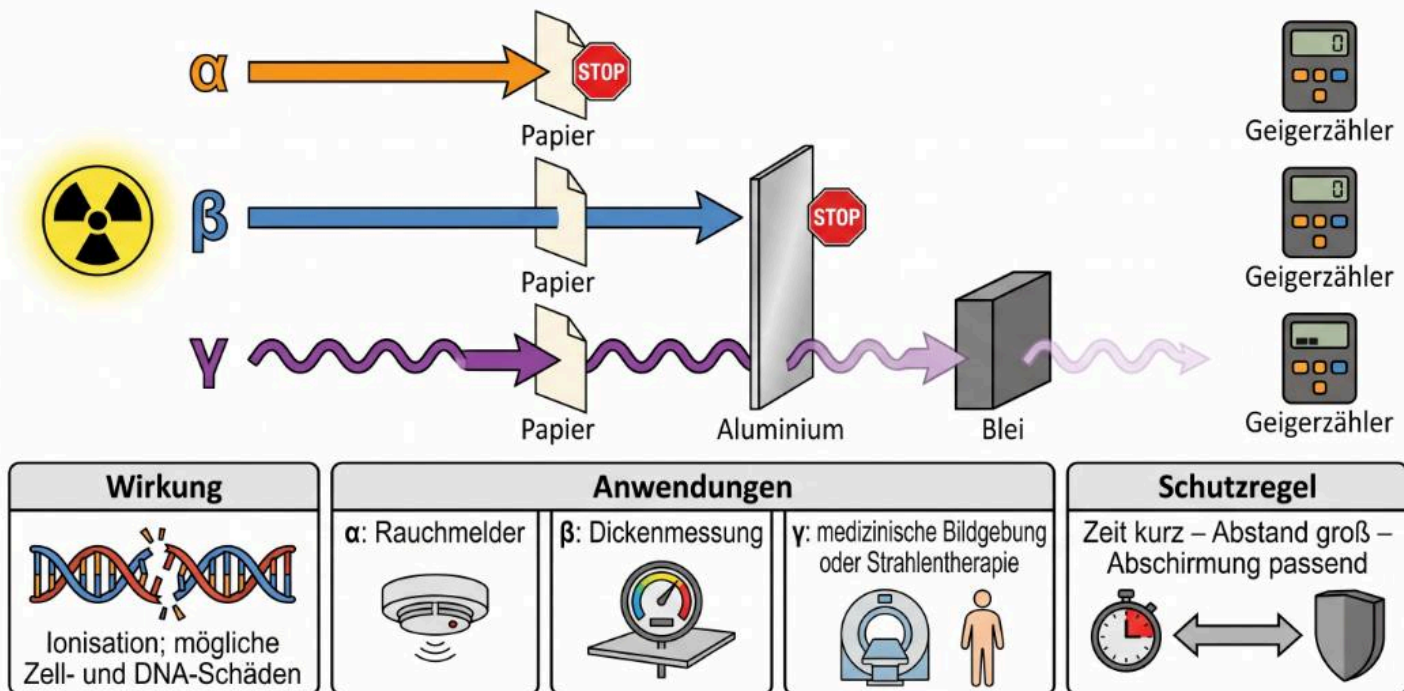
[Prüfungsaufgabe: Zwei Lichtkanäle auf einem Weg trennen](#) 4dbe6eb9-4d77-58a9-a15c-f0b8bb110a65

Anwendungen ionisierender Strahlung qualitativ beurteilen

Lernziel-ID e5c08365-a0d3-592c-ad8e-d2c2c6e2b717

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit

Radioaktive Strahlung: Durchdringung, Wirkung und Anwendung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einer konkreten Anwendung ionisierender Strahlung deren Funktion über Strahlungsart, Wechselwirkung und Nachweisprinzip erklären und Nutzen sowie Gefährdung unter Berücksichtigung von Expositionsweg, Reichweite und Abschirmung qualitativ beurteilen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ionisierende Strahlung mit geeigneten Detektoren nachweisen 25d91cc0-d84c-5522-86b5-fdfff73264f08	S. 72	Biologische Wirkungen ionisierender Strahlung einordnen 861ba09a-e89c-5b3d-8c76-8ff0bcb0f1cd	S. 73	Alpha-, Beta- und Gammastrahlung unterscheiden 1593d95c-2aac-504c-8527-37cb61877da9	S. 75
---	-------	--	-------	---	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Strahlungsrisiken mit physikalischen Größen beurteilen bb5c5eab-2fc1-5336-b8cf-14d147695487	S. 155
---	--------

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073238d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q4](#) 266b6cf8-d49d-5197-862c-9998fcf179a5

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

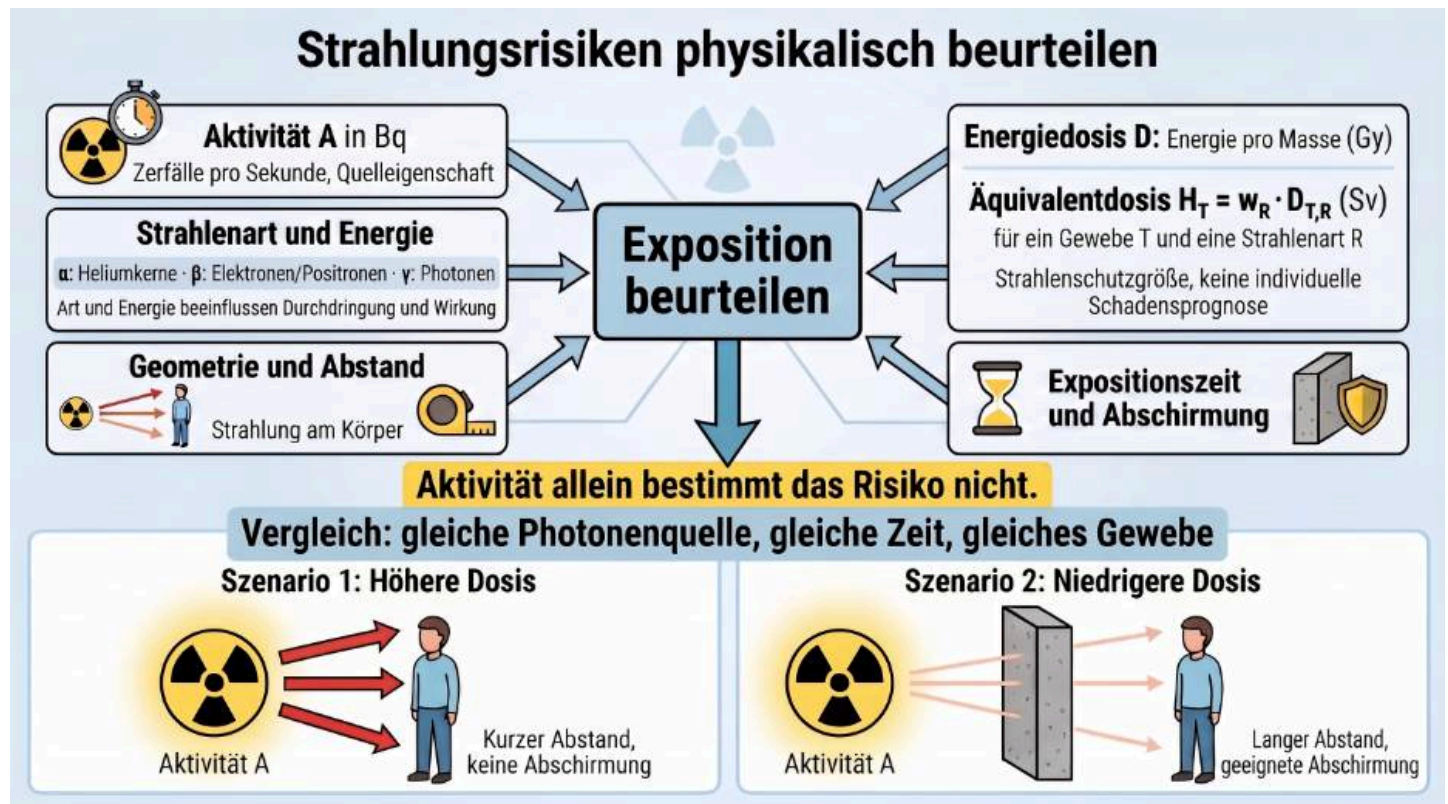
[Radioaktivität, Zerfall und Strahlenschutz](#) 4daef009-6425-526a-8574-4fa75f28f946

Strahlungsrisiken mit physikalischen Größen beurteilen

Lernziel-ID bb5c5eab-2fc1-5336-b8cf-14d147695487

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik >

Beurteilung von Strahlungsrisiken und Kernenergie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Strahlungsrisiken fachlich beurteilen, indem sie Aktivität als Quellenkenngröße von einer zur Fragestellung passenden Dosisgröße unterscheidet, die Energiedeposition pro Masseneinheit oder eine daraus abgeleitete strahlenschutzbezogene Gewichtung beschreibt, und dabei je nach Expositionssituation Strahlungsart, Expositionsdauer, Geometrie und Abstand, Abschirmung sowie Unsicherheit berücksichtigt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Anwendungen ionisierender Strahlung qualitativ beurteilen
e5c08365-a0d3-592c-ad8e-d2c2c6e2b717

S. 154

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

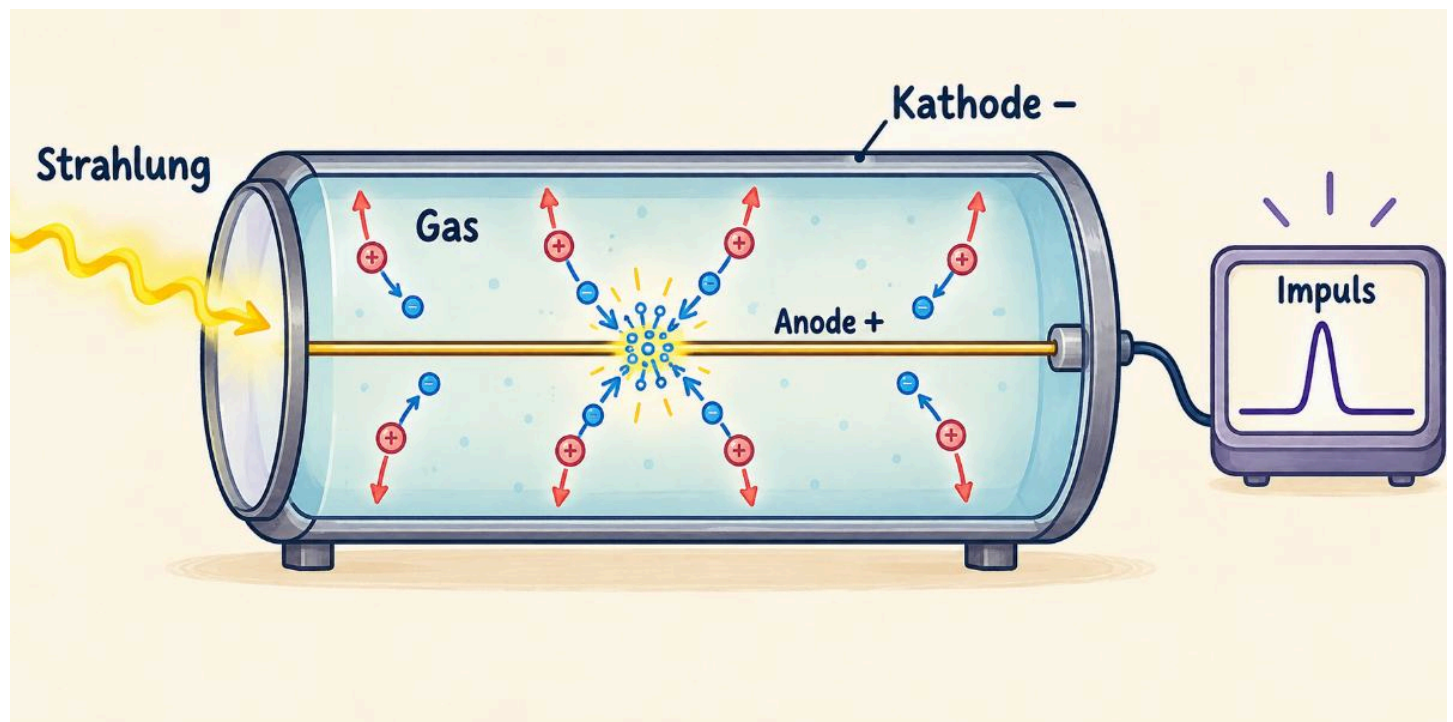
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Radioaktivität, Zerfall und Strahlenschutz](#) 4dae009-6425-526a-8574-4fa75f28f946

Geiger-Müller-Zählrohr funktional erklären

Lernziel-ID b1ad9493-acca-5366-9ecd-4b7bf7edaf4a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie Primärionisation im Geiger-Müller-Zählrohr eine lawinenartige Gasentladung und dadurch einen Zählimpuls auslöst, und begründen, warum das Gerät Ereignisse zählt, aber keine Energie der einfallenden Strahlung bestimmt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ionisierende Strahlung mit geeigneten Detektoren nachweisen

S. 72

Wird direkt vorausgesetzt von

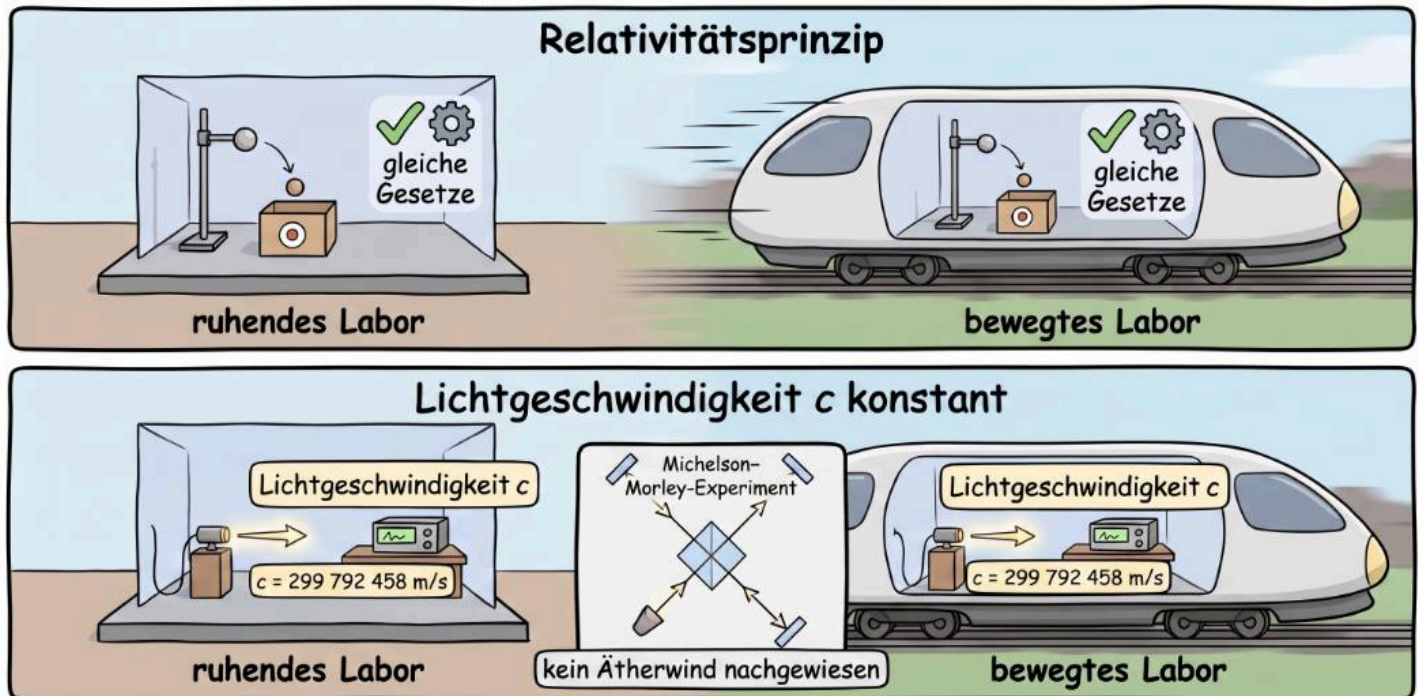
Keine

Relativitätspostulate formulieren und erläutern

Lernziel-ID a684bec1-ba59-59d0-98d2-4ca37236f64c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie

Relativitätspostulate und Experimente



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Relativitätsprinzip und die Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Postulate der speziellen Relativitätstheorie formulieren und ihre Bedeutung für physikalische Beschreibungen in Inertialsystemen erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Einstein-Synchronisation erläutern a08e33db-d821-457b-86dd-870e7648c5f4	S. 159	Zeitdilatation erläutern 19aef2ed-eb46-55b1-9486-ee83f7520bbb	S. 160	Längenkontraktion erläutern 0c305cf9-3923-51cf-a9ae-5849edc99c9f	S. 161	Lorentztransformationen anwenden 57ec031c-9a91-5331-81a7-6ef900f7c63e	S. 164
Relativistische Geschwindigkeitsaddition anwenden 2239cb67-82cb-585f-ab82-e1f2510eb4f7	S. 165						

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073238d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q4](#) 266becf8-d49d-5197-862c-9998fcf179a5

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Michelson-Morley-Nullbefund historisch einordnen

Lernziel-ID 512f81af-1480-56a8-ae52-af3aa1a6a859

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie

Relativitätspostulate und Experimente



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Nullbefund des Michelson-Morley-Versuchs historisch einordnen und erläutern, weshalb er gegen den erwarteten Nachweis eines Ätherwinds sprach, ohne ihn als alleinigen Beweis der Relativitätspostulate zu deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

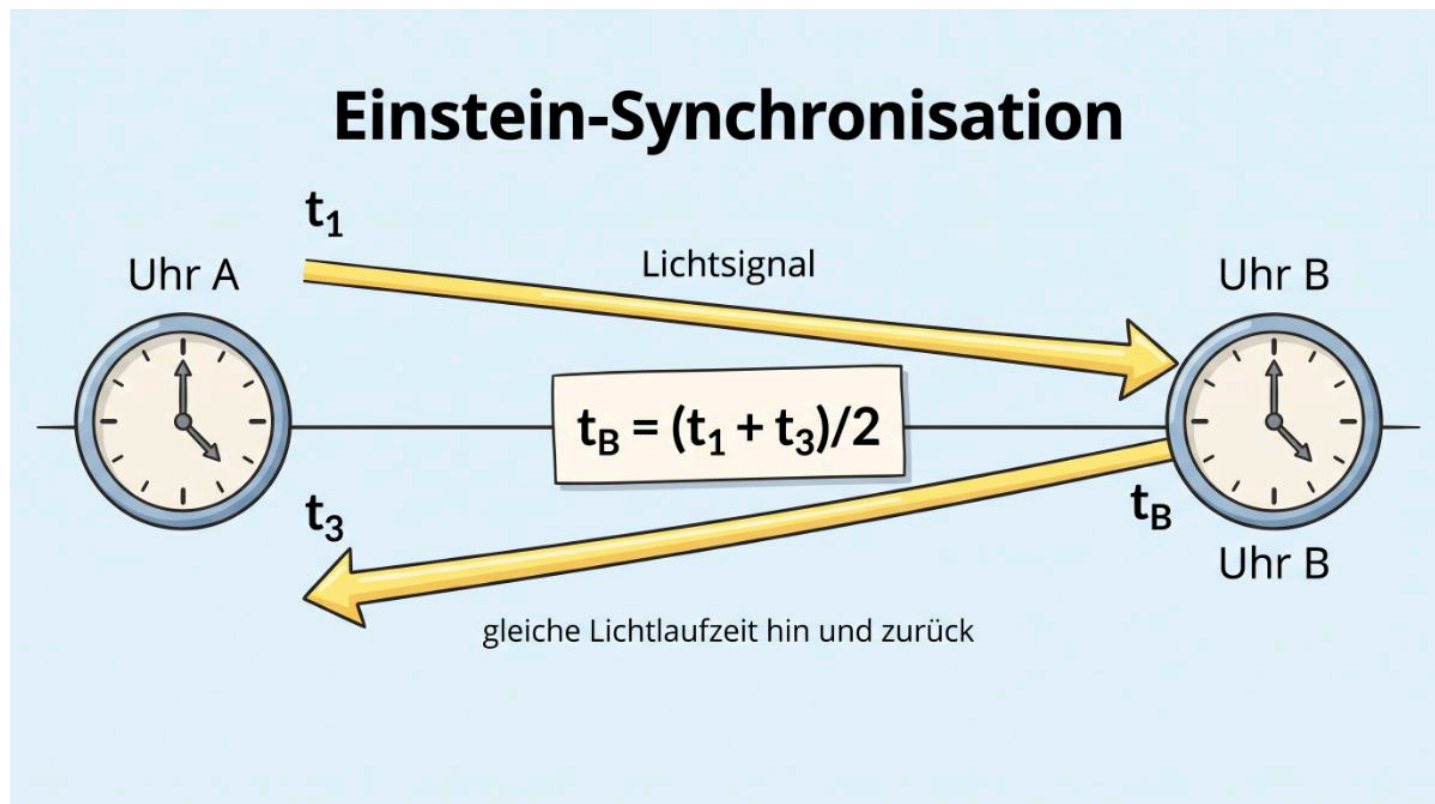
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Einstein-Synchronisation erläutern

Lernziel-ID a08e33db-d821-457b-86dd-870e7648c5f4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erläutern, wie räumlich getrennte, ruhende Uhren in einem Inertialsystem mit Lichtsignalen in Hin- und Rückrichtung nach der Einstein-Konvention synchronisiert werden, und erklären, warum diese Festlegung die Gleichzeitigkeit in diesem Bezugssystem definiert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Relativitätspostulate formulieren und erläutern](#)

S. 157

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

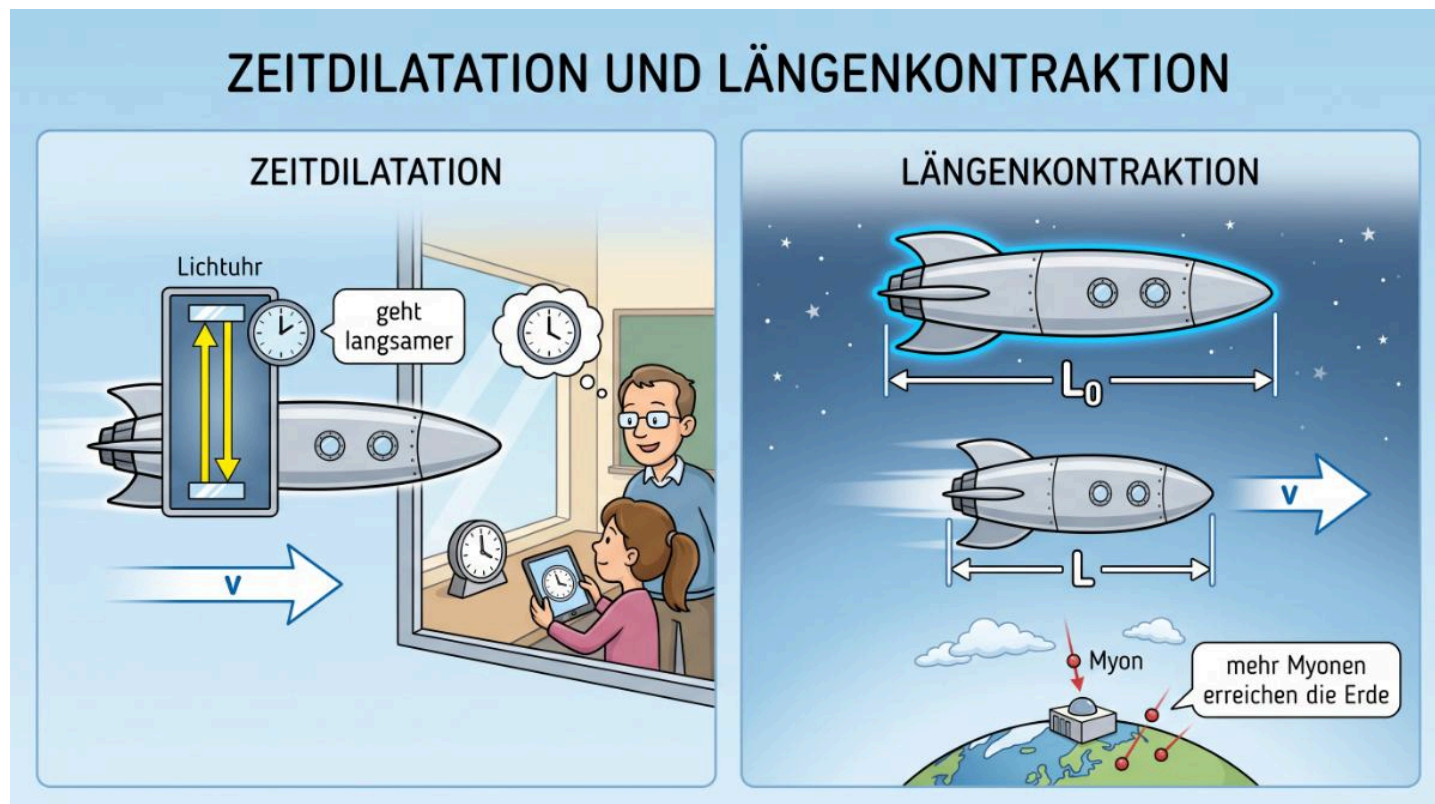
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

Zeitdilatation erläutern

Lernziel-ID 19aef2ed-eb46-55b1-9486-ee83f7520bb6

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Zeitdilatation mithilfe einfacher Beispiele und Gedankenexperimente erläutern und zugehörige experimentelle Nachweise qualitativ diskutieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Relativitätspostulate formulieren und erläutern

a684bec1-ba59-59d0-98d2-4ca37236f64c

S. 157

Wird direkt vorausgesetzt von

GPS und Relativitätstheorie

a9169a74-de19-54a9-a8ac-a2ce43c7342e

S. 162

Minkowski-Diagramme nutzen

6ebb6182-f221-5f4c-b112-4ac72b104321

S. 163

Geschwindigkeitsabhängige „relativistische Masse“ herleiten und einordnen

79da5c34-86b2-5c10-9726-9de886cce77d

S. 166

Masse-Energie-Äquivalenz einordnen

bfea7a23-1ce1-4a42-badd-1fc9bf30124a

S. 167

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

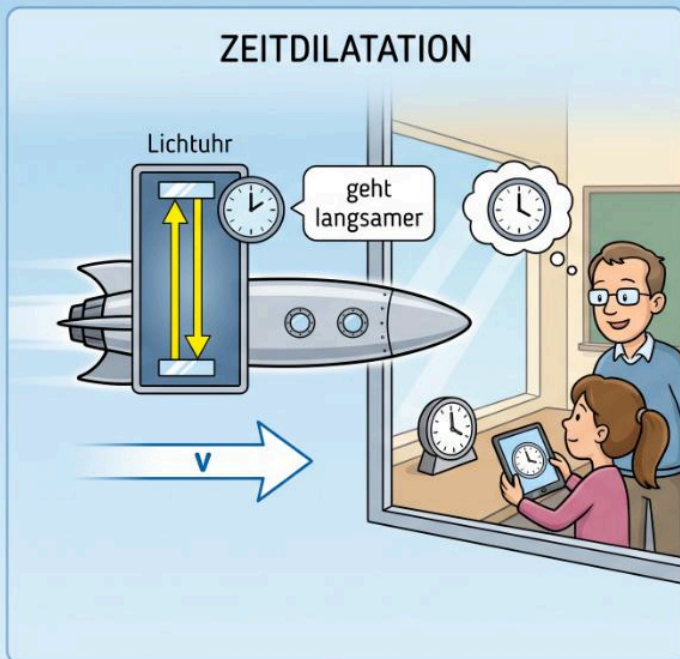
Längenkontraktion erläutern

Lernziel-ID 0c305cf9-3923-51cf-a9ae-5849edc99c9f

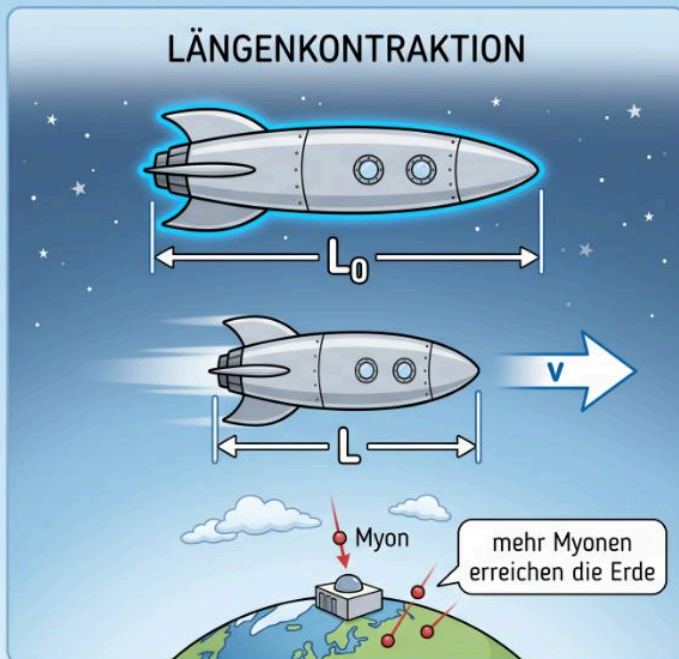
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie

ZEITDILATATION UND LÄNGENKONTRAKTION

ZEITDILATATION



LÄNGENKONTRAKTION



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Längenkontraktion mithilfe einfacher Beispiele und Gedankenexperimente erläutern und zugehörige experimentelle Nachweise qualitativ diskutieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Relativitätspostulate formulieren und erläutern](#)

a684bec1-ba59-59d0-98d2-4ca37236f64c

S. 157

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

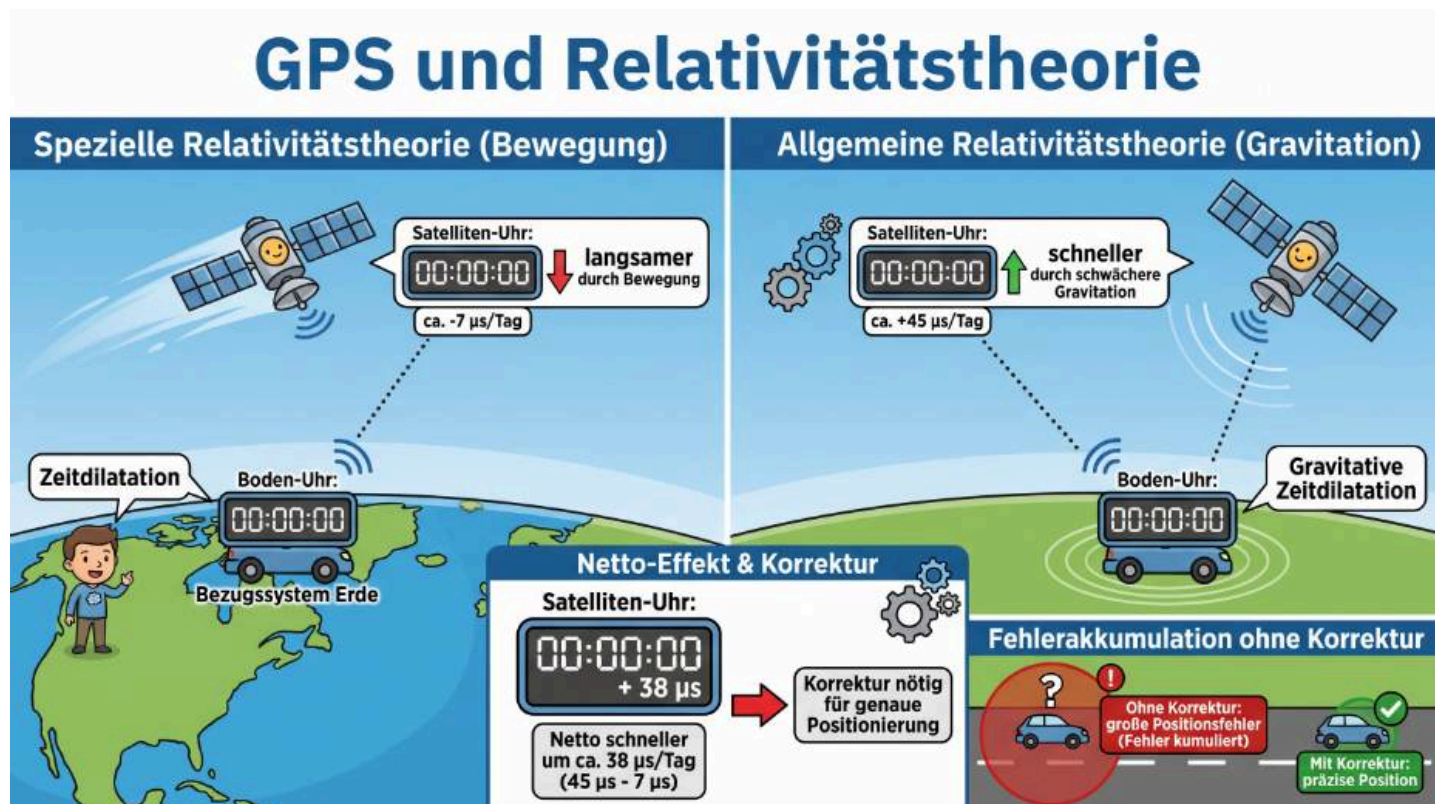
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

GPS und Relativitätstheorie

Lernziel-ID a9169a74-de19-54a9-a8ac-a2ce43c7342e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann qualitativ erklären, wie Bewegung und Gravitation den Gang von GPS-Satellitenuhren gegenüber einer erdgebundenen Zeitreferenz beeinflussen und warum relativistische Zeitkorrekturen für eine präzise Positionsbestimmung erforderlich sind.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zeitdilatation erläutern

19aef2ed-eb46-55b1-9486-ee83f7520bb6

S. 160

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

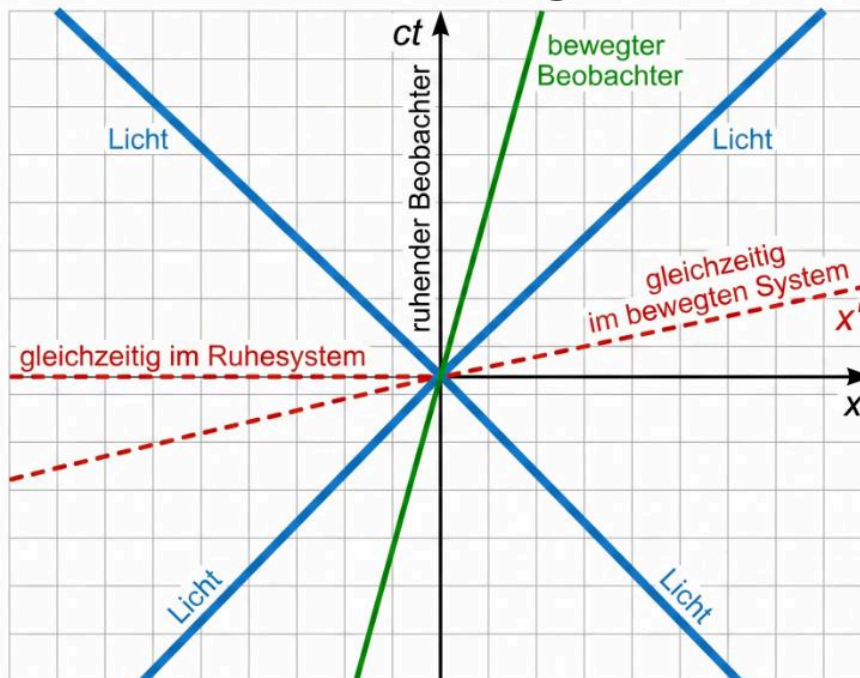
[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

Minkowski-Diagramme nutzen

Lernziel-ID 6ebb6182-f221-5f4c-b112-4ac72b104321

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie

Minkowski-Diagramm



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Minkowski-Diagramme zur Veranschaulichung relativistischer Effekte einsetzen und einfache Aussagen über Gleichzeitigkeit und Weltlinien treffen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zeitdilatation erläutern

19aef2ed-eb46-55b1-9486-ee83f7520bb6

S. 160

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

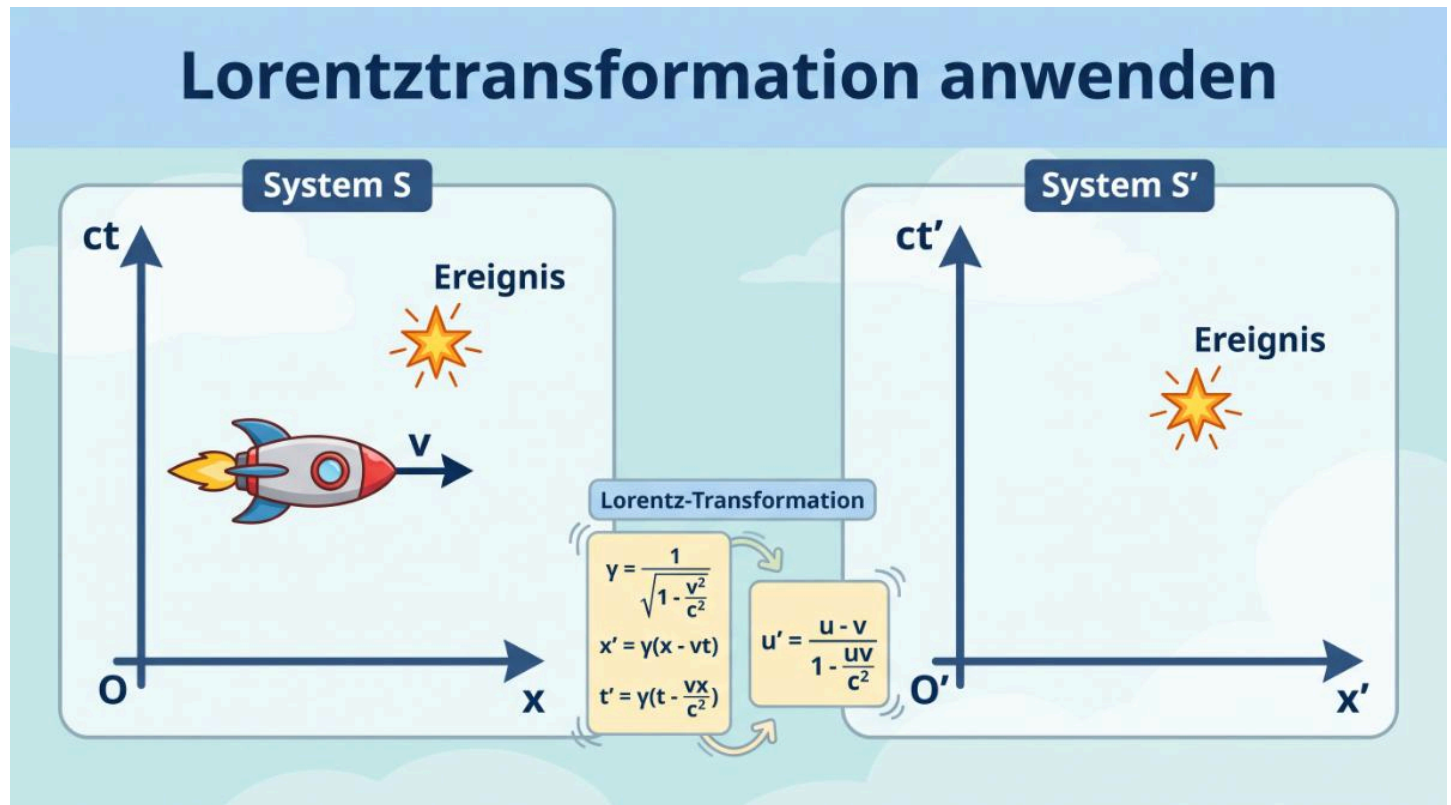
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

Lorentztransformationen anwenden

Lernziel-ID 57ec031c-9a91-5331-81a7-6ef900f7c63e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Raum- und Zeitkoordinaten von Ereignissen zwischen gleichförmig relativ bewegten Inertialsystemen mit Lorentztransformationen umrechnen und die Ergebnisse physikalisch interpretieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Relativitätspostulate formulieren und erläutern](#)

a684bec1-ba59-59d0-98d2-4ca37236f64c

S. 157

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

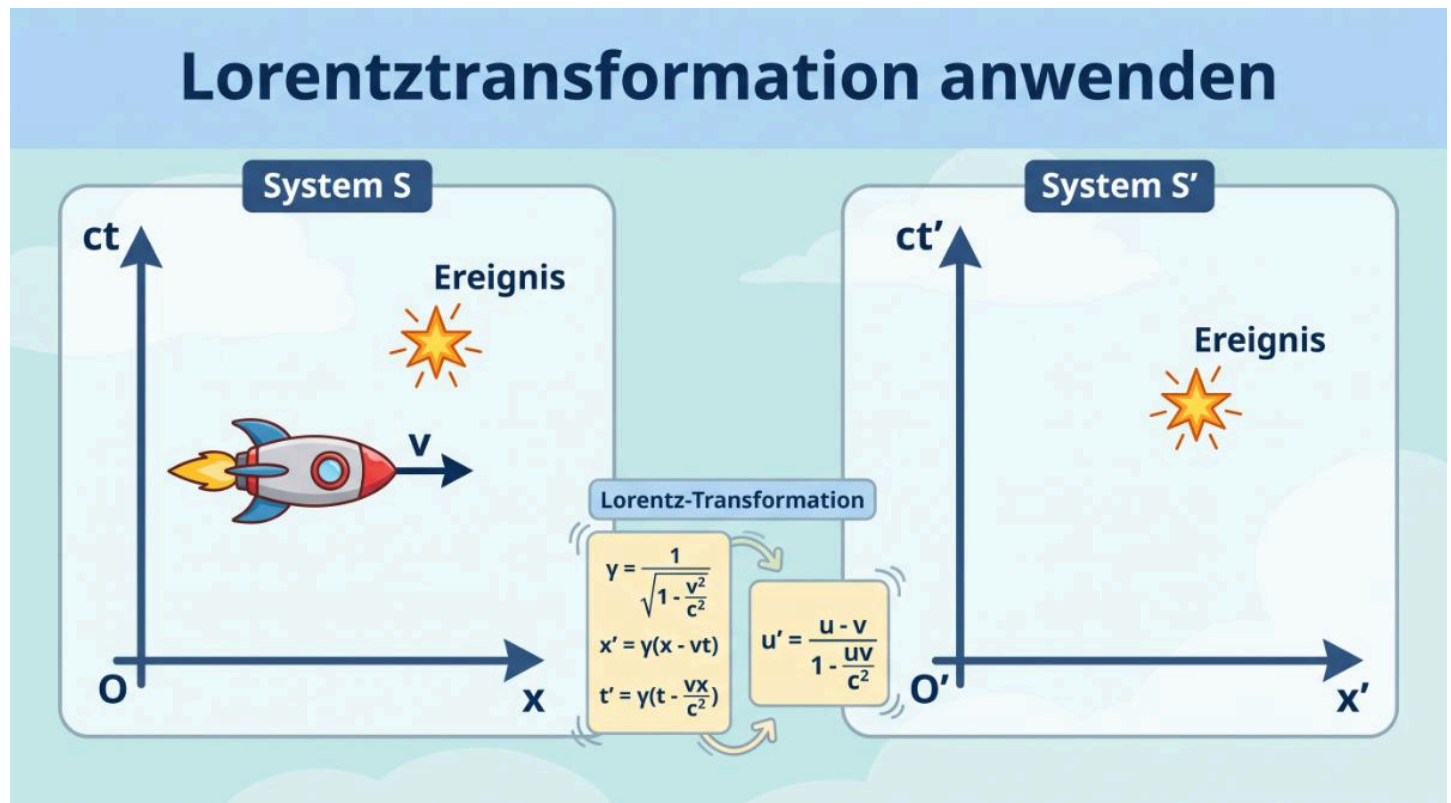
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

Relativistische Geschwindigkeitsaddition anwenden

Lernziel-ID 2239cb67-82cb-585f-ab82-e1f2510eb4f7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Geschwindigkeiten bei kollinear Bewegung zwischen gleichförmig relativ bewegten Inertialsystemen mit der relativistischen Geschwindigkeitsaddition umrechnen und die Grenzfälle einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Relativitätspostulate formulieren und erläutern

a684bec1-ba59-59d0-98d2-4ca37236f64c

S. 157

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

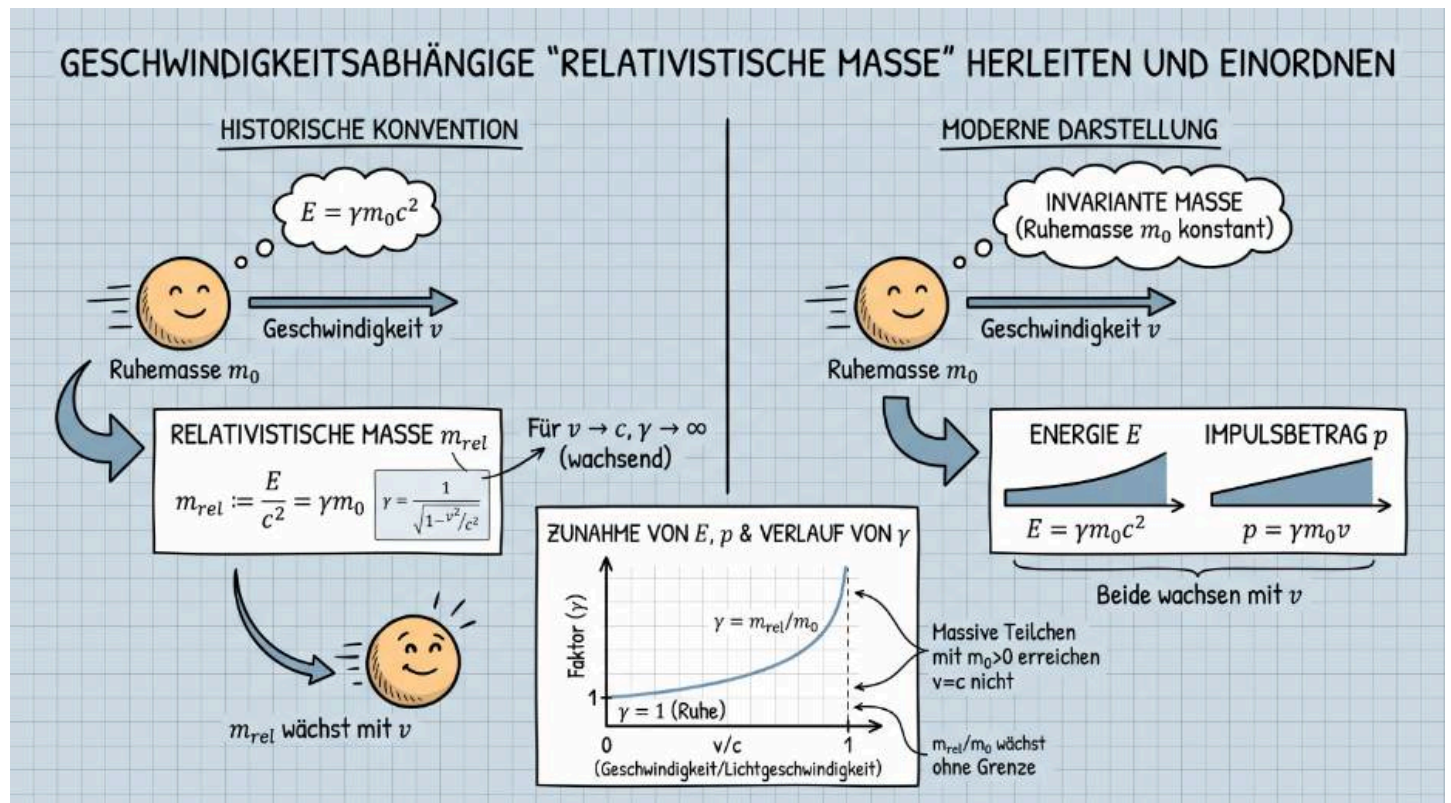
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Geschwindigkeitsabhängige „relativistische Masse“ herleiten und einordnen

Lernziel-ID 79da5c34-86b2-5c10-9726-9de886ccef7d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein massives Teilchen mit fester Ruhemasse m_0 die historische geschwindigkeitsabhängige Konvention $m_{rel} = \gamma m_0 = E/c^2$ herleiten, sie von der invarianten Ruhemasse unterscheiden und erklären, dass in moderner Darstellung Energie und Impulsbetrag – nicht die invariante Masse – mit der Geschwindigkeit relativ zu einem Inertialsystem zunehmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zeitdilatation erläutern

19aef2ed-eb46-55b1-9486-ee83f7520bb6

S. 160

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

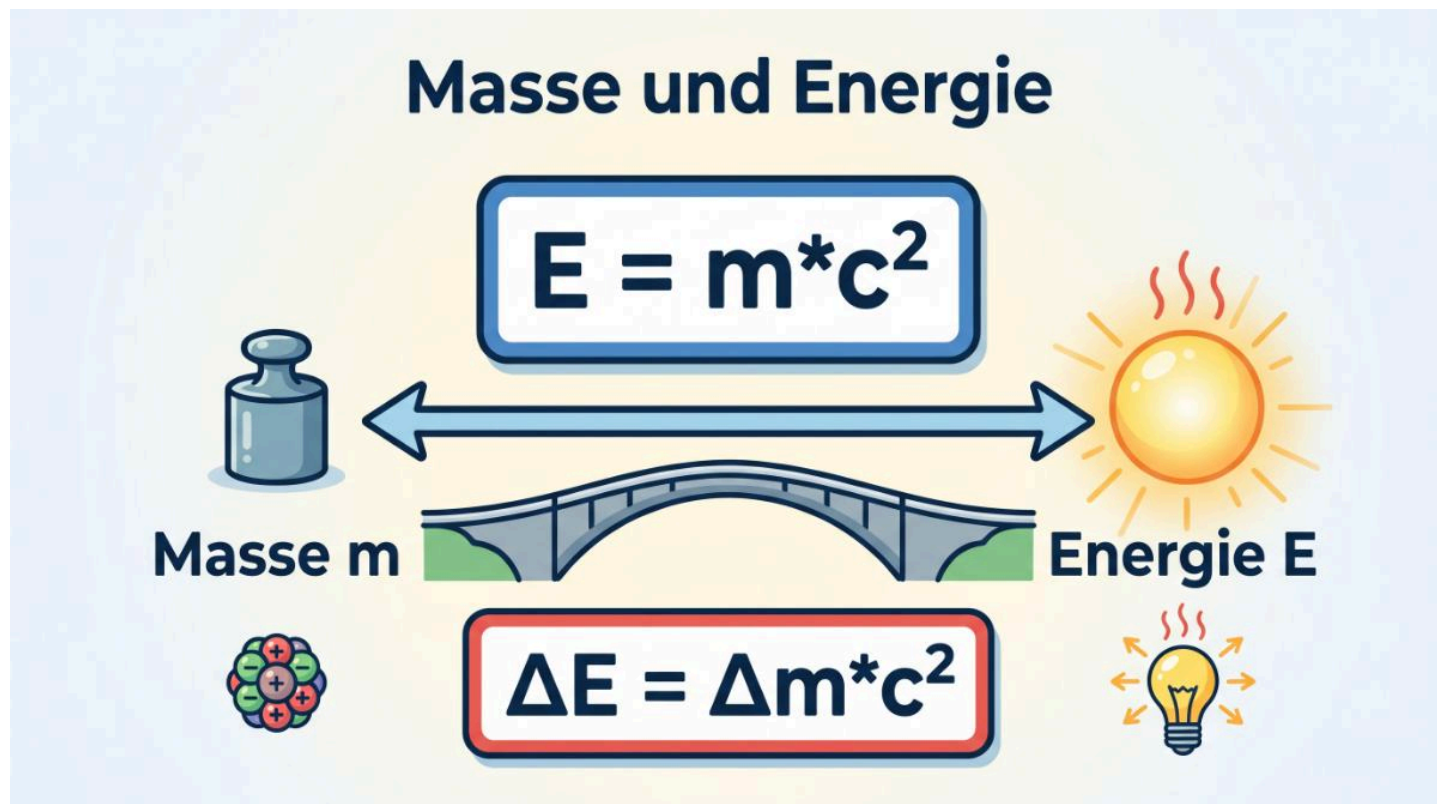
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

Masse-Energie-Äquivalenz einordnen

Lernziel-ID bfea7a23-1ce1-4a42-badd-1fc9bf30124a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Spezielle Relativitätstheorie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Masse-Energie-Äquivalenz $E_0 = m_0 c^2$ als Beziehung zwischen Ruheenergie und invarianter Masse fachlich einordnen und an qualitativen Beispielen deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zeitdilatation erläutern

19aef2ed-eb46-55b1-9486-ee83f7520bb6

S. 160

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

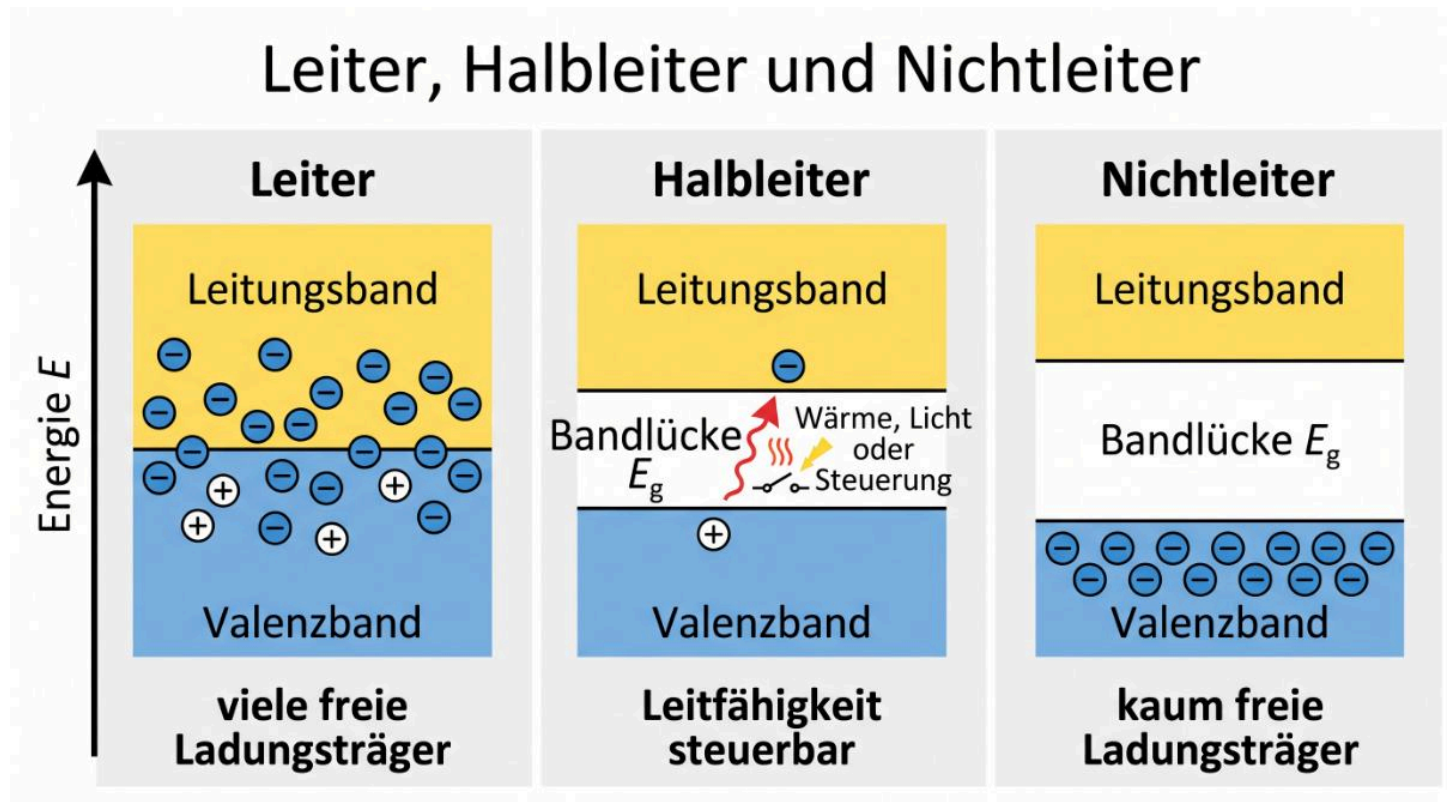
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Leiter, Nichtleiter und Halbleiter

Lernziel-ID 7badac4d-2874-5b3a-87e8-bf8f4440b2a6

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Festkörperphysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Leiter, Nichtleiter und Halbleiter anhand ihrer typischen elektrischen Leitfähigkeit unter vergleichbaren Bedingungen unterscheiden und Beispiele aus Technik und Alltag begründet zuordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Bändermodell und Dotierung
df010b2b-b182-5f7e-bbe4-49b72e48c27a

S. 438

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Vom Sand zum Smartphone: Die digitale Revolution](#) 70b358bf-da6d-53ba-8393-51d5c2365b04

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q4](#) 266b6cf8-d49d-5197-862c-9998fcf179a5

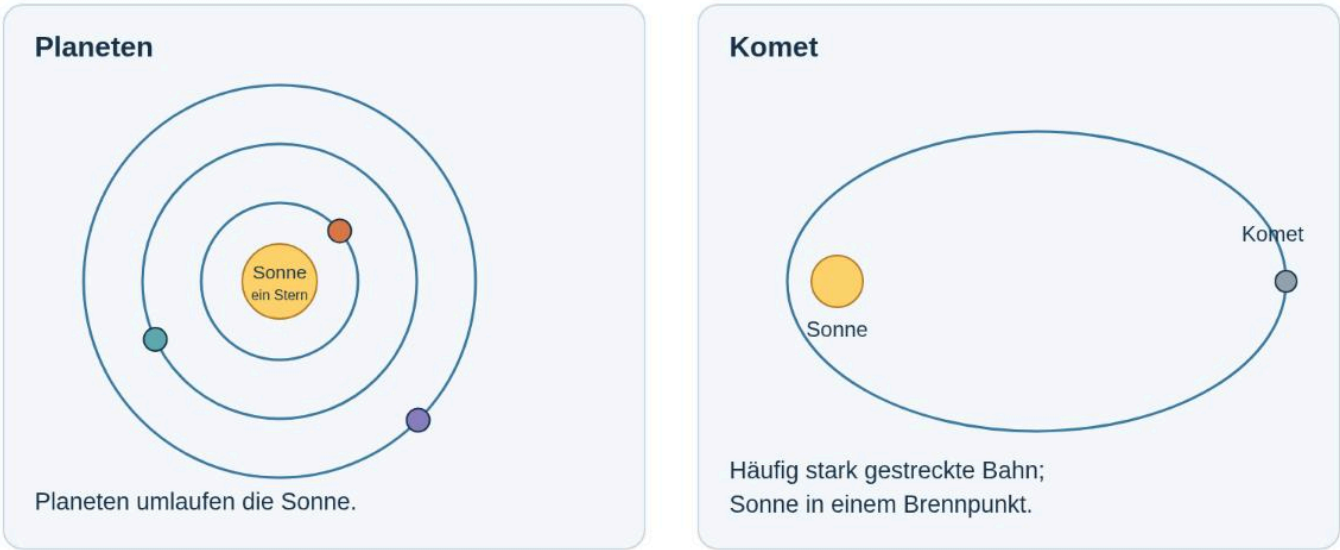
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Aufbau des Sonnensystems beschreiben

Lernziel-ID af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Aufbau des Sonnensystems



Zwei Bahnschemata – dieselbe Sonne in beiden Darstellungen.
Körper, Größen und Abstände sind beispielhaft und nicht maßstabsgetreu.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Aufbau des Sonnensystems beschreiben und Sonne, Planeten und Kometen anhand ihrer Rolle und ihrer Bahnen einordnen.

Geltung
BY: Sek. II · G9 · GK
HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK
SL: Sek. I · G9
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Kosmische Strukturen einordnen 1b060e79-dc2d-5e4e-abb5-42eca39f9cc7 S. 170	Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD) 206fe51d-cc78-5422-b139-32cc97eb1c37 S. 171	Energieumwandlung in der Sonne 4c5c7cb1-f238-52c8-b82c-159c6c299c0e S. 172	Entfernungsbestimmung db6b8de4-21e0-58e8-a347-2ae39f538f92 S. 174
Exoplanetenkandidaten mit der Transitmethode erklären 49bb609a-bfb7-5391-9120-f5fc737efb9a S. 180	Exoplanetenkandidaten mit Stern-Radialbewegungen erklären 6dca3b0a-c872-543b-808f-97e855f5fafd S. 181	Planetenkonstellationen und ihre Sichtbarkeit modellieren 6e1cd027-040b-51d9-8764-3cf3dadddb5ec S. 185	Strahlungsgleichgewichte und Lebensbedingungen abschätzen a5031dfc-6d25-5a04-850a-5c7d8a254c21 S. 189
Himmelskörper des Sonnensystems physikalisch klassifizieren 982df2f3-e040-5f4b-b668-0fe05d994b29 S. 330	Gezeiten qualitativ erklären 37013646-f13a-5faf-954c-940f2fd7502f S. 419		

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

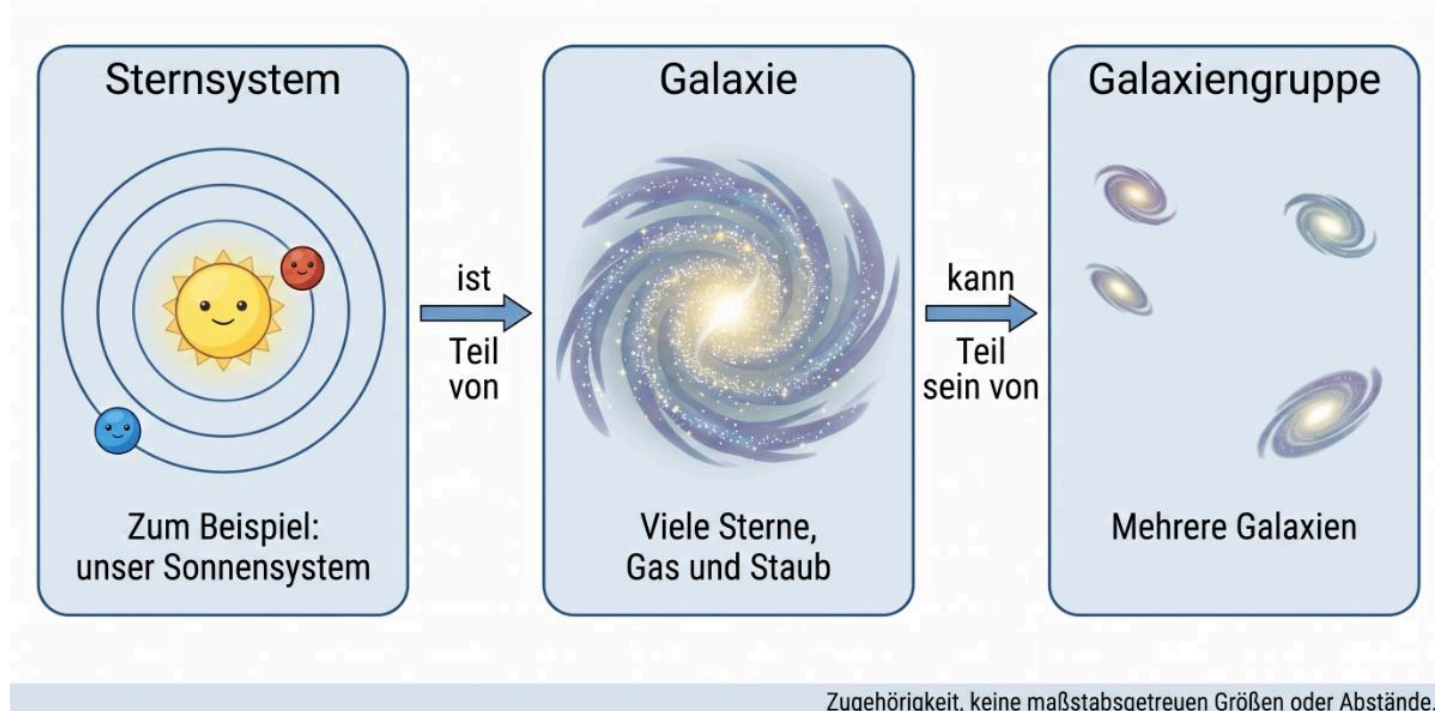
[Sonne, Planet und Komet im Bahnmodell zuordnen](#) d44eb772-acb3-5449-accc-36a1fb7a25a5

Kosmische Strukturen einordnen

Lernziel-ID 1b060e79-dc2d-5e4e-abb5-42eca39f9cc7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Kosmische Strukturen einordnen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann größere kosmische Strukturen wie Galaxien beschreiben und Sternsysteme darin einordnen.

Geltung

BW: Sek. II · GK

BY: Sek. II · G9 · GK

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben S. 169
af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

Wird direkt vorausgesetzt von

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424 S. 176	Teleskope und Spektralbereiche zur Struktur der Milchstraße nutzen 826af579-3e51-5ac9-bc2a-268d8a2fc99e S. 193	Dunkle Materie qualitativ einordnen 3d466956-04fb-58d7-9008-ad8090f8706d S. 420	Massen aus astronomischen Bahnbewegungen abschätzen f3dbcafa-1849-5ee1-8807-81e8d7fed73d S. 428
--	---	--	--

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

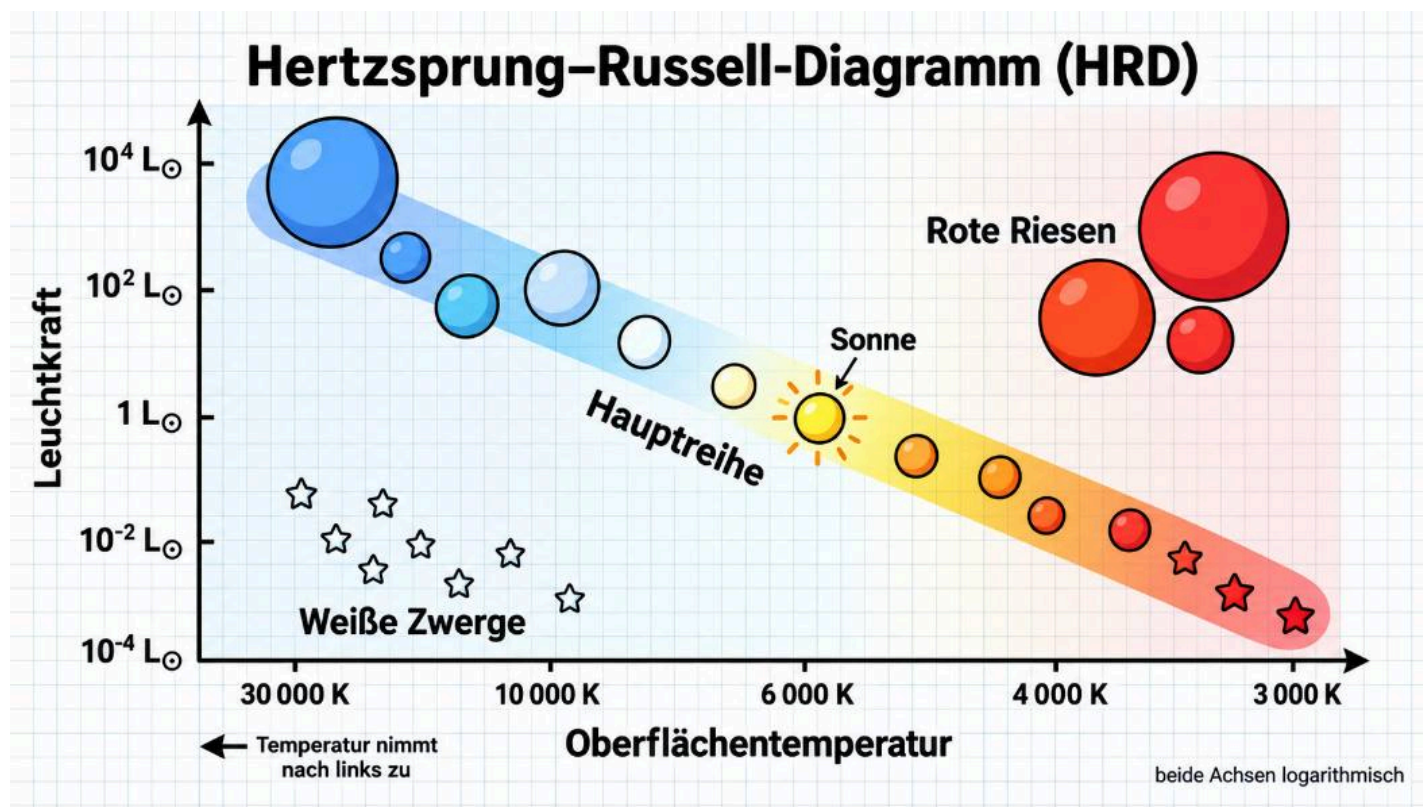
[Unser Sonnensystem in der Milchstraße verorten](#) e99d87ac-0024-5f2b-ab47-d4d1cebba027

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)

Lernziel-ID 206fe51d-cc78-5422-b139-32cc97eb1c37

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Sternentstehung und Sternentwicklung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Sterne anhand ihrer Leuchtkraft und Oberflächentemperatur im Hertzsprung-Russell-Diagramm einordnen und die Bereiche Hauptreihe, Rote Riesen und Weiße Zwerge im Zusammenhang mit der Sternentwicklung deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Aufbau des Sonnensystems beschreiben](#)

af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

S. 169

Wird direkt vorausgesetzt von

[Sternentypen und Entwicklung](#)

6f896466-e0ec-5f8d-82ad-2890433c82ba

S. 173

[Sternentfernungen mit dem HRD abschätzen](#)

3a4b2f86-5c59-5429-8fb4-75d9b2589cb5

S. 182

[Sternradien aus HRD-Daten abschätzen](#)

6a73cacc-e86d-5248-a180-fd3da8454b6f

S. 188

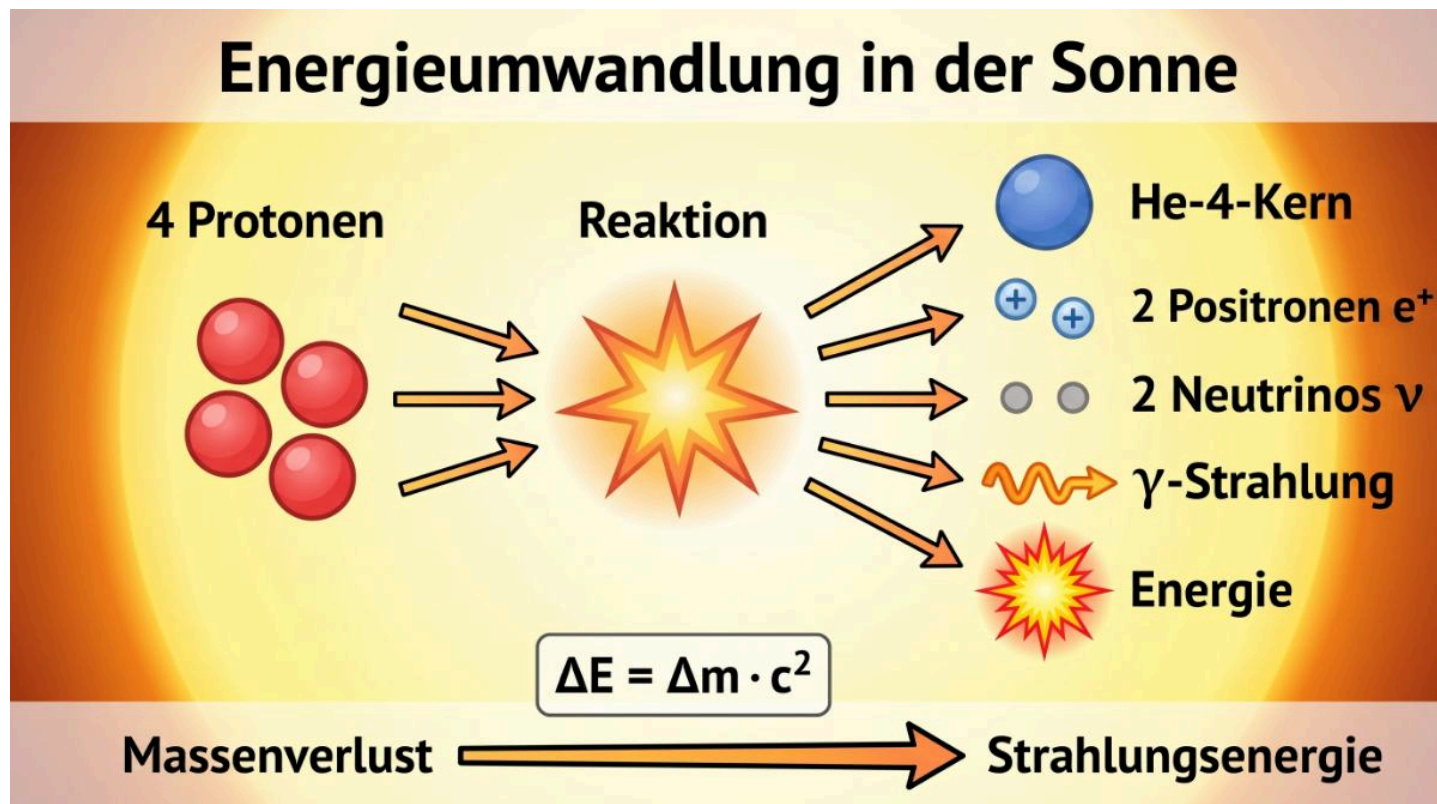
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Energieumwandlung in der Sonne

Lernziel-ID 4c5c7cb1-f238-52c8-b82c-159c6c299c0e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Umwandlung von Wasserstoffkernen zu Helium in der Proton-Proton-Kette der Sonne erläutern und die dabei frei werdende Energie mit der Abnahme der Summe der Ruhemassen der beteiligten Teilchen erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben

af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

S. 169

Wird direkt vorausgesetzt von

Sonnenaktivität und Weltraumwetter fachlich beurteilen

4e823349-b60c-5d2a-b96f-d3f23ae50e3a

S. 331

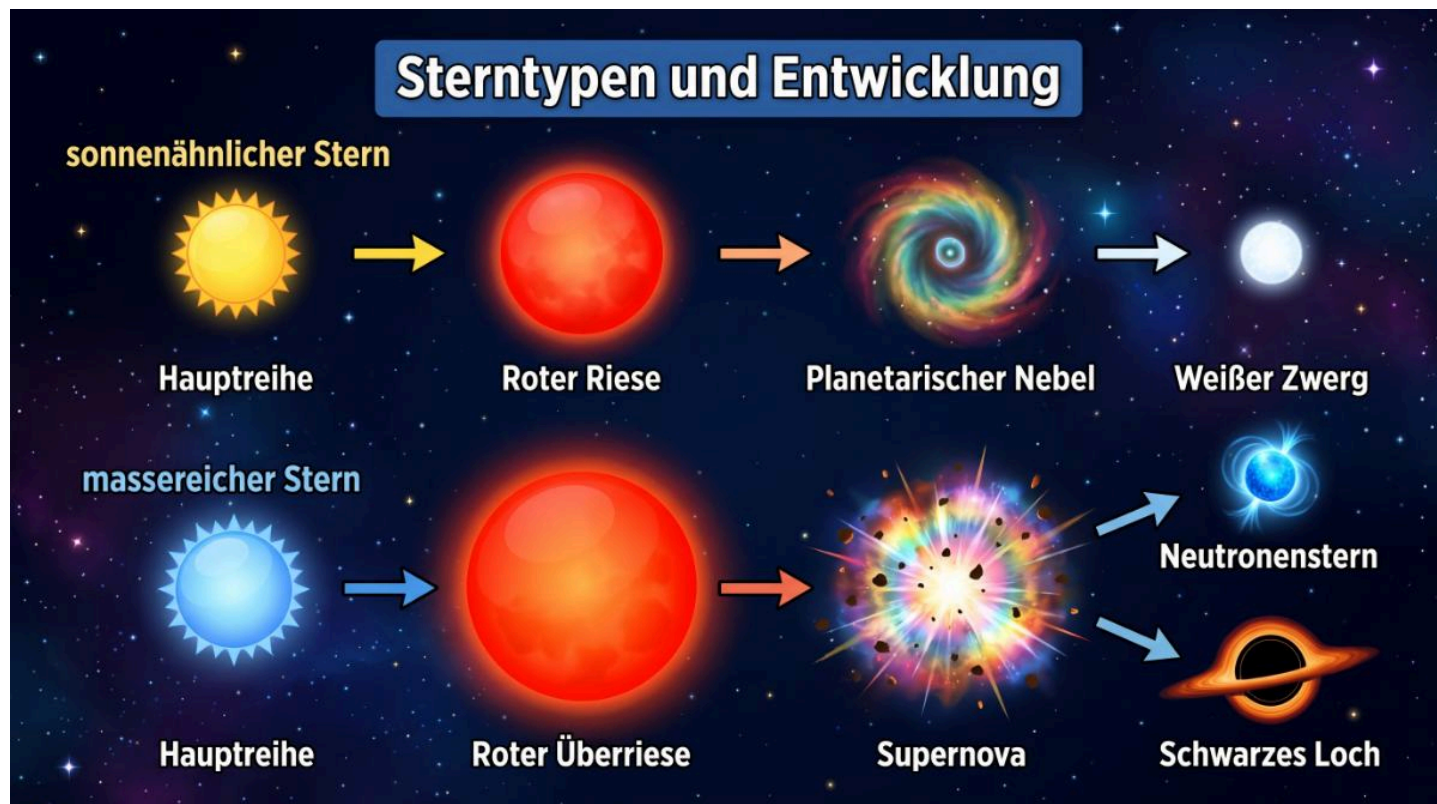
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Sterntypen und Entwicklung

Lernziel-ID 6f896466-e0ec-5f8d-82ad-2890433c82ba

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann typische Entwicklungswege sonnenähnlicher und massereicher Sterne beschreiben und ihre Unterschiede mit der Anfangsmasse in Zusammenhang bringen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · GK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)

206fe51d-cc78-5422-b139-32cc97eb1c37

S. 171

Wird direkt vorausgesetzt von

Hauptreihenzeiten mit der Masse-Leuchtkraft-Beziehung abschätzen
946ecf7b-0fcf-5776-9fb6-d397423c2f12

S. 183

Argumentationen zur Entstehung schwerer Elemente beurteilen
e1b21fe9-ab6f-58c4-a0b6-9895061fbabb

S. 191

Stern-Endstadien aus Anfangsmasse und Massenverlust prognostizieren
69280706-5af6-5788-85b7-93287c2ffe74

S. 192

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Entfernungsbestimmung

Lernziel-ID db6b8de4-21e0-58e8-a347-2ae39f538f92

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus geeigneten Beobachtungsdaten die Entfernung oder Leuchtkraft eines Himmelskörpers abschätzen und begründen, welche zusätzlichen Größen und Modellannahmen dafür benötigt werden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben S. 169
af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

Wird direkt vorausgesetzt von

Sternentfernungen mit dem HRD abschätzen S. 182 3a4b2f86-5c59-5429-8fb4-75d9b2589cb5	Sternentfernungen und Tangentialgeschwindigkeiten astrometrisch bestimmen S. 190 9f85de48-1b3f-5afb-8a34-ce94cf7a1b49	Galaxienentfernungen bestimmen und Verfahren beurteilen S. 194 206a7d3d-9b11-56be-89ff-73898445c4f5	Astronomische Einheit und ihre beobachtungsbasierte Bestimmung erklären S. 320 5cf160e5-e0c2-5552-b2cf-0f04871c5e7e
--	---	---	---

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

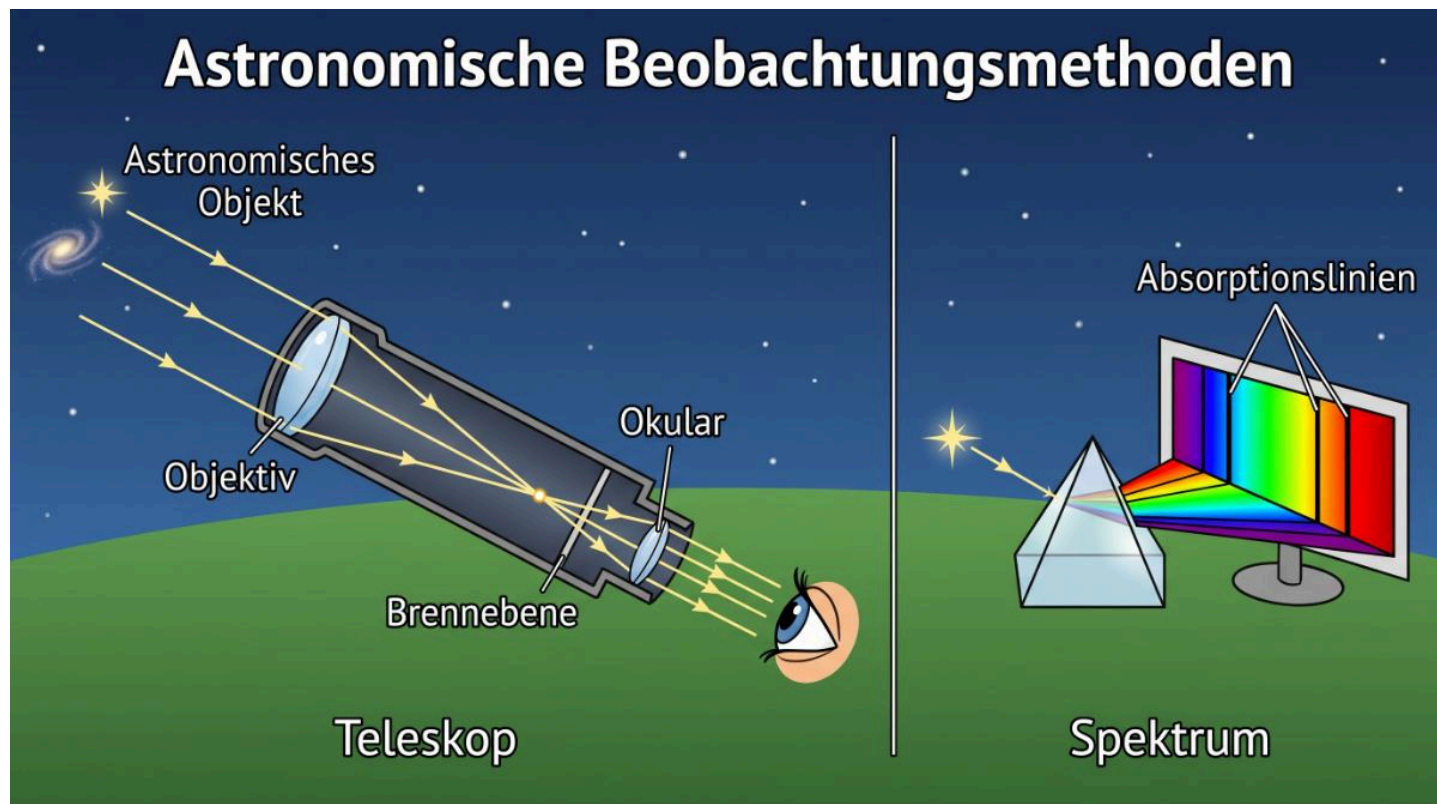
[Sternentfernungen und kosmologische Beobachtungen auswerten](#) 335a75b0-f691-5867-8ce3-3c971d541b9f

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Astronomische Beobachtungsmethoden

Lernziel-ID 2b700858-bc2e-5ddf-a791-b14d44160480

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Astronomie als Beobachtungswissenschaft beschreiben und Teleskope sowie Spektroskopie als zentrale Zugänge zu astronomischen Objekten erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424 S. 176	Mit bloßem Auge beobachtbare Himmelsobjekte klassifizieren e06dd9c7-8c36-5ca4-880b-57b02d837085 S. 184	Rotationsdauer der Sonne aus Beobachtungsreihen abschätzen 23335a89-f8e6-5c22-8705-d71193aeac96 S. 186	Oberflächentemperaturen von Sternen aus Strahlungsdaten abschätzen 89124b92-5769-5e13-8a5d-78497936260f S. 187
Teleskope und Spektralbereiche zur Struktur der Milchstraße nutzen 826af579-3e51-5ac9-bc2a-208d8a2fc99e S. 193	Am Nachthimmel mit Sternkarte oder Software navigieren d024aa45-5dbb-51f7-87a6-9ba939858696 S. 318	Sonnenradius aus Beobachtungsdaten abschätzen bebc3738-0be6-52cf-83db-f8b948f7cf7b S. 321	Sonnenleuchtkraft aus Solarkonstante und Entfernung abschätzen 9851bd02-ca48-5ce4-8e9f-9ec4af1c43b8 S. 322

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

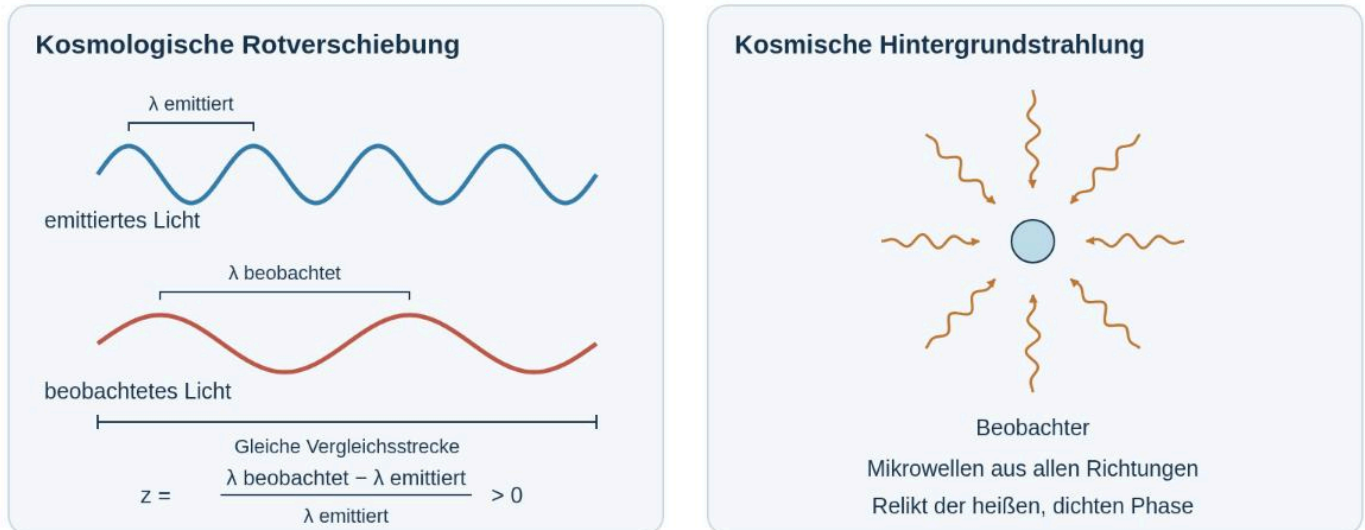
[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern

Lernziel-ID c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Beobachtungsbelege für das heiße Urknallmodell



Früher heiß und dicht → Expansion und Abkühlung → heute kühler

Beide Beobachtungen stützen das heiße Urknallmodell.

Qualitative Schemata; kein zentraler Explosionsort.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das heiße Urknallmodell qualitativ erläutern und kosmologische Rotverschiebung sowie Hintergrundstrahlung als Beobachtungsbelege dafür einordnen.

Geltung

BW: Sek. II · GK

BY: Sek. II · G9 · GK

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kosmische Strukturen einordnen 1b060e79-dc2d-5e4e-abb5-42eca39f9cc7	S. 170	Astronomische Beobachtungsmethoden 2b700858-bc2e-5dd1-a791-b14d44160480	S. 175
Dunkle Energie qualitativ einordnen b4772b06-b10c-52dd-841b-a96ffb7c7e28	S. 177	Kosmologie vertieft aa0fa5fb-7bfb-5f9f-a606-3f7187c7b745	S. 178
		Größe und Alter des Universums qualitativ einordnen db0394ca-297c-5892-b414-525ec186f928	S. 317
		Offene kosmologische Fragen quellenkritisch einordnen 6ae54ff9-dc3b-563b-b2ee-09a0f0d00162	S. 332

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sternentfernungen und kosmologische Beobachtungen auswerten](#) 335a75b0-f691-5867-8ce3-3c971d541b9f

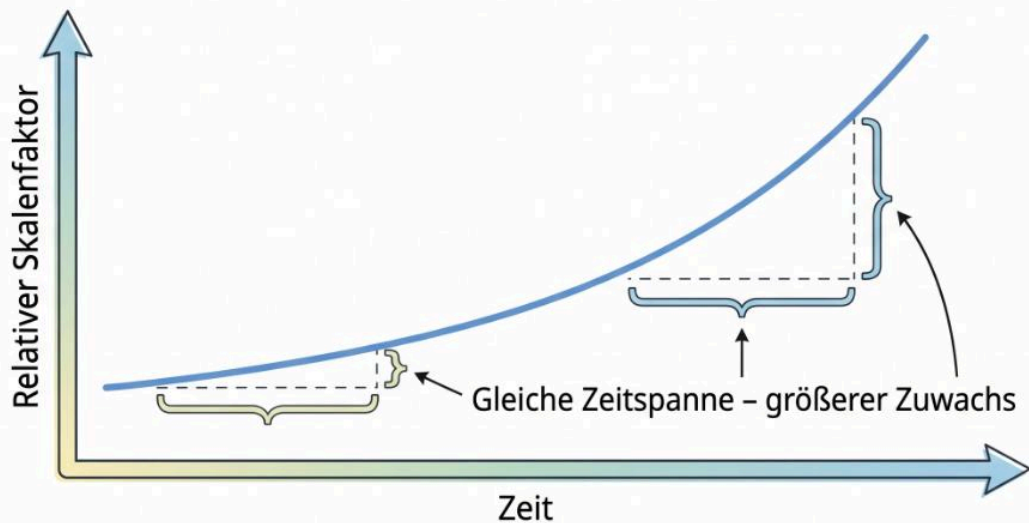
[Rotverschiebung und Hintergrundstrahlung gemeinsam deuten](#) b3b365f4-4988-57d5-97cd-5d8446483ef7

Dunkle Energie qualitativ einordnen

Lernziel-ID b4772b06-b10c-52dd-841b-a96ffb7c7e28

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Dunkle Energie qualitativ einordnen



Beobachtung: Die kosmische Expansion ist in der späten Entwicklung beschleunigt.

Dunkle Energie bezeichnet einen Modellbestandteil zur Beschreibung dieser Beschleunigung.

Qualitative Darstellung

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann dunkle Energie als Modellbegriff zur Beschreibung der beobachteten beschleunigten Expansion des Universums einordnen.

Geltung

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern

c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424

S. 176

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

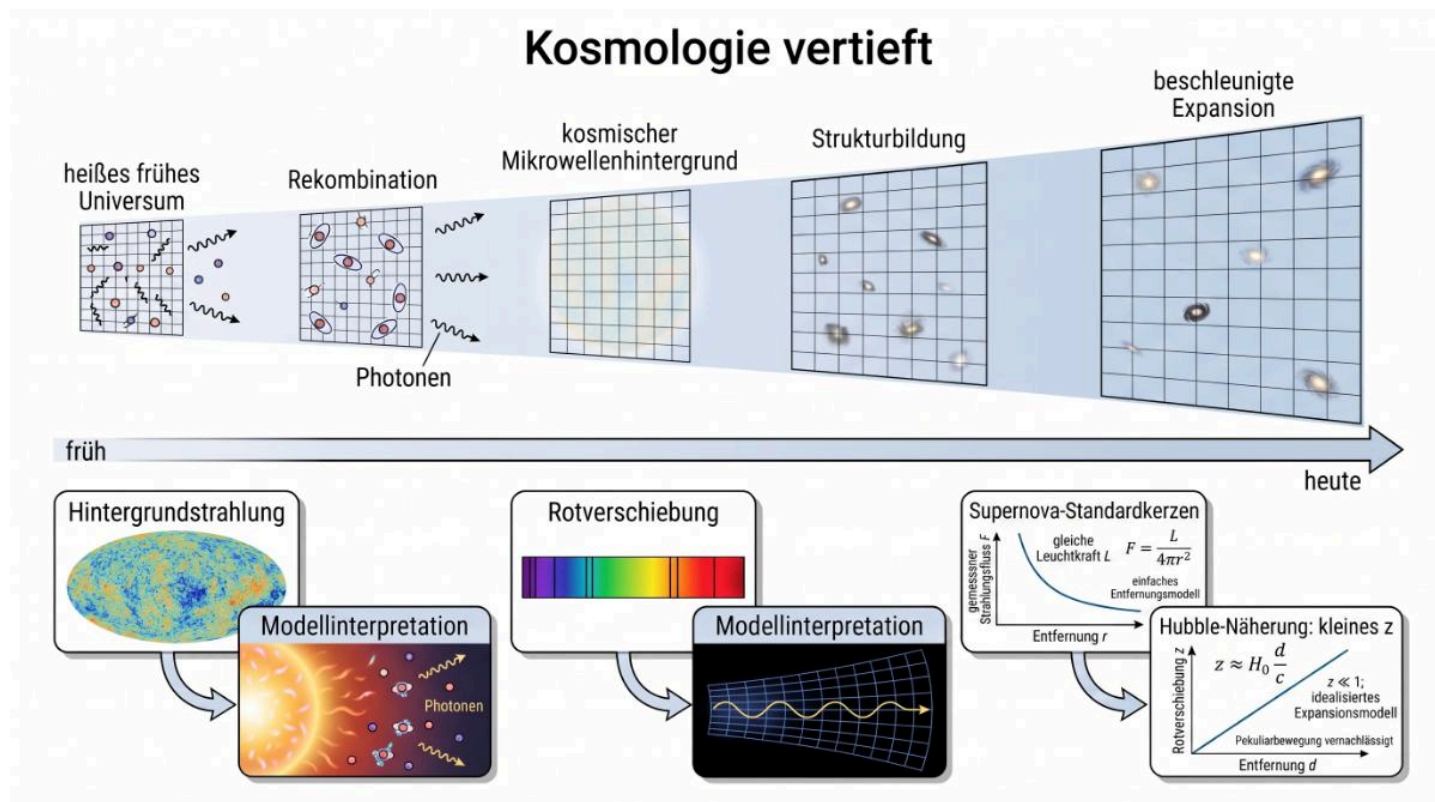
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Expansion von beschleunigter Expansion unterscheiden](#) c518e9dc-8514-5fde-9811-19caa85cfb1a

Kosmologie vertieft

Lernziel-ID aa0fa5fb-7bfb-5f9f-a606-3f7187cfb745

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann kosmologische Rotverschiebungen aus Spektraldaten berechnen, sie mithilfe vor-gegebener einfacher Modelle mit der Expansion des Universums verknüpfen und die dabei verwendeten Näherungen erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern

c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424

S. 176

Wird direkt vorausgesetzt von

Universumsalter mit der Hubble-Beziehung abschätzen

44f0eefa-2d93-5954-879f-f6c49e5ceb7

S. 195

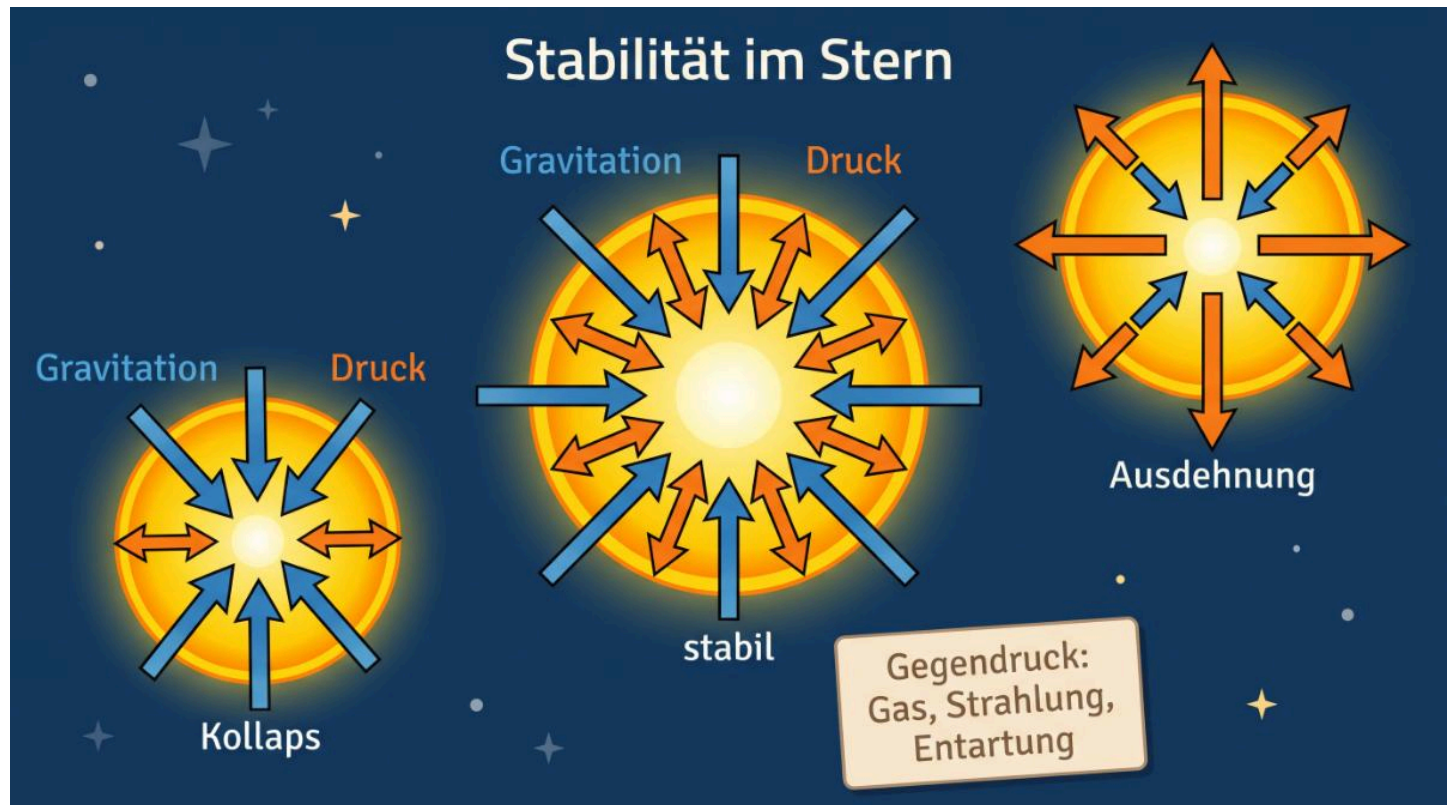
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Stabilität astronomischer Objekte beurteilen

Lernziel-ID da3169ae-c72a-5782-ad95-408167a5c6da

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einem astronomischen Objekt Gleichgewicht oder Ungleichgewicht zwischen Gravitation und Druckgradientkräften aus Gas-, Strahlungs- oder Entartungsdruck erklären und die Folgen veränderter Bedingungen für seine Stabilität qualitativ beurteilen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Sternentstehung und Sternentwicklung](#) 9b47a758-1b5d-5906-84c9-8621050d5aa5

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

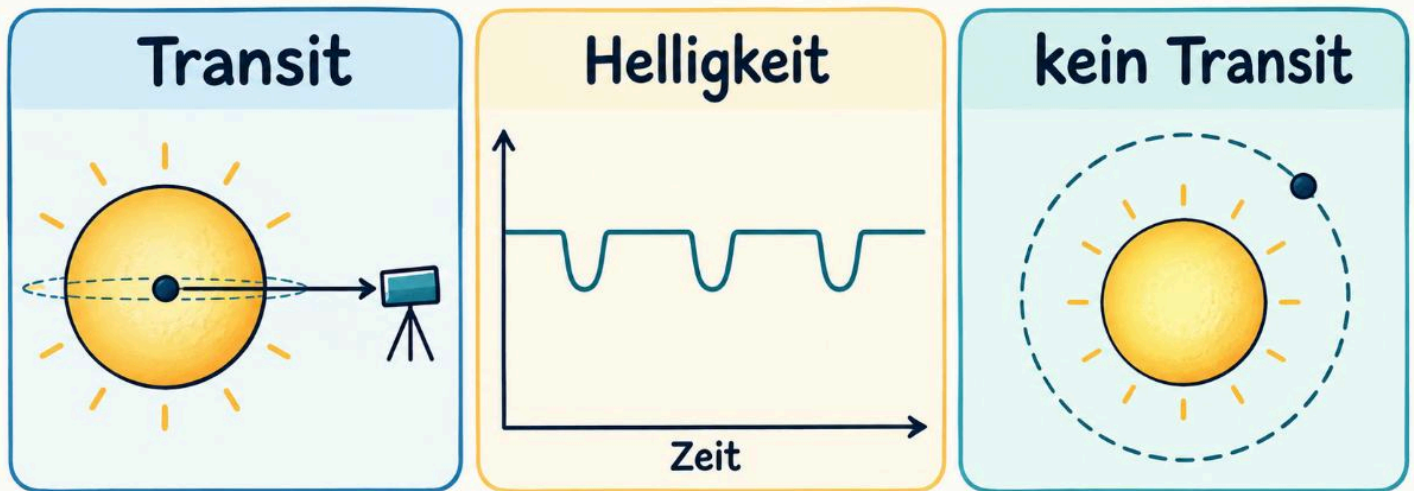
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Druckstützung und Stabilität eines Sternmodells beurteilen](#) 71af215d-c6d5-59ce-a3f6-4a2e60f1216d

Exoplanetenkandidaten mit der Transitmethode erklären

Lernziel-ID 49bb609a-bfb7-5391-9120-f5fc737efb9a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann wiederkehrende Helligkeitsabnahmen eines Sterns mit dem Transit eines möglichen Planeten erklären und begründen, wie die Beobachtungsgeometrie die Nachweismöglichkeit begrenzt.

Geltung

BW: Sek. II · GK

BY: Sek. II · G9 · GK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben

aF5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

S. 169

Wird direkt vorausgesetzt von

Exoplanetensuche und Habitabilität quellenkritisch beurteilen

e2014db8-c97f-5ce1-82c5-2a42741f4a61

S. 308

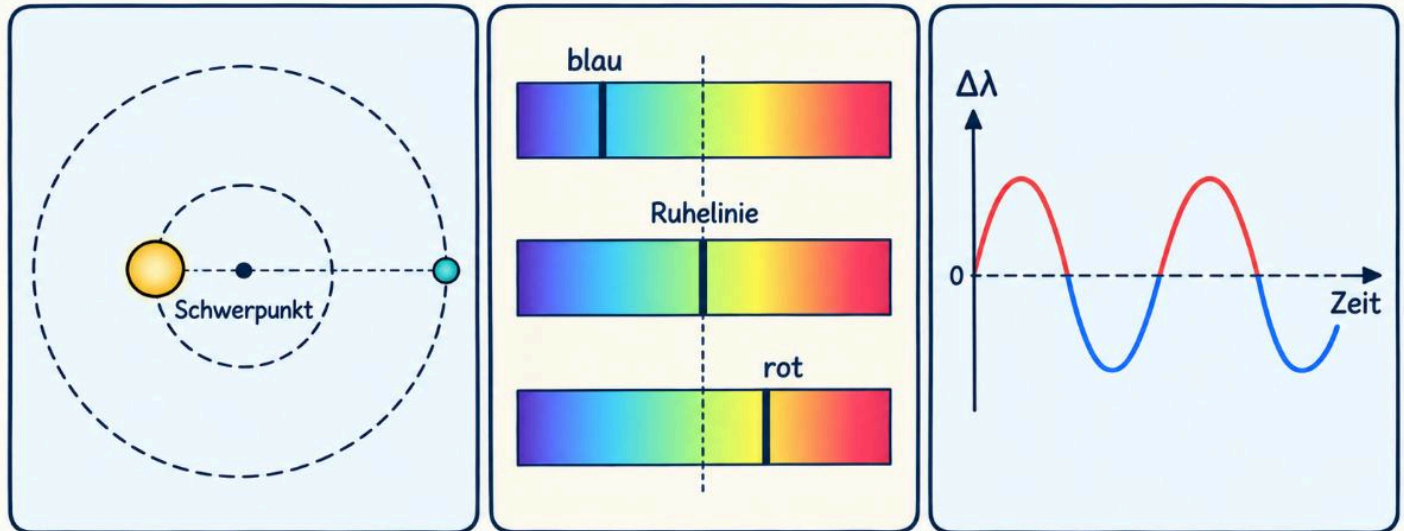
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Einen Exoplanetenkandidaten und sein Transmissionsspektrum beurteilen](#) f61c424e-f091-5f9d-9d58-c1bd29733fc8

Exoplanetenkandidaten mit Stern-Radialbewegungen erklären

Lernziel-ID 6dca3b0a-c872-543b-808f-97e855f5fafd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann periodische Dopplerverschiebungen im Spektrum eines Sterns mit seiner Bewegung um den gemeinsamen Schwerpunkt eines möglichen Stern-Planet-Systems erklären und die Aussagekraft dieses indirekten Nachweises begrenzen.

Geltung

BW: Sek. II · GK

BY: Sek. II · G9 · GK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Aufbau des Sonnensystems beschreiben](#)

af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

S. 169

Wird direkt vorausgesetzt von

[Exoplanetensuche und Habitabilität quellenkritisch beurteilen](#)

e2014db8-c97f-5ce1-82c5-2a42741f4a61

S. 308

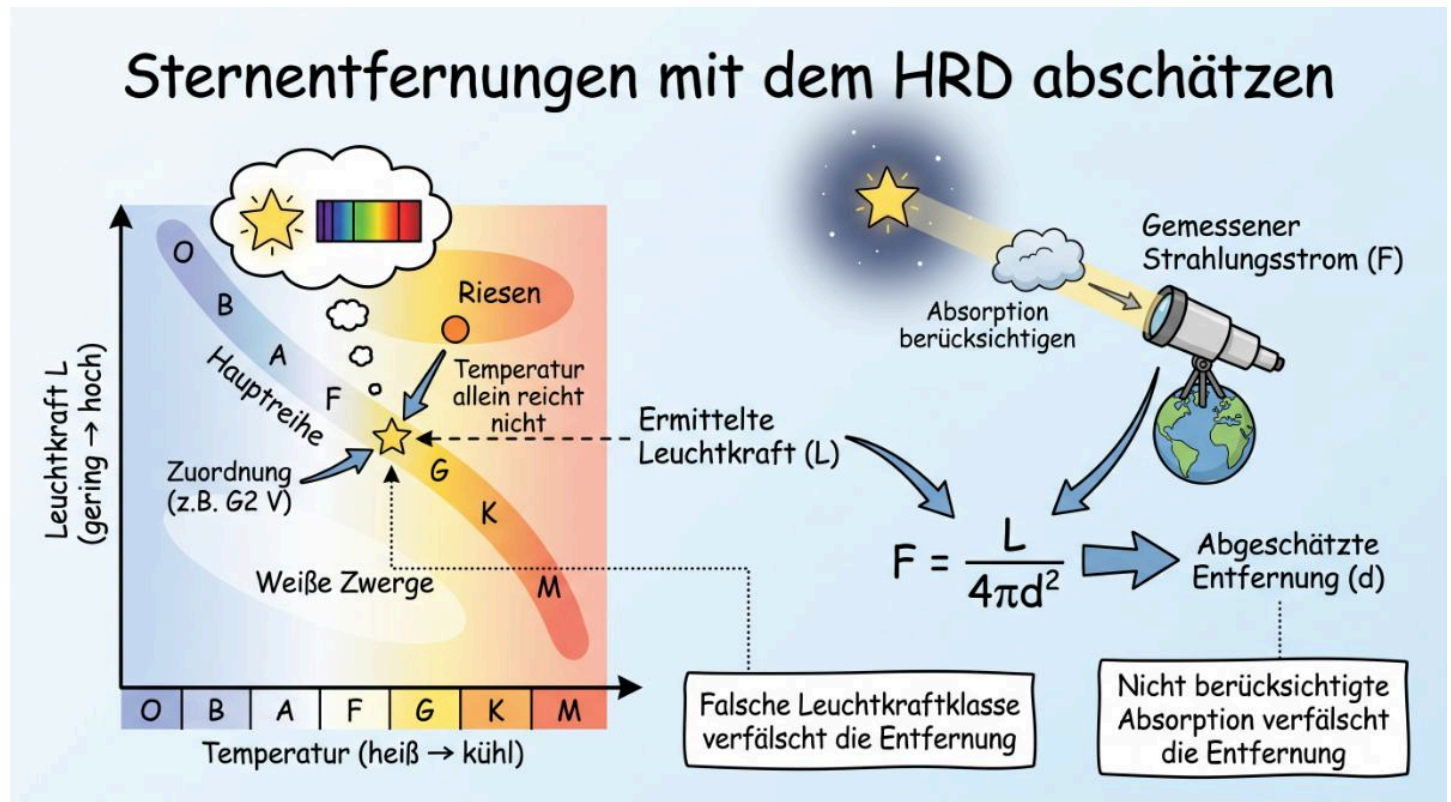
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Ein Exoplanetenkandidaten und sein Transmissionsspektrum beurteilen](#) f61c424e-f091-5f9d-9d58-c1bd29733fc8

Sternentfernungen mit dem HRD abschätzen

Lernziel-ID 3a4b2f86-5c59-5429-8fb4-75d9b2589cb5

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus einer begründeten Zuordnung eines Sterns im Hertzsprung-Russell-Diagramm und seiner beobachteten Helligkeit die Entfernung abschätzen und erklären, wie eine falsche Zuordnung oder nicht berücksichtigte Absorption das Ergebnis beeinflusst.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)

206fe51d-cc78-5422-b139-32cc97eb1c37

S. 171

Entfernungsbestimmung

db6b8de4-21e0-58e8-a347-2ae39f538f92

S. 174

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

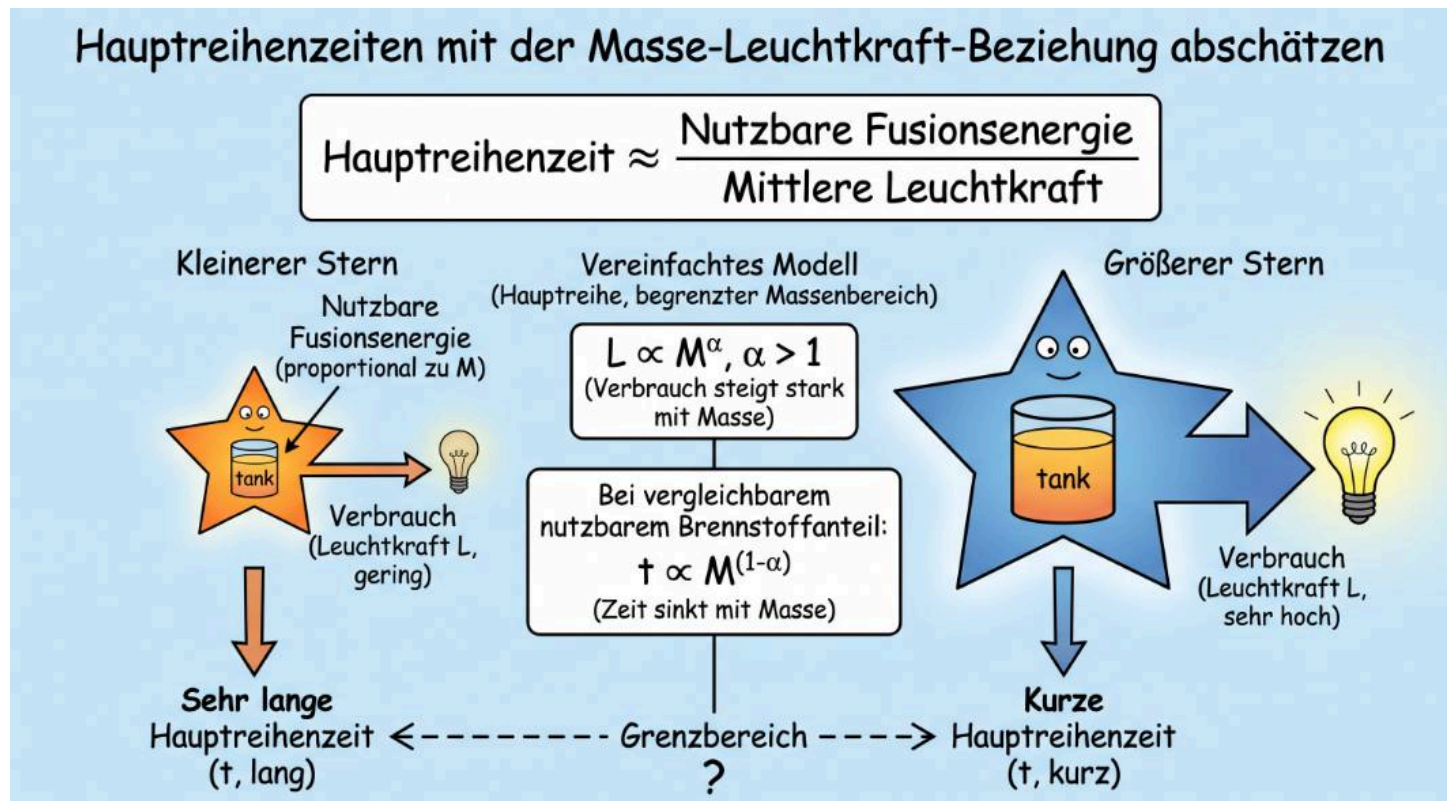
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Eine HRD-Entfernung und ihre Annahmen prüfen](#) 092017a7-1ce1-54b7-a14c-1658b72d70a7

Hauptreihenzeiten mit der Masse-Leuchtkraft-Beziehung abschätzen

Lernziel-ID 946ecf7b-0fcf-5776-9fb6-d397423c2f12

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Hauptreihenzeit eines Sterns mithilfe einer für seinen Massenbereich geeigneten Masse-Leuchtkraft-Beziehung und eines vereinfachten Brennstoffmodells abschätzen und die Grenzen dieser Abschätzung begründen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK

RP: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Sterntypen und Entwicklung

6f896466-e0ec-5f8d-82ad-289e433c82ba

S. 173

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

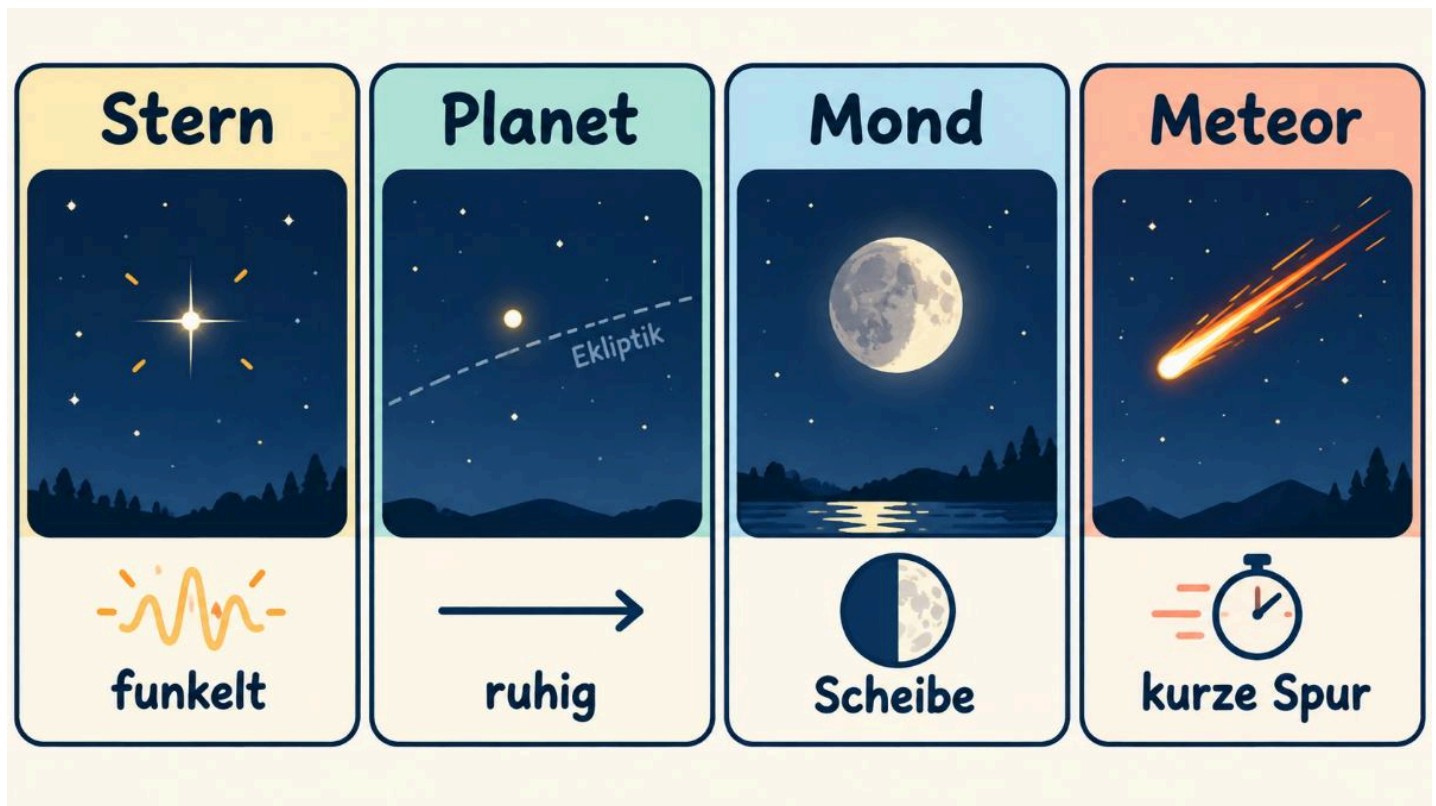
[Eine Hauptreihenzeit mit begrenztem Modell abschätzen](#) 027d25fc-b609-5383-ac44-5dd3327ca577

Mit bloßem Auge beobachtbare Himmelsobjekte klassifizieren

Lernziel-ID e06dd9c7-8c36-5ca4-880b-57b02d837085

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Nachthimmel-Orientierung und Sichtbarkeit astronomischer Objekte erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit bloßem Auge beobachtbare astronomische Objekte anhand geeigneter beobachtbarer Merkmale begründet Objektklassen zuordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Beobachtungsmethoden

2b700858-bc2e-5ddf-a791-b14d44160480

S. 175

Wird direkt vorausgesetzt von

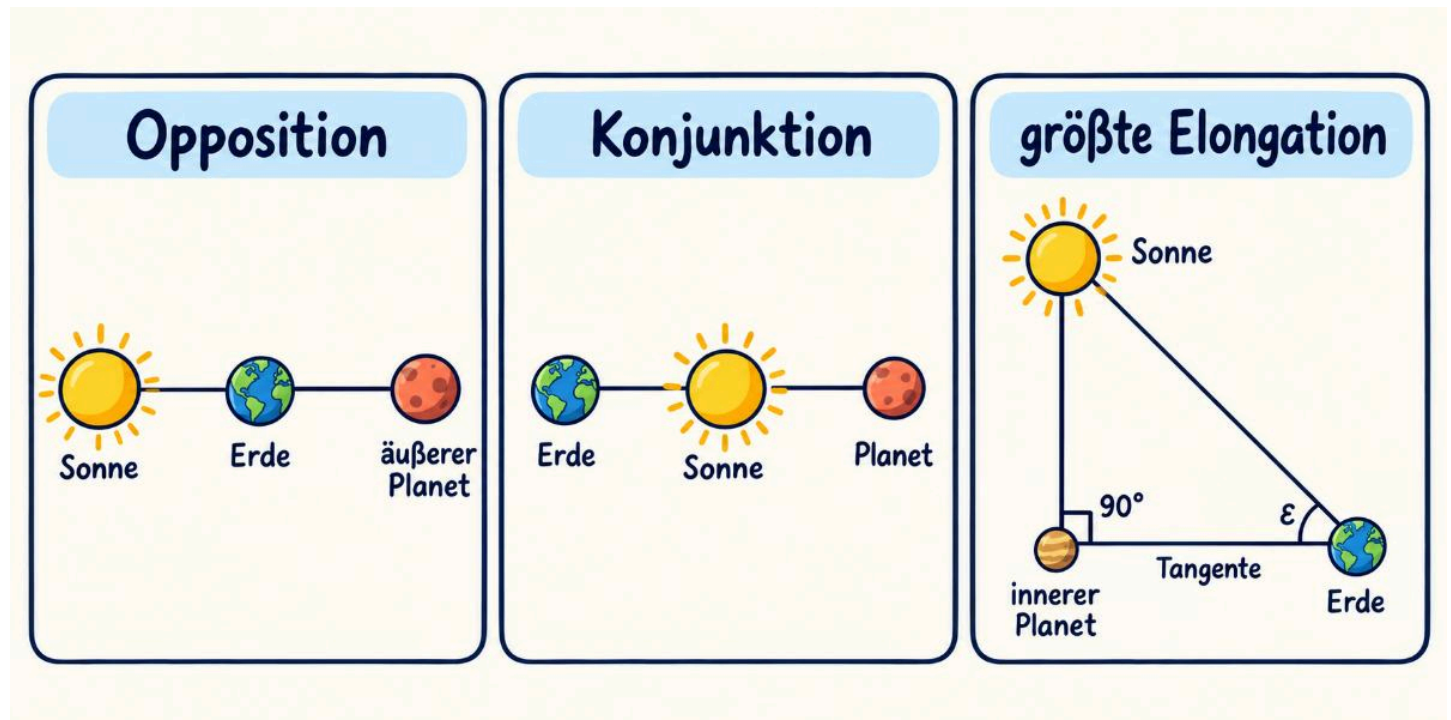
Keine

Planetenkonstellationen und ihre Sichtbarkeit modellieren

Lernziel-ID 6e1cd027-040b-51d9-8764-3cf3daddb5ec

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Planetenkonstellationen, Sichtbarkeit und Schleifenbahnen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Planetenkonstellationen in Zeichnungen oder Simulationen modellieren und daraus ihre Sichtbarkeit am Nachthimmel erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben

af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

S. 169

Wird direkt vorausgesetzt von

Schleifenbahnen von Planeten historisch einordnen

44766569-6379-5fbc-8976-cd3fc2fd6ec4

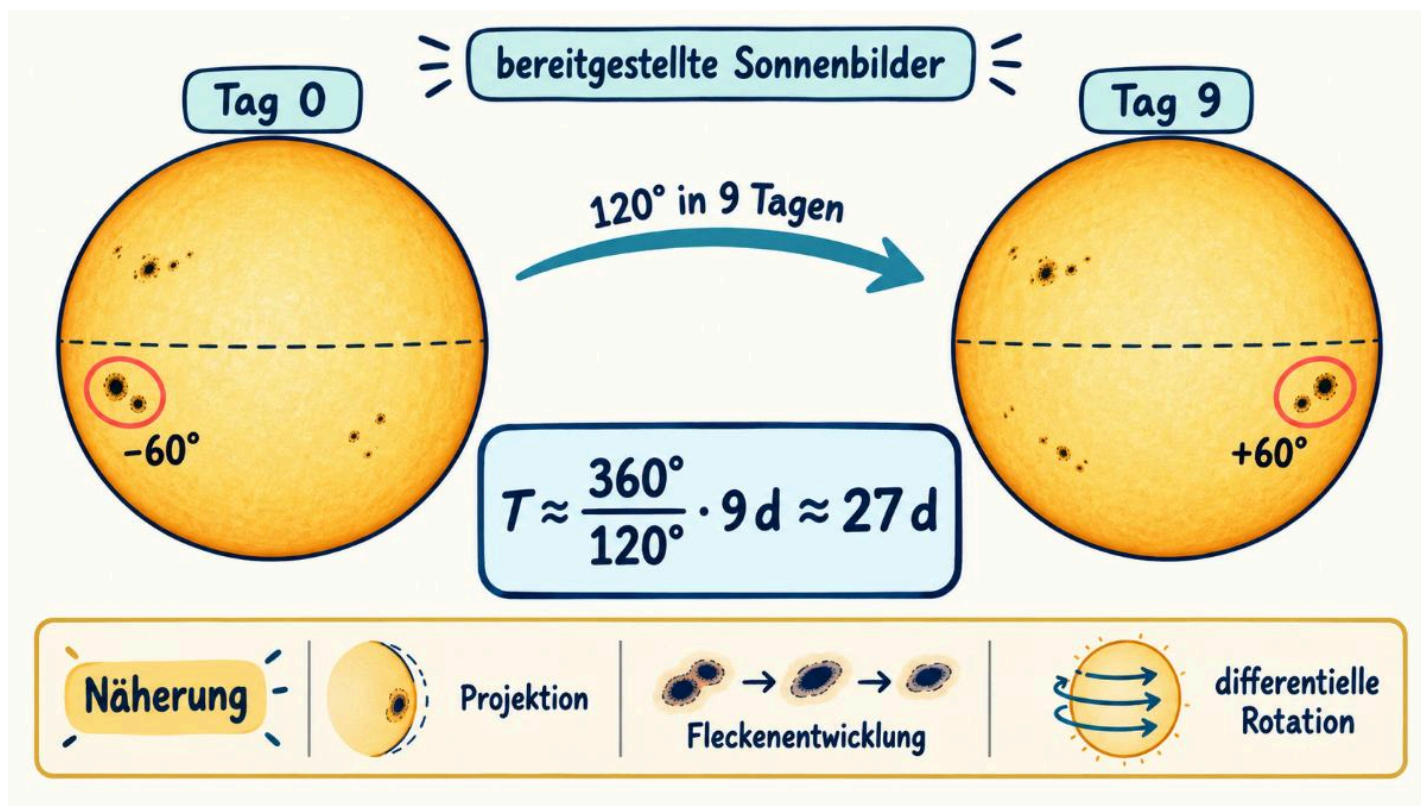
S. 423

Rotationsdauer der Sonne aus Beobachtungsreihen abschätzen

Lernziel-ID 23335a89-f8e6-5c22-8705-d71193aeac96

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Solare Zustandsgrößen aus Beobachtungen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in zeitlich getrennten, sicher gewonnenen oder bereitgestellten Sonnenbildern wiedererkennbare Strukturen verfolgen, daraus eine beobachterbezogene synodische Rotationsdauer abschätzen und erläutern, wie Projektion, Strukturentwicklung und differentielle Rotation die Näherung begrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Beobachtungsmethoden
2b700858-bc2e-5ddf-a791-b14d44160460

S. 175

Wird direkt vorausgesetzt von

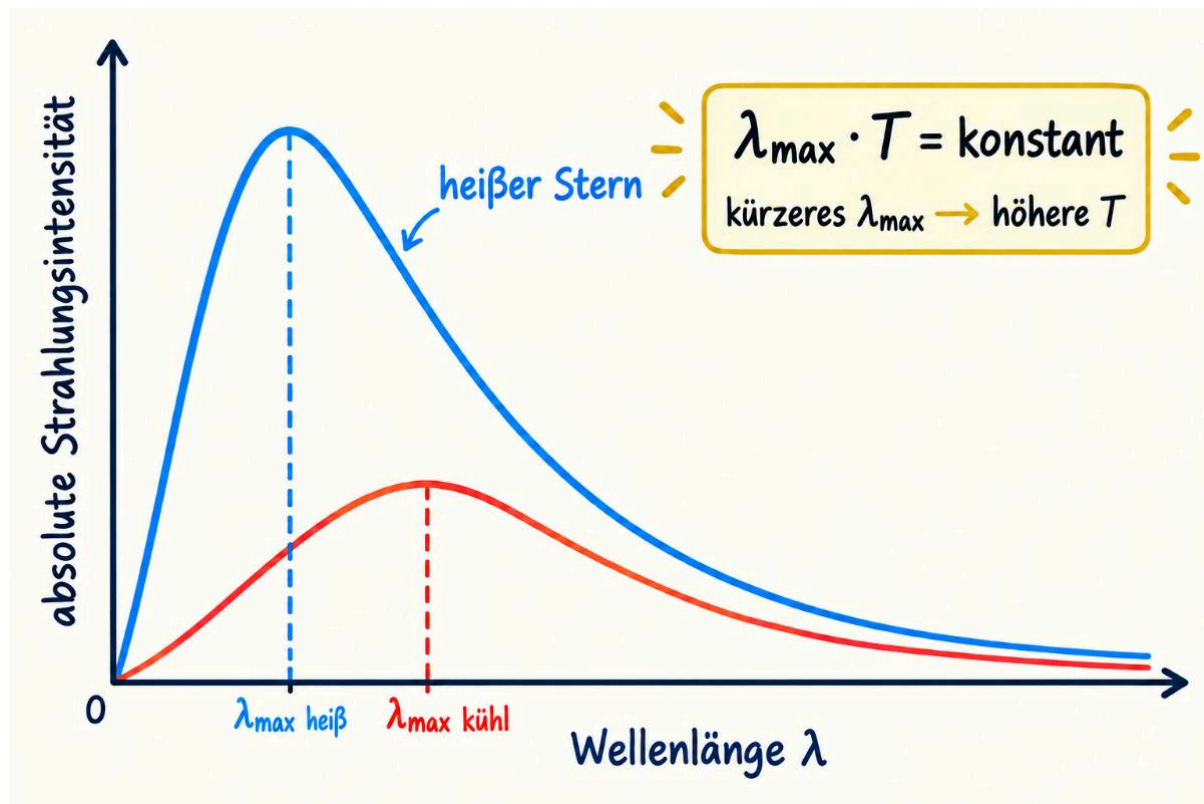
Keine

Oberflächentemperaturen von Sternen aus Strahlungsdaten abschätzen

Lernziel-ID 89124b92-5769-5e13-8a5d-78497936260f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Sternspektren und Temperaturgesetze auswerten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Oberflächentemperatur eines Sterns aus dem Spektralmaximum mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz oder bei bekannten Größen zu Radius und Strahlungsleistung mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz abschätzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Beobachtungsmethoden
2b700858-bc2e-5ddf-a791-b14d44160480

S. 175

Wird direkt vorausgesetzt von

Sternradien aus HRD-Daten abschätzen
6a73cacc-e86d-5248-a180-fd3da8454b0f

S. 188

Strahlungsgleichgewichte und Lebensbedingungen abschätzen
a5031dfc-6d25-5a04-850a-5c7d8a254c21

S. 189

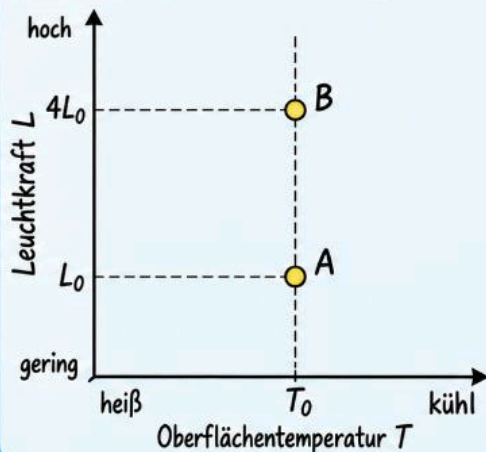
Sternradien aus HRD-Daten abschätzen

Lernziel-ID 6a73cacc-e86d-5248-a180-fd3da8454b0f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Sternradien aus HRD-Daten abschätzen

HRD (schematisch)



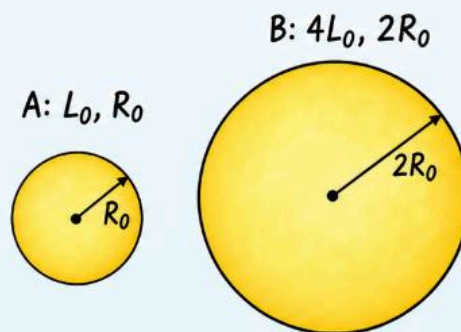
Thermisches Strahlungsmodell

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

$$R = \sqrt{\frac{L}{4\pi\sigma T^4}}$$

L und $T \rightarrow$ Radius R

Gleiche Temperatur T_0



Vierfache Leuchtkraft $\rightarrow$ doppelter Radius

Modellabschätzung

Bei gleicher Leuchtkraft: höhere Temperatur $\rightarrow$ kleinerer Radius

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Leuchtkraft und Oberflächentemperatur eines Sterns im Hertzsprung-Russell-Diagramm seinen Radius mit einem thermischen Strahlungsmodell abschätzen und erklären, wie beide Größen die Schätzung bestimmen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)

206fe51d-cc78-5422-b139-32cc97eb1c37

S. 171

Oberflächentemperaturen von Sternen aus Strahlungsdaten abschätzen

89124b92-5769-5e13-8a5d-78497936260f

S. 187

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

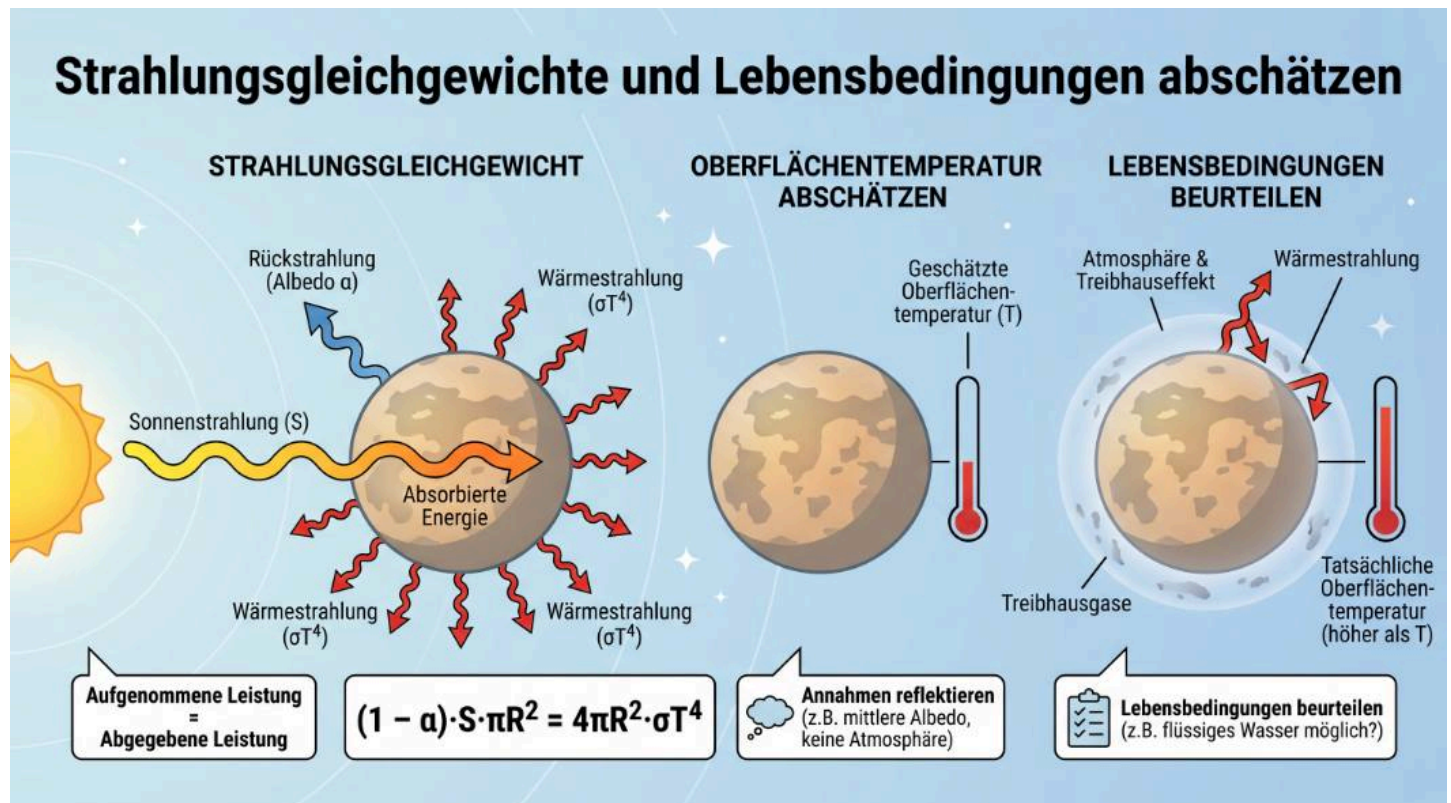
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sternradien bei gleicher Leuchtkraft vergleichen](#) dfeda6e5-3256-557c-a706-bec0d0c89ff4

Strahlungsgleichgewichte und Lebensbedingungen abschätzen

Lernziel-ID a5031dfc-6d25-5a04-850a-5c7d8a254c21

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus einem begründeten Strahlungsgleichgewicht die Gleichgewichtstemperatur eines Himmelskörpers als Modellnäherung für seine Oberflächentemperatur abschätzen, Modellannahmen und Abweichungen von Messwerten reflektieren und daraus begrenzte Aussagen zu möglichen Lebensbedingungen ableiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben
af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93

S. 169

Oberflächentemperaturen von Sternen aus Strahlungsdaten abschätzen
89124b92-5769-5e13-8a5d-78497936260f

S. 187

Wird direkt vorausgesetzt von

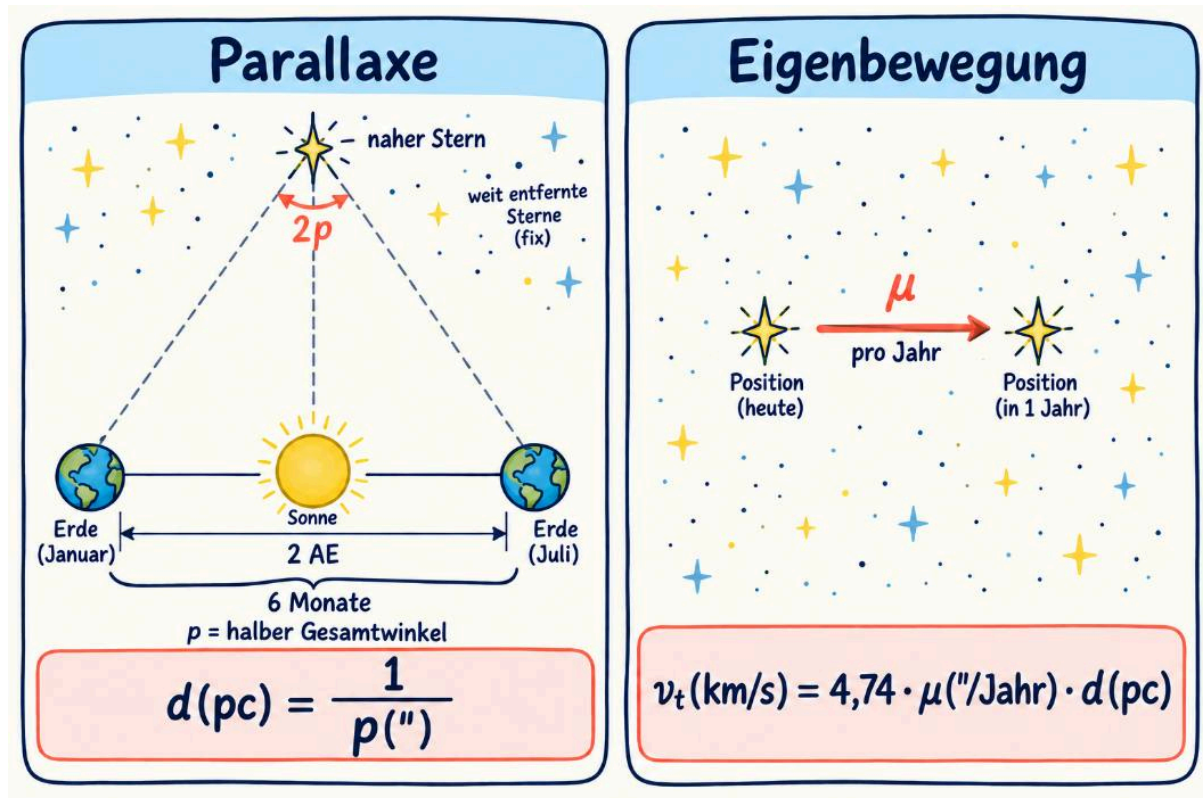
Keine

Sternentfernungen und Tangentialgeschwindigkeiten astrometrisch bestimmen

Lernziel-ID 9f85de48-1b3f-5afb-8a34-ce94cf7a1b49

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Parallaxe, Dopplereffekt und Sternspektren auswerten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus der trigonometrischen Parallaxe die Entfernung eines Sterns bestimmen und zusammen mit seiner Eigenbewegung dessen Tangentialgeschwindigkeit abschätzen sowie Reichweite und Messunsicherheit der Methode beurteilen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entfernungsbestimmung

db6b8de4-21e0-58e8-a347-2ae39f538f92

S. 174

Wird direkt vorausgesetzt von

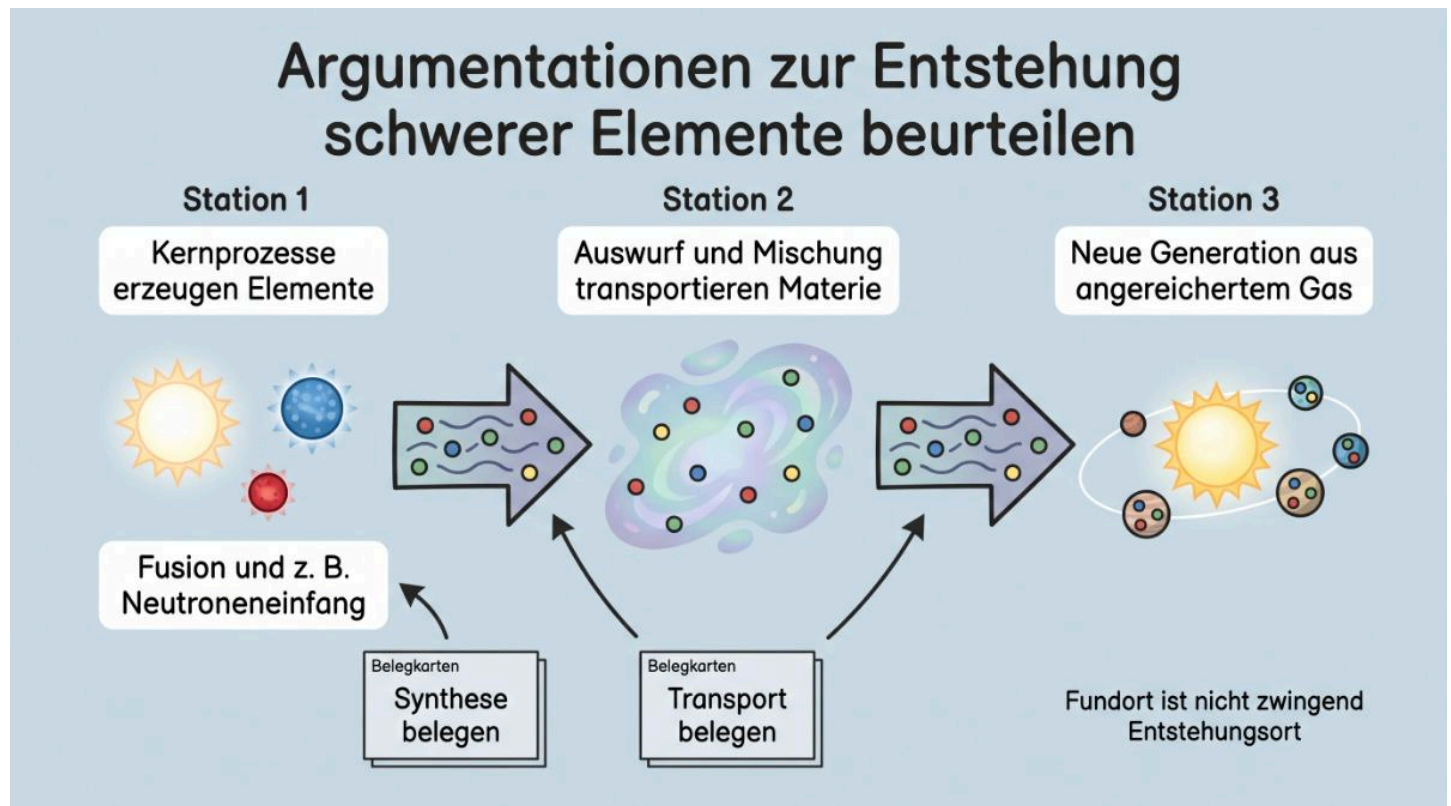
Keine

Argumentationen zur Entstehung schwerer Elemente beurteilen

Lernziel-ID e1b21fe9-ab6f-58c4-a0b6-9895061fbabb

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Sternentwicklung und Materiekreislauf



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann anhand vorgegebener Sachtexte und Diagramme zum kosmischen Materiekreislauf beurteilen, ob eine Argumentation zur Entstehung schwerer Elemente durch die dargestellten Kernprozesse und die Weitergabe angereicherter Materie begründet ist.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Sterntypen und Entwicklung
6f896466-e0ec-5f8d-82ad-2890433c82ba

S. 173

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Eine Elemententstehungs-Behauptung prüfen](#) 6da29199-f086-512c-89f2-1b5ca865eef9

Stern-Endstadien aus Anfangsmasse und Massenverlust prognostizieren

Lernziel-ID 69280706-5af6-5788-85b7-93287c2ffe74

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Sternentwicklung und Materiekreislauf



Stern-Endstadien aus Anfangsmasse und Massenverlust prognostizieren



Gleiche Anfangsmasse – verschiedene Modellverläufe

Vorgegebene Beispielm Modelle, keine allgemeine Massengrenzentabelle

	Anfangsmasse	Früher Massenverlust	Zusätzlicher Modellbefund	Mögliches Endstadium
B	18 Sonnenmassen	8 Sonnenmassen	Explosionsmodell: stabiler neutronenreicher Rest mit 1,6 Sonnenmassen	 Neutronenstern
C	18 Sonnenmassen	2 Sonnenmassen	Rückfallmodell: Rest mit 5 Sonnenmassen, über der angenommenen Stabilitätsgrenze	 Schwarzes Loch

Memoryaid: Frühe verbleibende Gesamtmasse ist nicht die spätere kompakte Restmasse.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mithilfe vorgegebener Entwicklungsmodelle aus Anfangsmasse und Massenverlust eines Sterns ein mögliches Endstadium begründet prognostizieren und dabei zwischen Anfangsmasse, verbleibender Kernmasse und den Grenzen der Modellvorhersage unterscheiden.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Sterntypen und Entwicklung
6f896466-e0ec-5f8d-82ad-2890433c82ba

S. 173

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

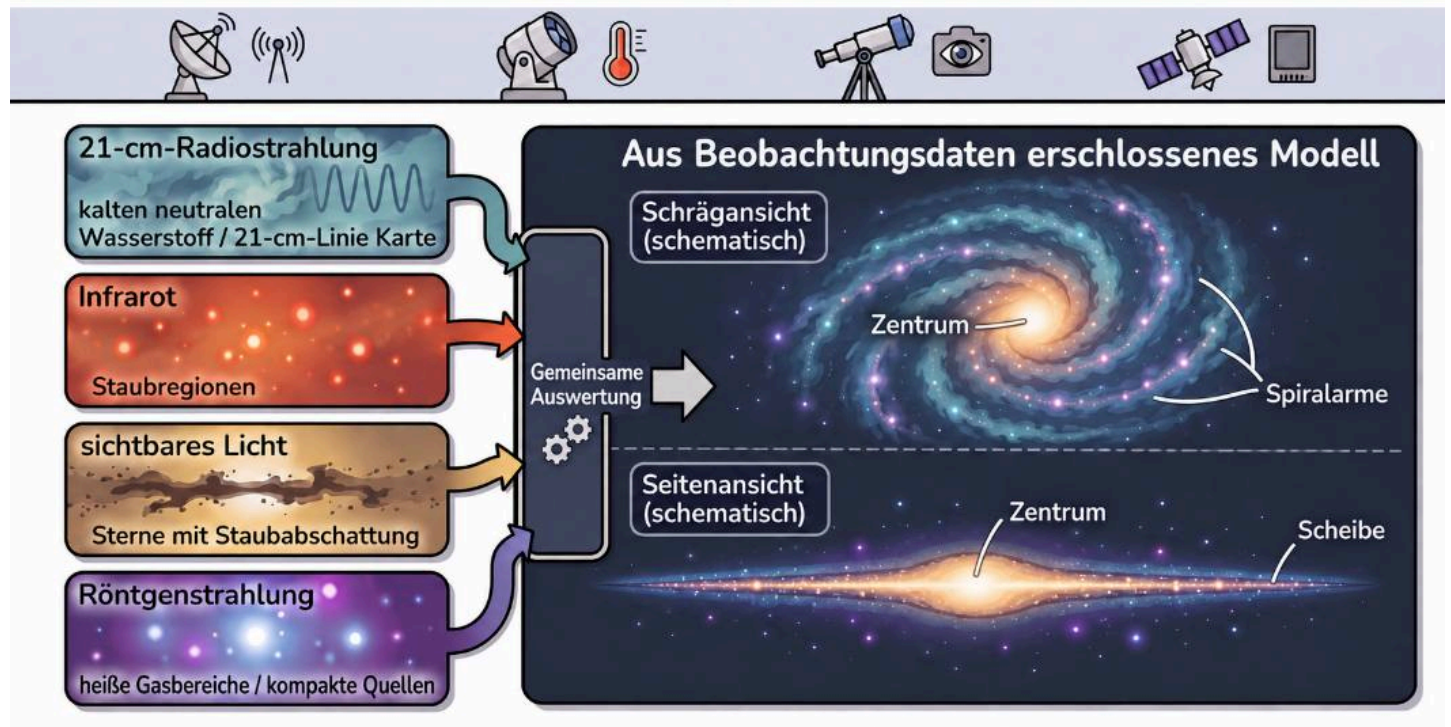
[Prüfungsaufgabe: Bedingte Stern-Endstadien prognostizieren](#) 6c87a996-9166-5c6e-8cda-01d40720f9c8

Teleskope und Spektralbereiche zur Struktur der Milchstraße nutzen

Lernziel-ID 826af579-3e51-5ac9-bc2a-208d8a2fc99e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Milchstraße in Spektralbereichen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Teleskope für verschiedene Spektralbereiche vergleichen, Beobachtungsdaten aus mehreren Bereichen zusammenführen und daraus die Struktur der Milchstraße beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kosmische Strukturen einordnen

1b060e79-dc2d-5e4e-abb5-42eca39f9cc7

S. 170

Astronomische Beobachtungsmethoden

2b700858-bc2e-5dd1-a791-b14d44160480

S. 175

Wird direkt vorausgesetzt von

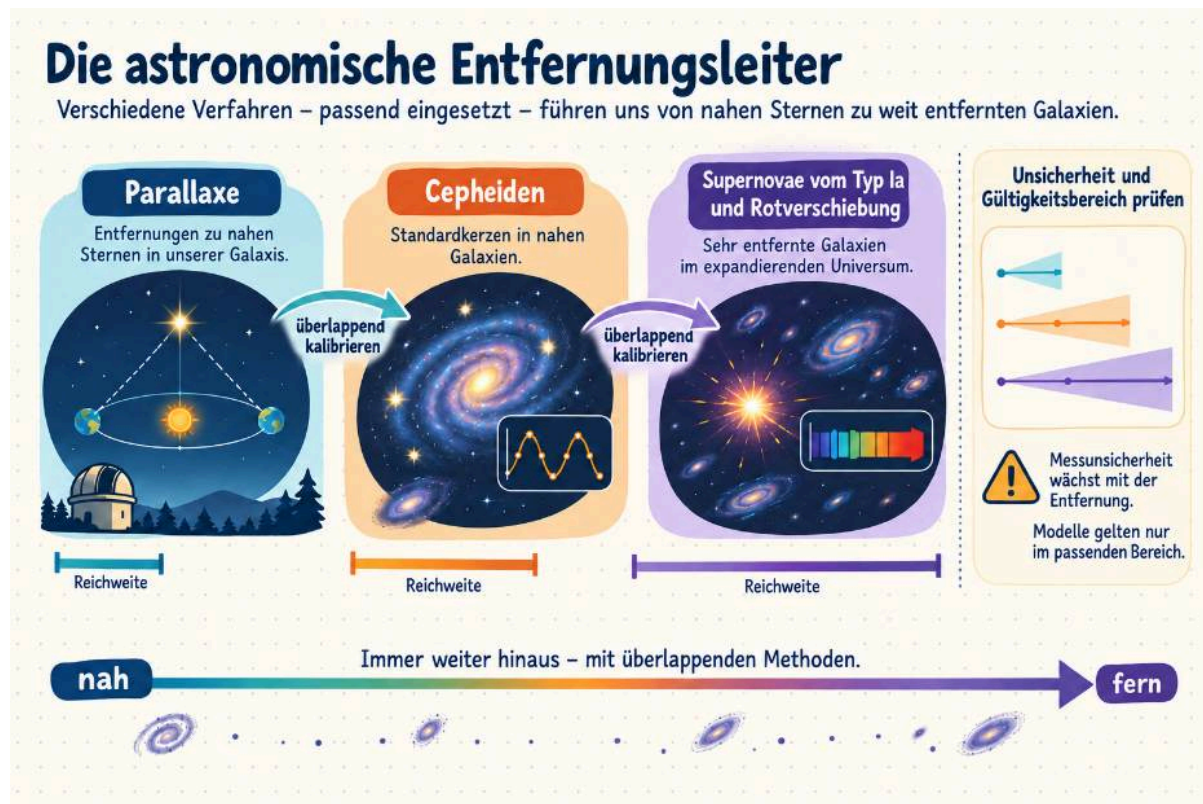
Keine

Galaxienentfernungen bestimmen und Verfahren beurteilen

Lernziel-ID 206a7d3d-9b11-56be-89ff-73898445c4f5

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Galaxienentfernungen und Hubble-Alter beurteilen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann ein geeignetes Verfahren zur Entfernungsbestimmung von Galaxien anwenden, mit anderen astronomischen Entfernungungsverfahren vergleichen und Messunsicherheiten sowie Gültigkeitsgrenzen beurteilen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entfernungsbestimmung
db6b8de4-21e0-58e8-a347-2ae39f538f92

S. 174

Wird direkt vorausgesetzt von

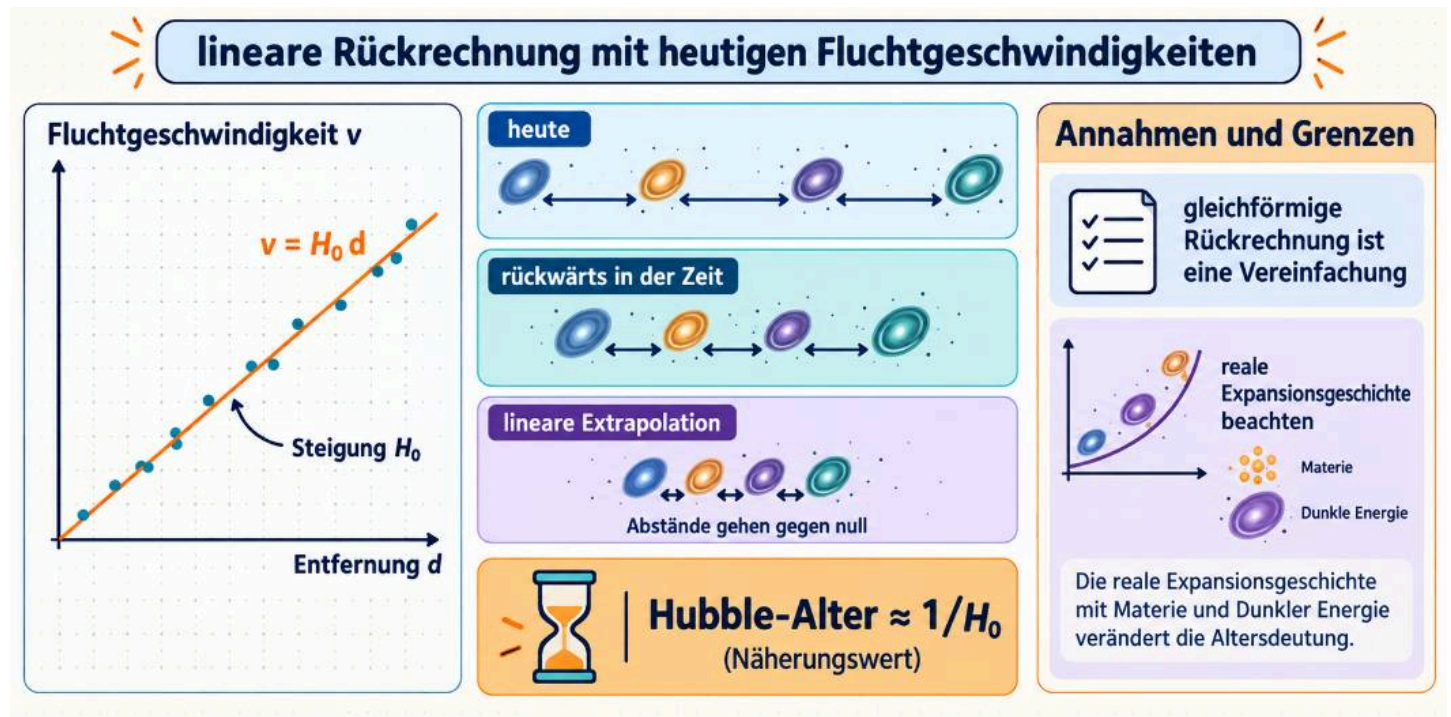
Keine

Universumsalter mit der Hubble-Beziehung abschätzen

Lernziel-ID 44f0eefa-2d93-5954-879f-f6c49e5cebc7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Galaxienentfernungen und Hubble-Alter beurteilen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus der Hubble-Beziehung ein Hubble-Alter abschätzen und erläutern, warum es nur unter vereinfachenden Annahmen über die Expansionsgeschichte als Universumsalter gedeutet werden darf.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kosmologie vertieft

aa0fa5fb-7dbf-5f9f-a606-3f7187cfb745

S. 178

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Impulserhaltung aus Newtonschen Axiomen (LK)

Lernziel-ID f524f05c-4456-4fc3-a1f7-f40741fc1f16

Physik > Kanonische Profilergänzungen

Impulserhaltung herleiten

A B

$F_{AB} = -F_{BA}$

$\frac{dp_A}{dt} = F_{BA} \quad \frac{dp_B}{dt} = F_{AB}$

$\frac{d}{dt}(p_A + p_B) = F_{BA} + F_{AB} = 0$

$p_{\text{ges}} = p_A + p_B = \text{konstant}$

Geltungsbereich (Annahmen)

- abgeschlossenes System
- nur innere Kräfte zwischen A und B
- Inertialsystem

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einem Inertialsystem für ein materiell abgeschlossenes System aus Newtons zweitem und drittem Axiom herleiten, dass der Gesamtimpuls bei verschwindendem resultierendem äußerem Kraftstoß erhalten bleibt, und die Voraussetzungen dieser Herleitung diskutieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79

S. 87

Newtons 3. Axiom anwenden

a0aaedcb-41f8-4891-af77-a69a76b8c10d

S. 89

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

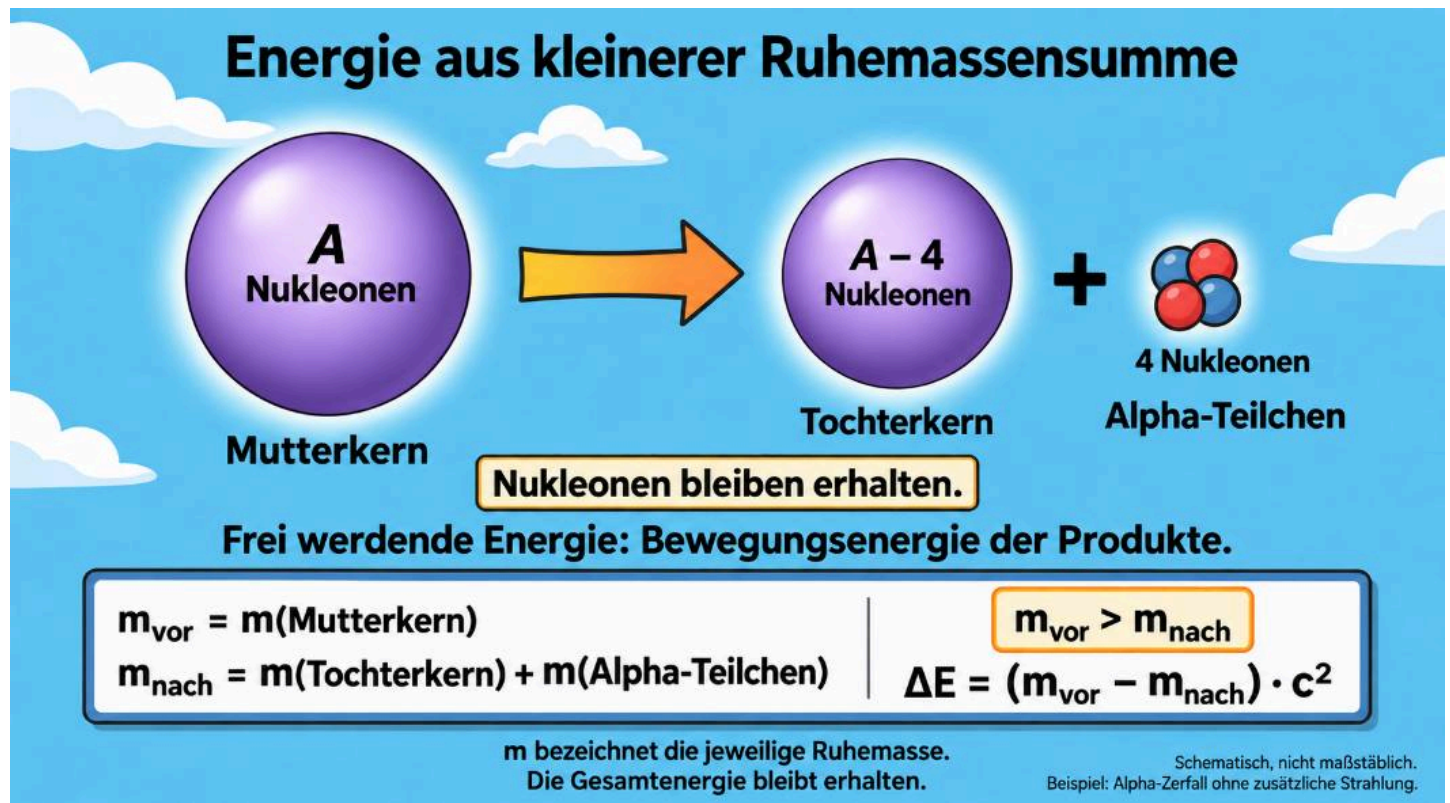
[Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5010-b1ca-9d32d8c05afa

Energiefreisetzung bei Kernreaktionen mit Masse-Energie-Äquivalenz erklären

Lernziel-ID 7d78da7f-6af5-440a-9d6b-6cab4bee8dd2

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe I > Atom- und Kernphysik

Energie aus kleinerer Ruhemassensumme



A Nukleonen
Mutterkern

A - 4 Nukleonen
Tochterkern

4 Nukleonen
Alpha-Teilchen

Nukleonen bleiben erhalten.

Frei werdende Energie: Bewegungsenergie der Produkte.

$m_{\text{vor}} = m(\text{Mutterkern})$
 $m_{\text{nach}} = m(\text{Tochterkern}) + m(\text{Alpha-Teilchen})$

$m_{\text{vor}} > m_{\text{nach}}$
 $\Delta E = (m_{\text{vor}} - m_{\text{nach}}) \cdot c^2$

**m bezeichnet die jeweilige Ruhemasse.
Die Gesamtenergie bleibt erhalten.**

Schematisch, nicht maßstäblich.
Beispiel: Alpha-Zerfall ohne zusätzliche Strahlung.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Energiefreisetzung beim Alpha-Zerfall und bei einfachen Kernreaktionen qualitativ aus der Differenz der Ruhemassensummen vor und nach dem Prozess mithilfe der Masse-Energie-Äquivalenz erklären.

Geltung

BY: Sek. I · G9

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

MV, ST: Sek. I · G8

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Alpha-, Beta- und Gammastrahlung unterscheiden

1593d95c-2aac-504c-8527-37cb61877da9

S. 75

Wird direkt vorausgesetzt von

Kernreaktionen und Q-Werte

5492f0e0-cbae-574e-a853-182616205ed3

S. 198

Die Funktion eines thermischen Kernreaktors erklären

68034218-8f3e-5f7f-ae4e-ed057dd4e44e

S. 199

α-Zerfall durch Tunneleffekt

76bcbdc3-3003-5e6a-952e-aa36eb8f97ee

S. 291

Kernenergieoptionen mit physikalischen Kriterien bewerten

7e719cc2-0866-5267-a252-e7e7ac0d03f1

S. 436

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

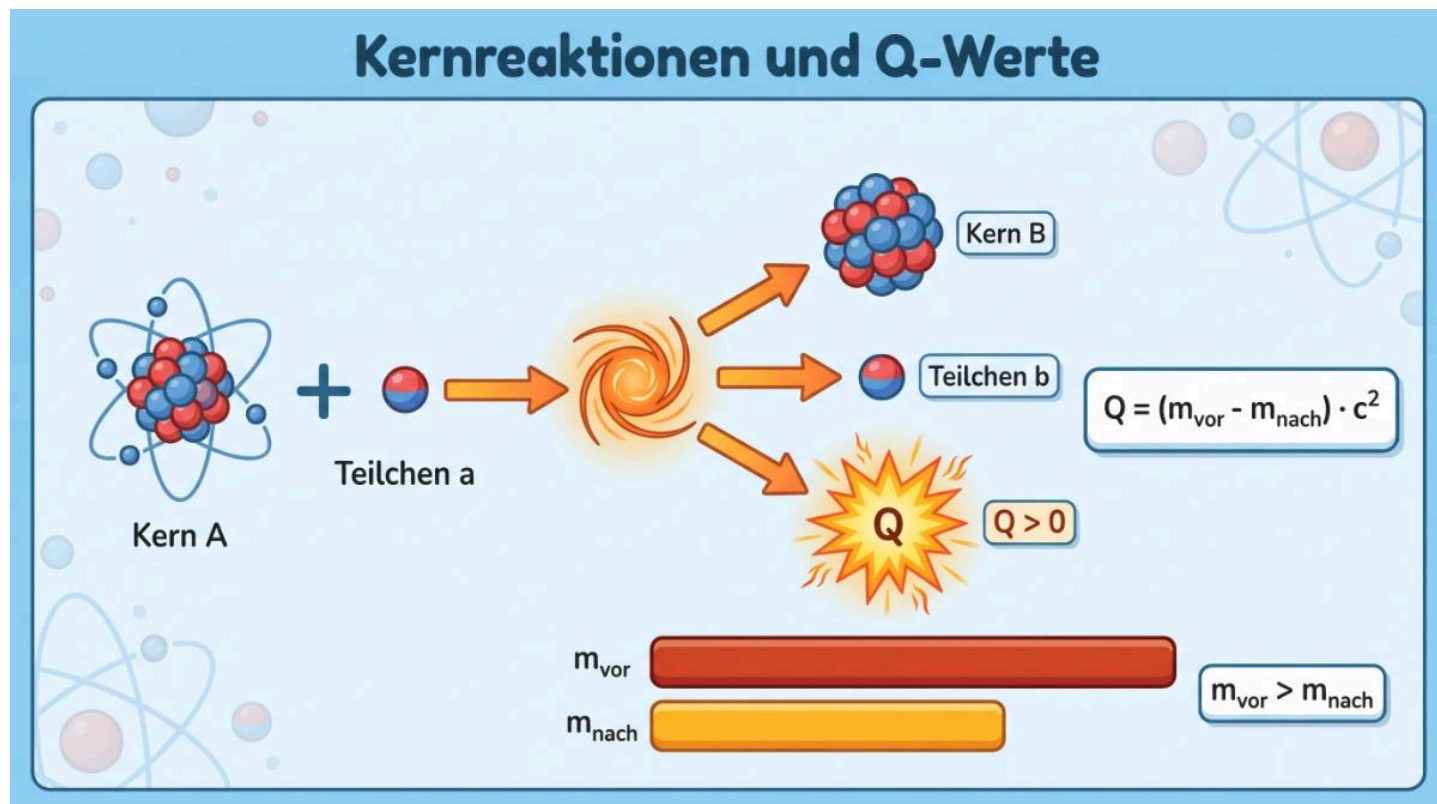
[Bayern Ph10.4-Aufgabe zur Energiefreisetzung bei Kernreaktionen lösen](#) a77138b8-3924-4a17-a22e-d2625ab19bd6

[Prüfungsaufgabe: Kernreaktionen und Energieoptionen bewerten](#) a77e53d5-246d-52df-86a2-d14f7a08fb77

Kernreaktionen und Q-Werte

Lernziel-ID 5492f0e0-cbae-574e-a853-182616205ed3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Kernreaktionsgleichungen unter Erhaltung von Ladungs- und Nukleonenzahl vervollständigen, Q-Werte aus den Massen vor und nach der Reaktion bestimmen und deren Vorzeichen als frei werdende oder erforderliche Energie deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kernspaltung und Kernfusion qualitativ beschreiben

50877233-7abf-54df-b347-6d3224678fc9

S. 77

Energiefreisetzung bei Kernreaktionen mit Masse-Energie-Äquivalenz erklären

7d78da7f-6af5-440a-9d6b-6cab4bee8dd2

S. 197

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

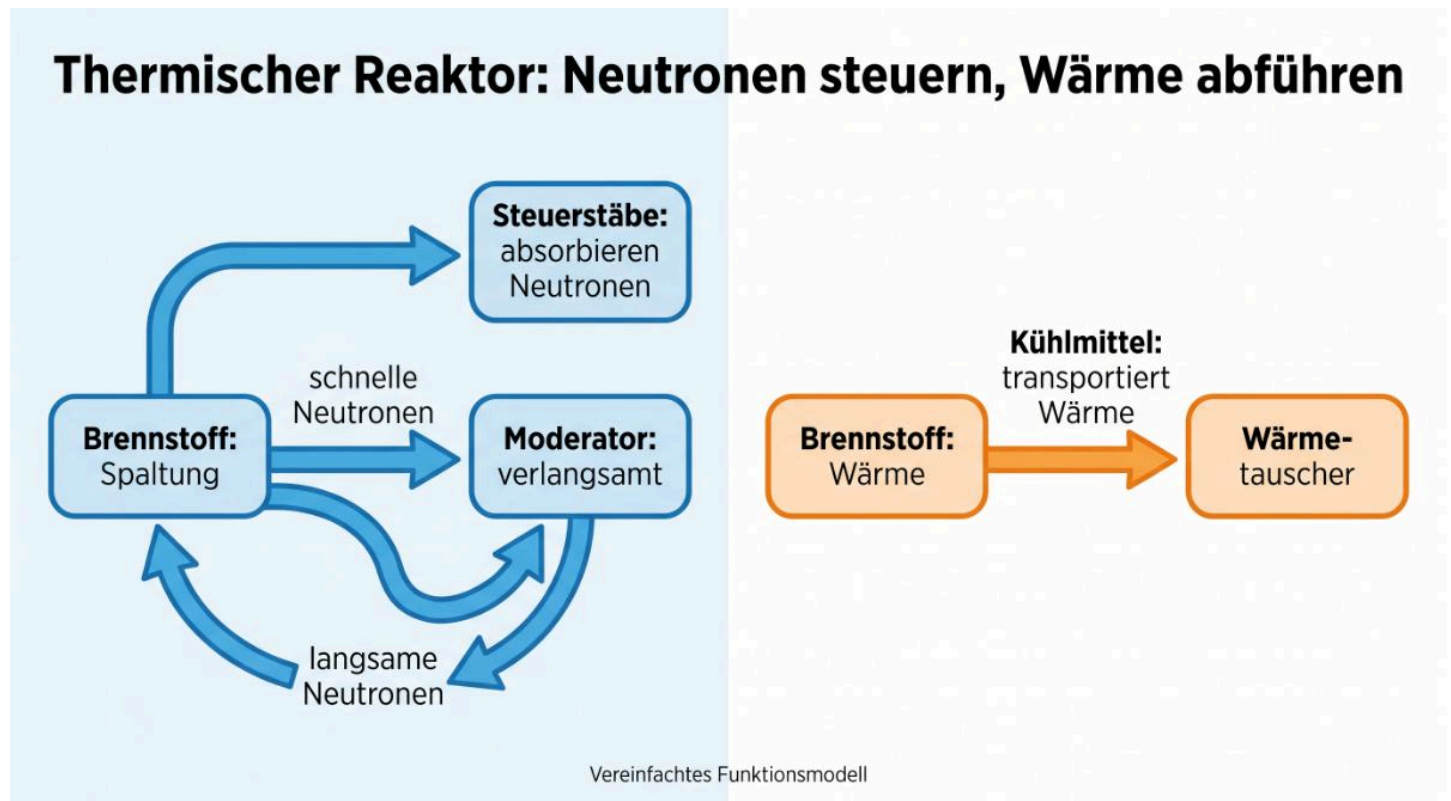
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Kernreaktionen und Kernmodelle](#) 5a5bc118-4420-5bb7-94c3-67837f2ce0dd

Die Funktion eines thermischen Kernreaktors erklären

Lernziel-ID 68034218-8f3e-5f7f-ae4e-ed057dd4e44e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik > Kernreaktionen: Grundlagen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einem vorgegebenen vereinfachten Schema eines thermischen Kernreaktors erklären, wie Brennstoff, Moderator, Steuerstäbe und Kühlmittel zusammenwirken, um eine kontrollierte Kettenreaktion und die Abfuhr der frei werdenden Wärme zu ermöglichen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kernspaltung und Kernfusion qualitativ beschreiben

50877233-7abf-54df-b347-6d3224678fc9

S. 77

Energiefreisetzung bei Kernreaktionen mit Masse-Energie-Äquivalenz erklären

7d78da7f-6af5-440a-9d6b-6cab4bee8dd2

S. 197

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Neutronensteuerung und Wärmeabfuhr im Reaktor](#) 74a32716-2b46-5d96-8b57-3f6edb90e088

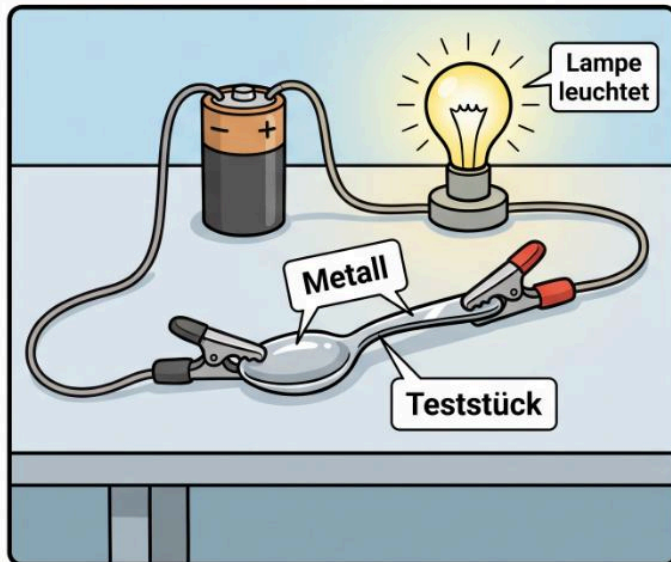
Elektrische Leitfähigkeit von Stoffen untersuchen

Lernziel-ID baa2bf3c-798a-5ec3-a667-031bf062d96c

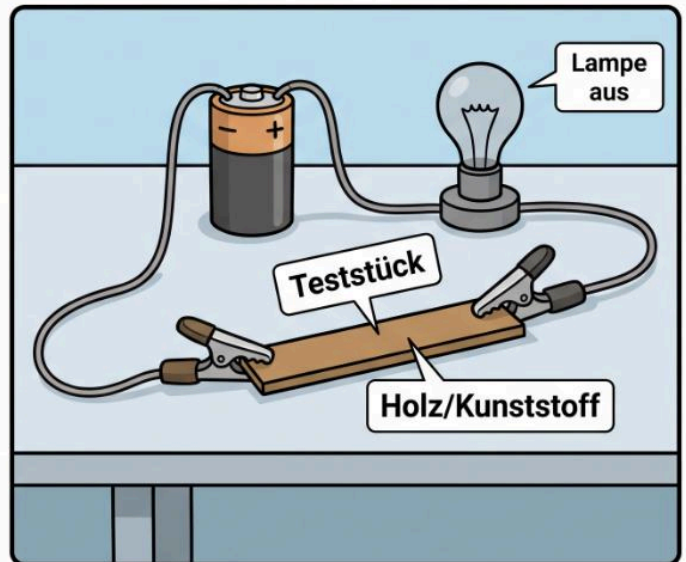
Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe I > Elektrizität

Leiter und Nichtleiter testen

Leiter



Nichtleiter



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die elektrische Leitfähigkeit von Stoffen experimentell untersuchen und Leiter von Nichtleitern unterscheiden.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Offene und geschlossene Stromkreise aufbauen und deuten

7ca44ba0-b77e-52bf-8562-f67b44767172

S. 53

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Leitfähigkeit, Kennlinien und Widerstandsnetze untersuchen](#) 924e1187-a067-5eb6-8d8d-85525ee6c837

Elektrostatische Aufladung durch Ladungsumverteilung erklären

Lernziel-ID dc7dd287-6eac-574d-818d-65cfb23a2d94

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe I > Elektrizität

Elektrostatische Aufladung durch Ladungsumverteilung erklären



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einfachen elektrostatischen Situationen mit einem Ladungsmodell erklären, wie positive und negative Ladungen getrennt oder ausgeglichen werden, ohne dass elektrische Gesamtladung erzeugt oder vernichtet wird.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

[Einen Kondensator als System getrennter Ladungen deuten](#)

S. 202

[Elektrische Vorgänge und sicheres Verhalten bei Gewittern erklären](#)

S. 203

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

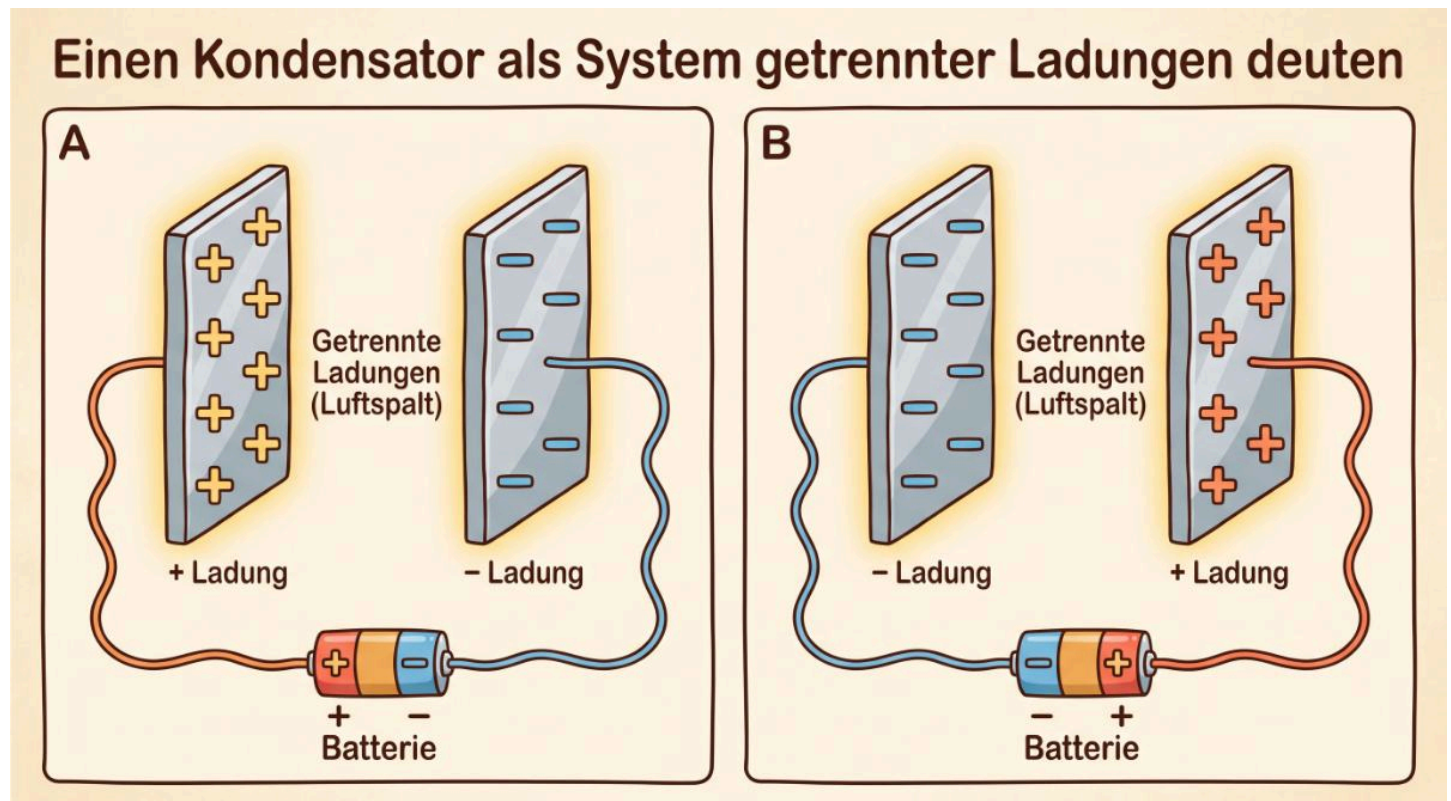
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Ladungstrennung und Kondensator im Modell erklären](#) 119cb138-b0c4-559d-8f1a-a4ae42db0656

Einen Kondensator als System getrennter Ladungen deuten

Lernziel-ID 80dd0a2b-1422-5b00-89ff-ec4d0faa047e

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I) > Statische Elektrizität, Spannung und Kondensatoren



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einen geladenen Kondensator als zwei voneinander isolierte Leiter mit getrennten entgegengesetzten Ladungen deuten und bei vertauschter Polung die veränderte Ladungsverteilung vorhersagen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Elektrostatische Aufladung durch Ladungsumverteilung erklären](#)

dc7dd287-6eac-574d-818d-65cfb23a2d94

S. 201

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

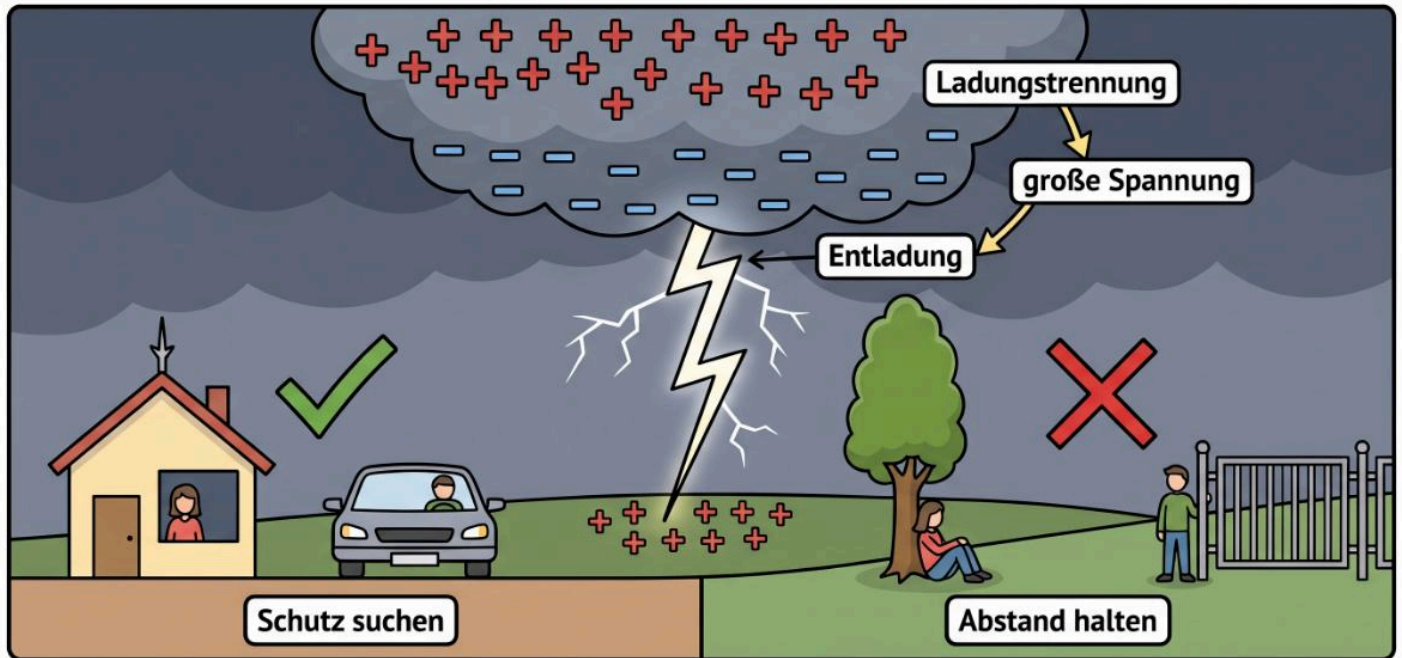
[Prüfungsaufgabe: Ladungstrennung und Kondensator im Modell erklären](#) 119cb138-b0c4-559d-8f1a-a4ae42db0656

Elektrische Vorgänge und sicheres Verhalten bei Gewittern erklären

Lernziel-ID c156d2fb-0fe9-5f13-8baa-3e74d7da151e

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Gewitter: Entladung und Schutz



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Vorgänge bei Gewittern qualitativ erklären und sichere Verhaltensregeln anhand des Blitzrisikos begründen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Elektrostatische Aufladung durch Ladungsumverteilung erklären](#)

dc7dd287-6eac-574d-818d-65cfb23a2d94

S. 201

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

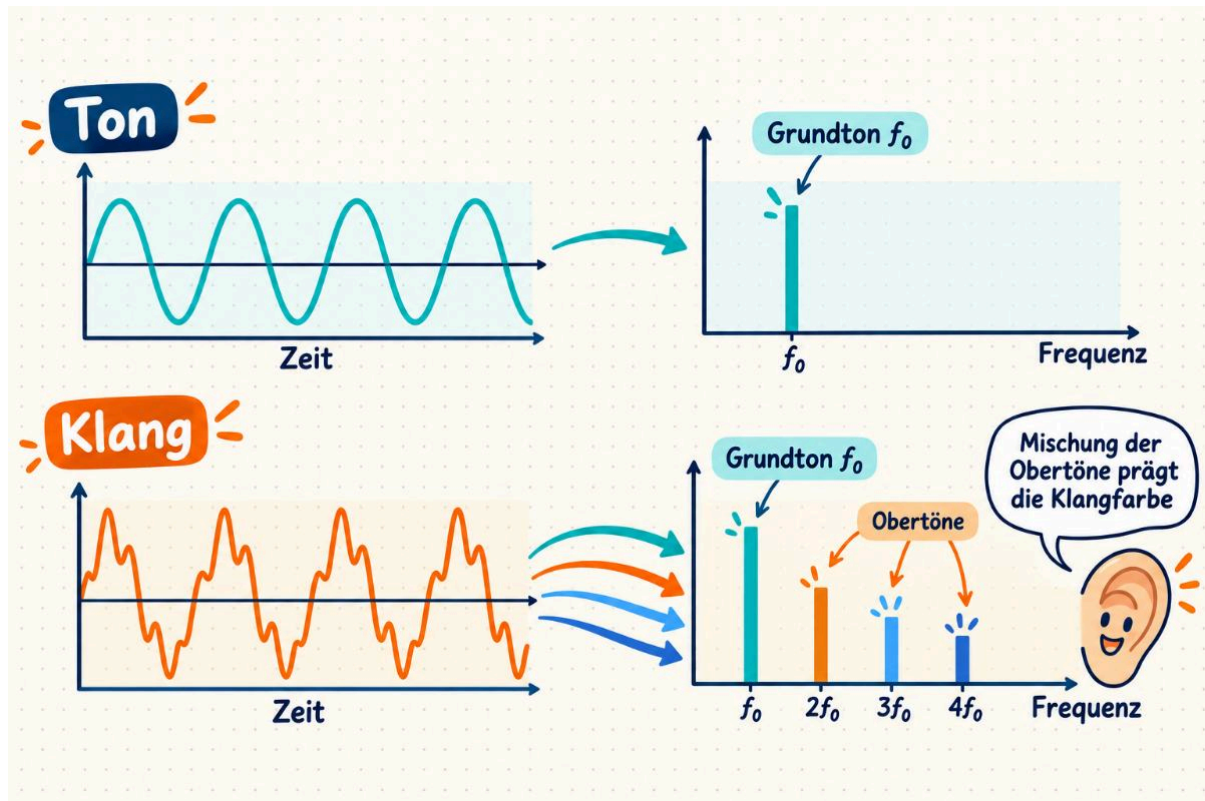
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Elektrische Gefahren sicher beurteilen](#) eb5e147f-a67c-542e-858b-533a00af7af2

Frequenzspektren von Tönen und Klängen analysieren

Lernziel-ID f06c581a-7157-584e-a692-99bcd613cff9

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Zeitdiagramme und Frequenzspektren von Tönen und Klängen miteinander verknüpfen, Grund- und Obertöne identifizieren und den Einfluss der Spektralanteile auf die Klangfarbe erklären.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Schallphänomene an Musikinstrumenten beschreiben

e62e48bc-2387-4b2b-8d6f-7a06c8e7580e

S. 46

Wird direkt vorausgesetzt von

Richtungshören mit spektralen und binauralen Hinweisen untersuchen

9678aFc1-44ca-54fb-b280-29336d45a928

S. 205

Innenohr mit Resonanzmodellen erklären

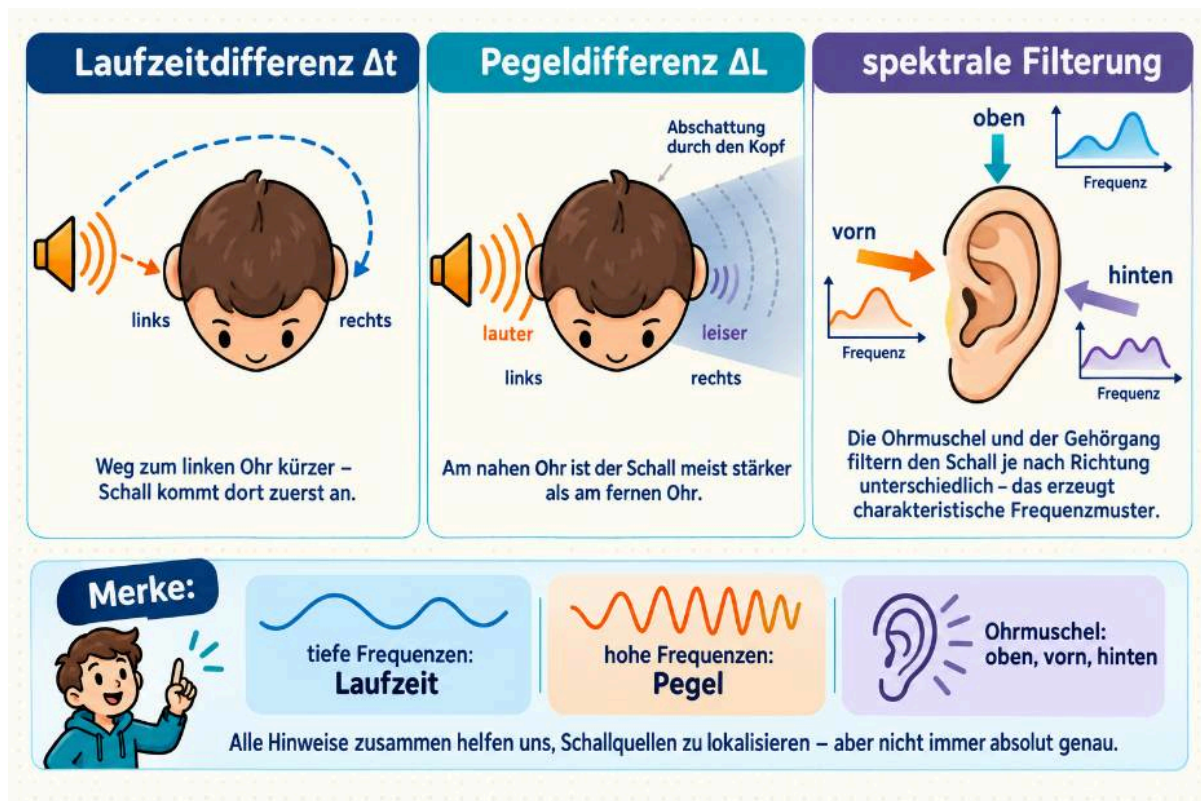
bdaa56ad-6257-58a3-a633-8a6339f72f09

S. 391

Richtungshören mit spektralen und binauralen Hinweisen untersuchen

Lernziel-ID 9678afc1-44ca-54fb-b280-29336d45a928

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie richtungsabhängige Filterung durch Ohrmuschel und Gehörgang sowie interaurale Laufzeit- und Pegeldifferenzen zur Schalllokalisation beitragen, Laufzeitdifferenzen für eine gegebene Richtung abschätzen und frequenzabhängige Grenzen der Hinweise beurteilen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Frequenzspektren von Tönen und Klängen analysieren

S. 204

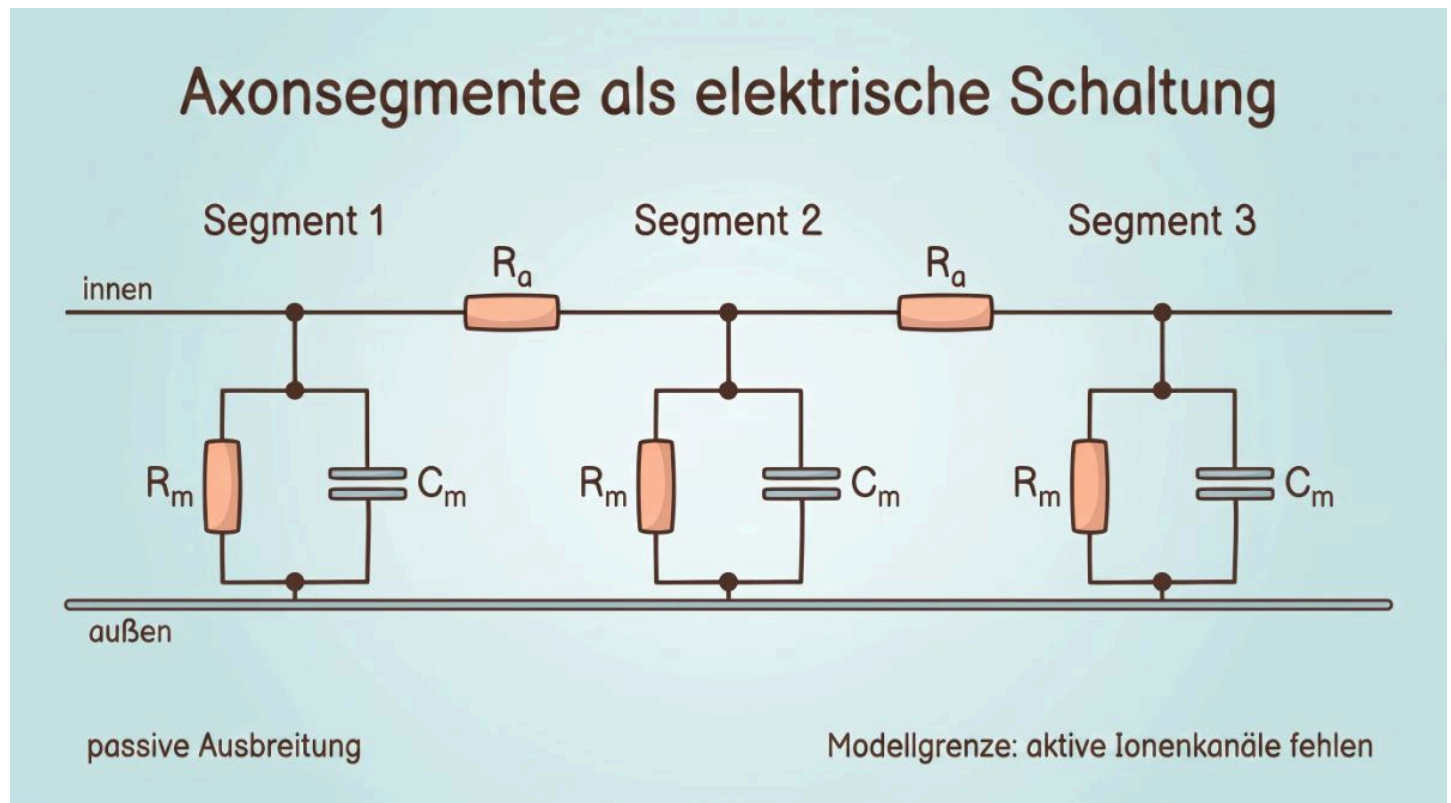
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Axonsegmente als elektrische Ersatzschaltungen modellieren

Lernziel-ID c2e0fc31-27a2-5727-9025-a824db9150d2

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann ein Axonsegment mit Membrankapazität sowie Membran- und Axialwiderstand als elektrische Ersatzschaltung modellieren, mehrere Segmente verknüpfen und begründen, welche passive Signalausbreitung das Modell erklärt und welche zusätzlichen spannungsabhängigen Elemente für aktive Leitung nötig sind.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Widerstandswirkungen in Reihen- und Parallelschaltungen deuten](#)

8f833b36-4126-52db-b210-79fb0023c7d9

S. 64

Wird direkt vorausgesetzt von

[Membran- und Axialwiderstand im passiven Axonmodell untersuchen](#)

8cdef591-6ddb-5151-8c74-a80be0271079

S. 207

[Passive Signalleitung mit Kondensator-Ladekurven vergleichen](#)

3aaac6ad-948e-502a-9d49-ce40db0f2ca3

S. 263

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

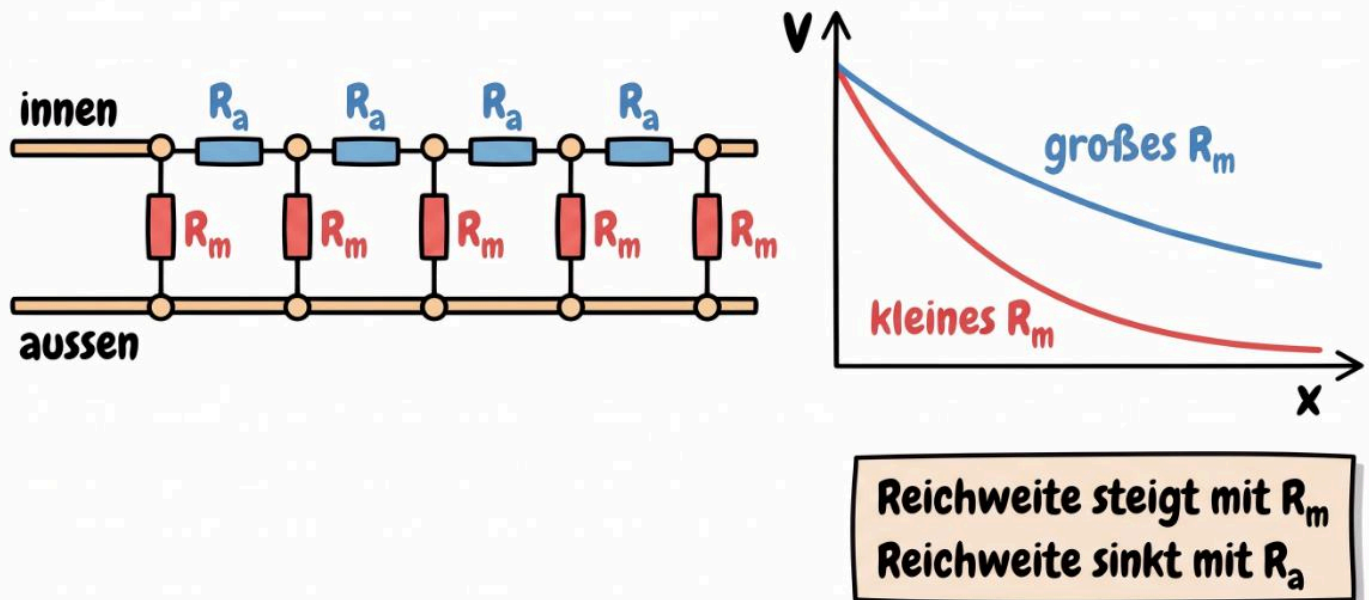
[Kondensator](#) 8fca14c7-3251-5526-adde-2567ea6816b2

Membran- und Axialwiderstand im passiven Axonmodell untersuchen

Lernziel-ID 8cdef591-6ddb-5151-8c74-a80be0271079

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik

Membran- und Axialwiderstand



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Potenzialverläufe in einem passiven Widerstandsleitermodell messen und mathematisch beschreiben sowie begründen, warum ein größerer Membranwiderstand die räumliche Abschwächung verringert, ein größerer Axialwiderstand sie dagegen verstärkt.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Spannung in einfachen Stromkreisen messen

28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba

S. 57

Axonsegmente als elektrische Ersatzschaltungen modellieren

c2e0fc31-27a2-5727-9025-a824db9150d2

S. 206

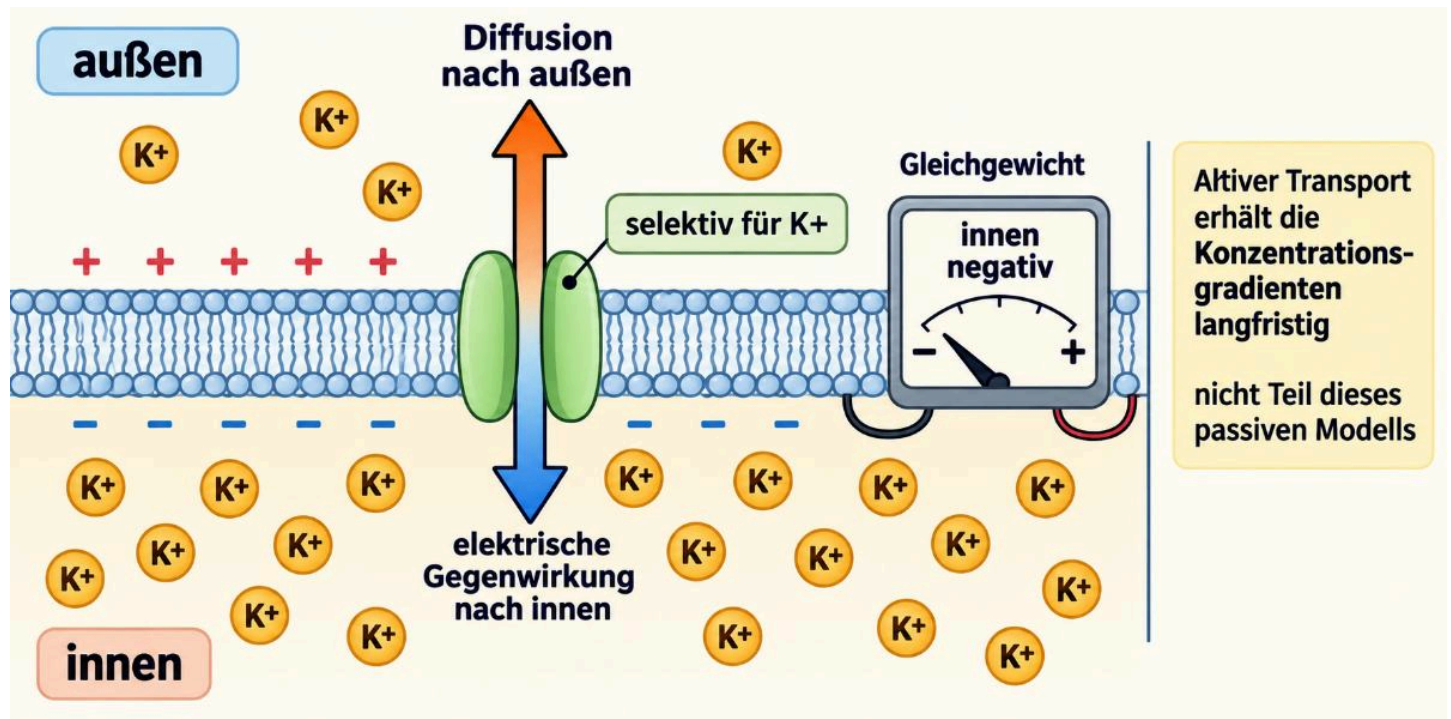
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Ruhepotenzial an einer selektiv permeablen Membran modellieren

Lernziel-ID db47ac91-7bb0-5ba3-b39d-e2d6fc98396e

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Ruhepotenzial in einem vereinfachten passiven Membranmodell als Ergebnis des Zusammenspiels von konzentrationsgetriebener Diffusion, elektrischer Gegenwirkung und selektiver Membranpermeabilität modellieren und erläutern, dass aktive Transportprozesse die Konzentrationsgradienten langfristig aufrechterhalten, aber nicht Bestandteil dieses passiven Modells sind.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Methode: Modellbildung mit Tabellenkalkulation
ac25ffe3-fd42-592d-a937-79cc13460313

S. 125

Wird direkt vorausgesetzt von

Saltatorische Signalleitung aus aktiver Regeneration und Membraneigenschaften erklären
8fbae050-c5c9-52b6-9983-2c366e9c8ade

S. 264

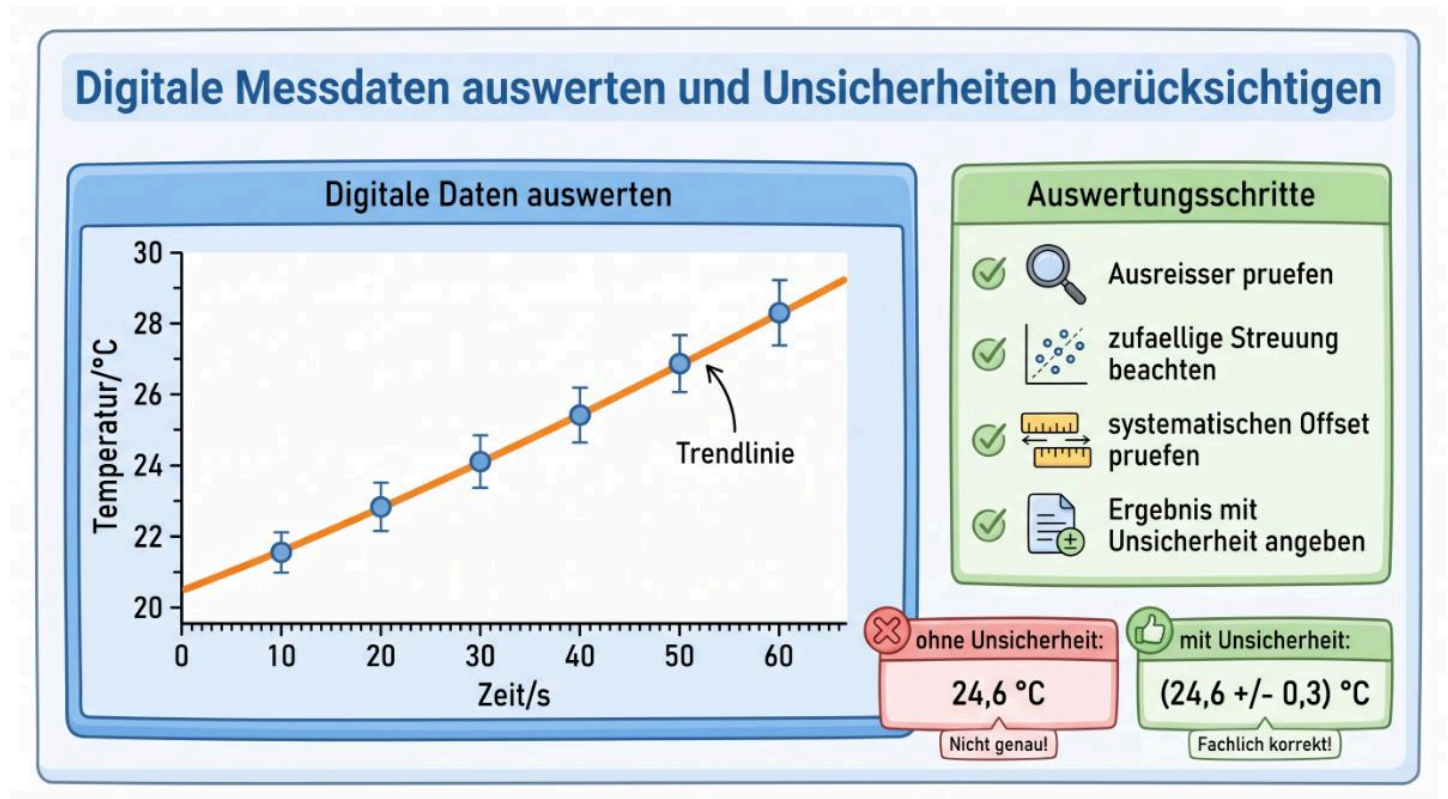
Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Grundlagen des elektrischen Feldes](#) 7df599e8-21ac-5be4-89f9-9b2a6f2e4465

Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen

Lernziel-ID 72effc66-87f4-5f5e-8d36-1547677365fb

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann digitale Messdaten auswerten, zufällige Streuung von systematischen Abweichungen unterscheiden und begründen, wie beide die Aussagekraft des Ergebnisses begrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messabweichungen und Fehlerarten unterscheiden 8aff7aac-321b-5172-ac55-877876bfd2cd S. 118	Messunsicherheiten angeben f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a S. 119	Mittelwert und Streuung aus Messreihen bestimmen f23fdffa9-38b6-5157-8301-ed302476c456 S. 121	Digitale Messdaten mit Sensoren erfassen 691c11d0-fa6a-5d2e-a19c-086e89c3c233 S. 124
---	---	--	---

Wird direkt vorausgesetzt von

Das Messproblem in der Quantenphysik b05da028-65e4-5cd1-a13c-6c1a95b6d6df S. 286	Frequenzabhängige Schaltungen und Filter untersuchen e413a352-33c4-53ae-b54a-30e52c3e65ae S. 362
---	---

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#)

9432a422-401b-5134-bf08-05cfd8c7a366

[Prüfungsaufgabe: Eine Bewegung digital auswerten](#)

972a-5f3e-8915-8cfe743132a3

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

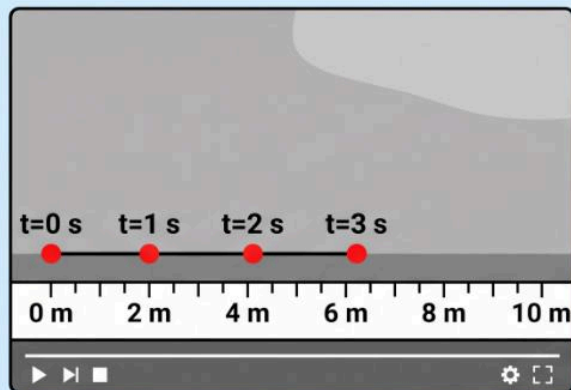
7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Bewegungen mit Videoanalyse untersuchen

Lernziel-ID d67502e3-5e0a-595b-a24b-65b1c40de36e

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

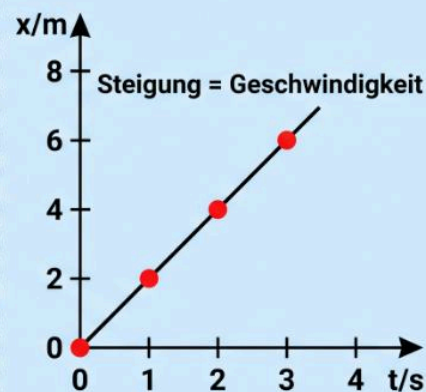
Videoanalyse von Bewegungen



1. Videoaufzeichnung & Tracking

t/s	x/m	y/m
0	0	0
1	2	0
2	4	0
3	6	0

2. Daten in Tabelle



3. Auswertung im Diagramm

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann ein Bewegungsvideo räumlich und zeitlich kalibrieren, daraus Orts-Zeit-Daten sowie $s(t)$ - und $v(t)$ -Diagramme gewinnen und Modelle einer gleichförmigen oder geworfenen Bewegung unter Berücksichtigung der Messunsicherheit prüfen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messunsicherheiten angeben

f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

S. 119

Mittelwert und Streuung aus Messreihen bestimmen

f23fdfa9-38b6-5157-8301-ed302476c456

S. 121

Digitale und analoge Messverfahren vergleichen

75b9ca4c-178e-5df2-adc4-f7f78e9d28e5

S. 123

Digitale Messdaten mit Sensoren erfassen

691c11d0-fa6a-5d2e-a19c-086e89c3c233

S. 124

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Messmethoden und Datenanalyse in Aufgaben anwenden](#)

0432a422-401b-5134-bf08-05cfd8c7a366

[Prüfungsaufgabe: Eine Bewegung digital auswerten](#)

972a-5f3e-8915-8cfe743132a3

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Elektrische Stromstärke als Ladungsrate deuten

Lernziel-ID bbee4c52-4e95-5529-990f-706aa99316a3

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele

Stromstärke als Ladungstransport

Querschnitt

ΔQ : Ladung, die den Querschnitt passiert

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Δt : Zeitintervall

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{\text{s}}$$

Beispiel:

$$\Delta Q = 6 \text{ C}$$
$$\Delta t = 3 \text{ s}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die mittlere elektrische Stromstärke als durch einen Querschnitt transportierte Ladung pro Zeitintervall mit $I = \Delta Q / \Delta t$ deuten, Berechnungen durchführen und den Einheitenzusammenhang $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ladungsphänomene und Reibungselektrizität

a6e48b88-51ed-5942-bdb8-8d2192652e0d

S. 126

Wird direkt vorausgesetzt von

Coulomb'sches Gesetz

8da5c981-8216-5fcd-a393-19f392ae2006

S. 212

Arbeit, Spannung und Potenzial im E-Feld

1730c01d-8c85-57df-b031-c11e2a0511b1

S. 242

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Stromstärke und Spannung als Ladungsgrößen deuten 8ff2a728-fba3-538e-Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf1460583e9-69bdd8e1369e](#)

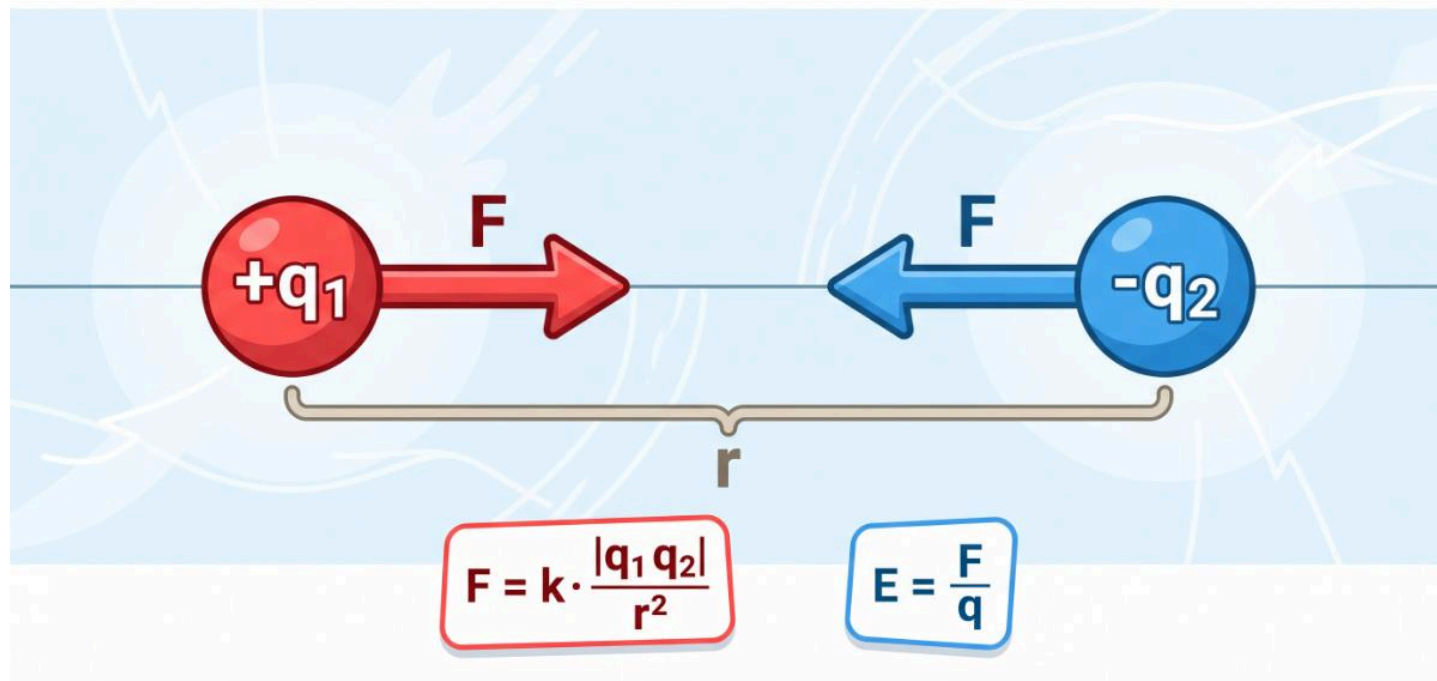
Coulomb'sches Gesetz

Lernziel-ID 8da5c981-8216-5fcd-a393-19f392ae2006

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes

Coulomb'sches Gesetz



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die elektrische Kraft zwischen Punktladungen quantitativ mit dem Coulomb'schen Gesetz berechnen und den Zusammenhang zur Feldstärke begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Elektrische Stromstärke als Ladungsrate deuten

bbee4c52-4e95-5529-990f-706aa99316a3

S. 211

Wird direkt vorausgesetzt von

Radialsymmetrische elektrische Felder beschreiben

98e42cda-9e5d-5910-b2c0-3e631fd20c78

S. 213

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q1 69f0038a-6e2b-55b5-8ff0-d2ea8852e793](#)

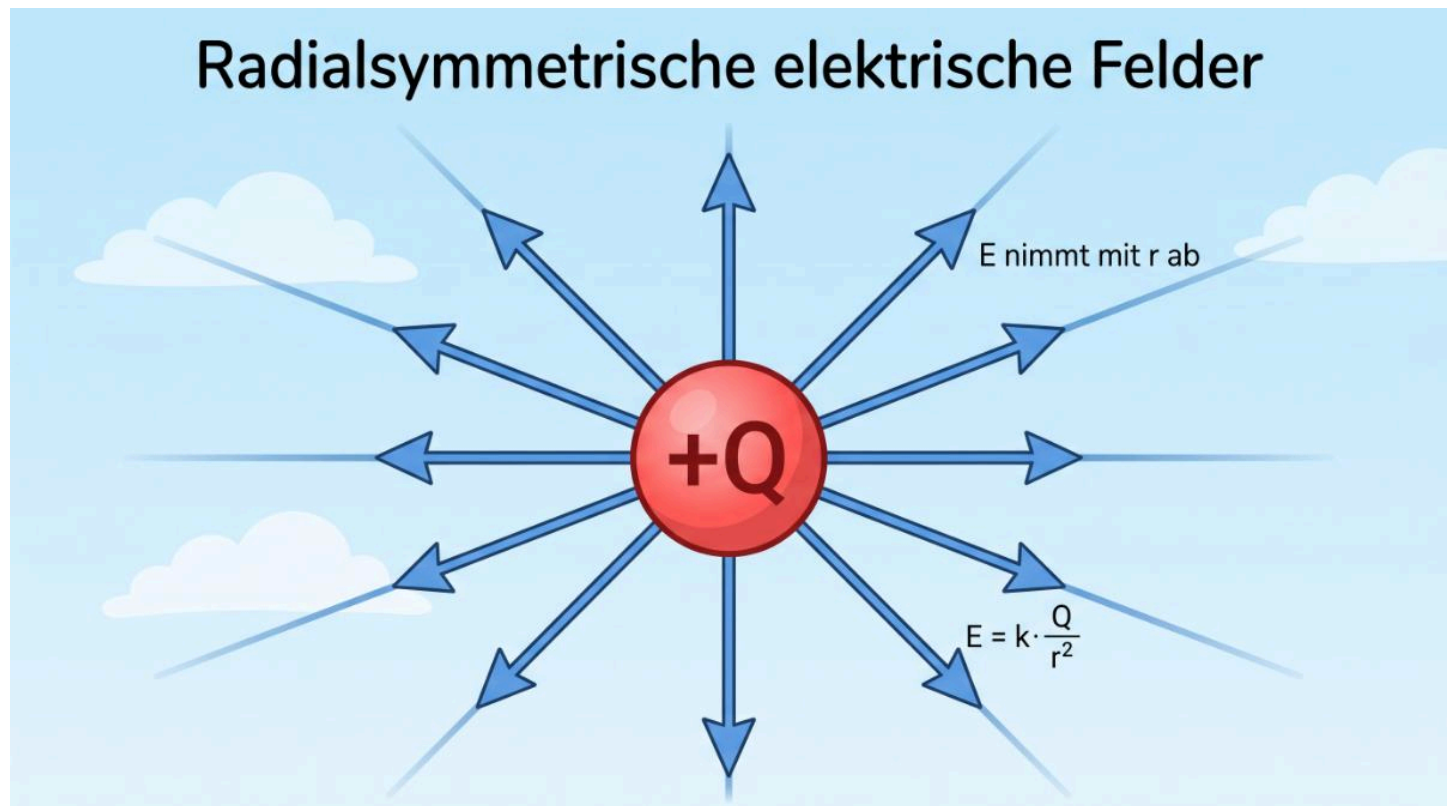
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605](#)

Radialsymmetrische elektrische Felder beschreiben

Lernziel-ID 98e42cda-9e5d-5910-b2c0-3e631fd20c78

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das elektrische Feld einer Punktladung beziehungsweise den Außenraum einer kugelsymmetrischen Ladungsverteilung durch radiale Feldrichtung und Feldliniendichte beschreiben und die Abnahme der Feldstärke mit $E \propto 1/r^2$ qualitativ begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Coulomb'sches Gesetz

8da5c981-8210-5fcd-a393-19f392ae2006

S. 212

Wird direkt vorausgesetzt von

Superposition elektrischer Felder

4ca83b3f-3605-5c0d-abc4-9f24b9e29bbe

S. 214

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605](#)

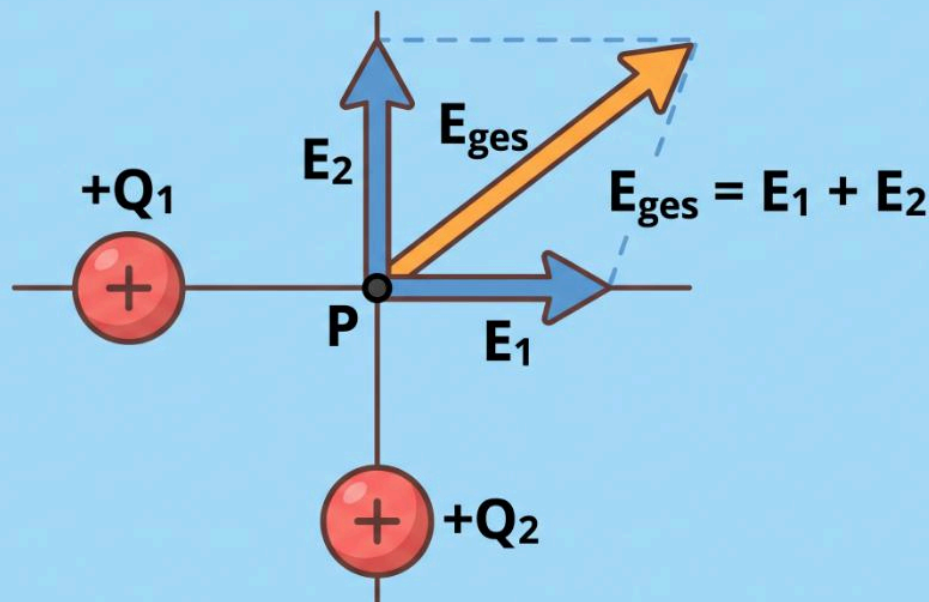
Superposition elektrischer Felder

Lernziel-ID 4ca83b3f-3605-5c0d-abc4-9f24b9e29bbe

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes

Superposition elektrischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Felder durch grafische Addition von Feldstärkevektoren überlagern und einfache Superpositionssituationen qualitativ auswerten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Radialsymmetrische elektrische Felder beschreiben

S. 213

Wird direkt vorausgesetzt von

Feldlinienbilder von Ladungs- und Leiteranordnungen deuten

S. 215

Quantitative Superposition elektrischer Felder

S. 217

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Feldlinienbilder von Ladungs- und Leiteranordnungen deuten

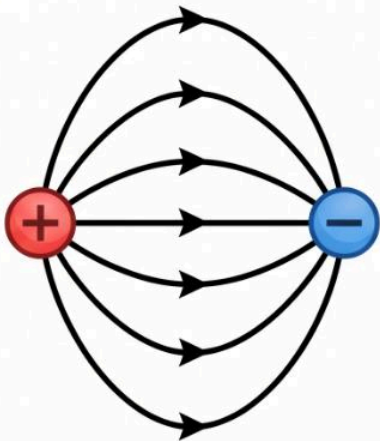
Lernziel-ID f3de5922-dd45-4fb6-87c1-525d1952dd89

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

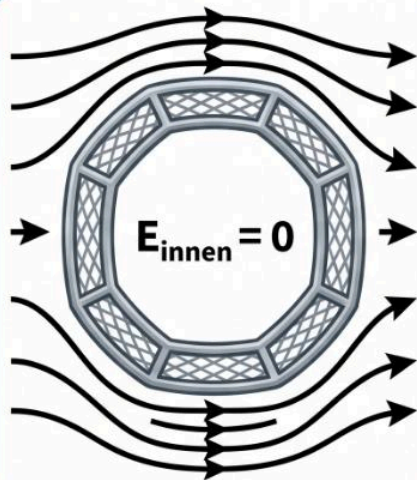
Grundlagen des elektrischen Feldes

Feldlinienbilder deuten

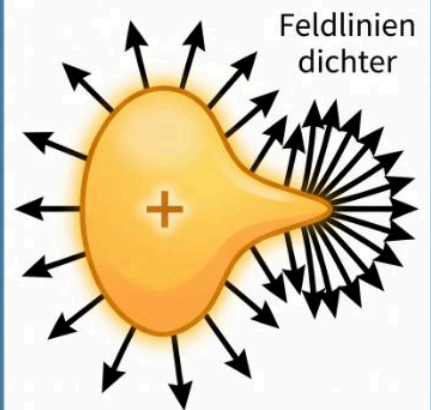
Dipol



Faraday-Käfig



Spitze



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Feldlinienbilder eines elektrischen Dipols sowie von Leitern im elektrostatischen Gleichgewicht anhand von Tangentenrichtung und relativer Liniendichte deuten und daraus Feldfreiheit im Inneren eines Faraday-Käfigs sowie lokale Feldverstärkung an Spitzen qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Superposition elektrischer Felder
4ca83b3f-3695-5c0d-abc4-9f24b9e29bbe

S. 214

Wird direkt vorausgesetzt von

Influenz bei Leitern untersuchen
9fb1dd85-11b7-4a5a-b124-27fea8d1788e

S. 216

Elektrische Dipolfelder mit dem EKG verknüpfen
e19fccd7-6a35-5c9e-86e1-dcca76481e9c

S. 261

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Elektrostatik und Potenzial](#) 841edfdb-5e12-5a37-ab12-552a1d8e92ca

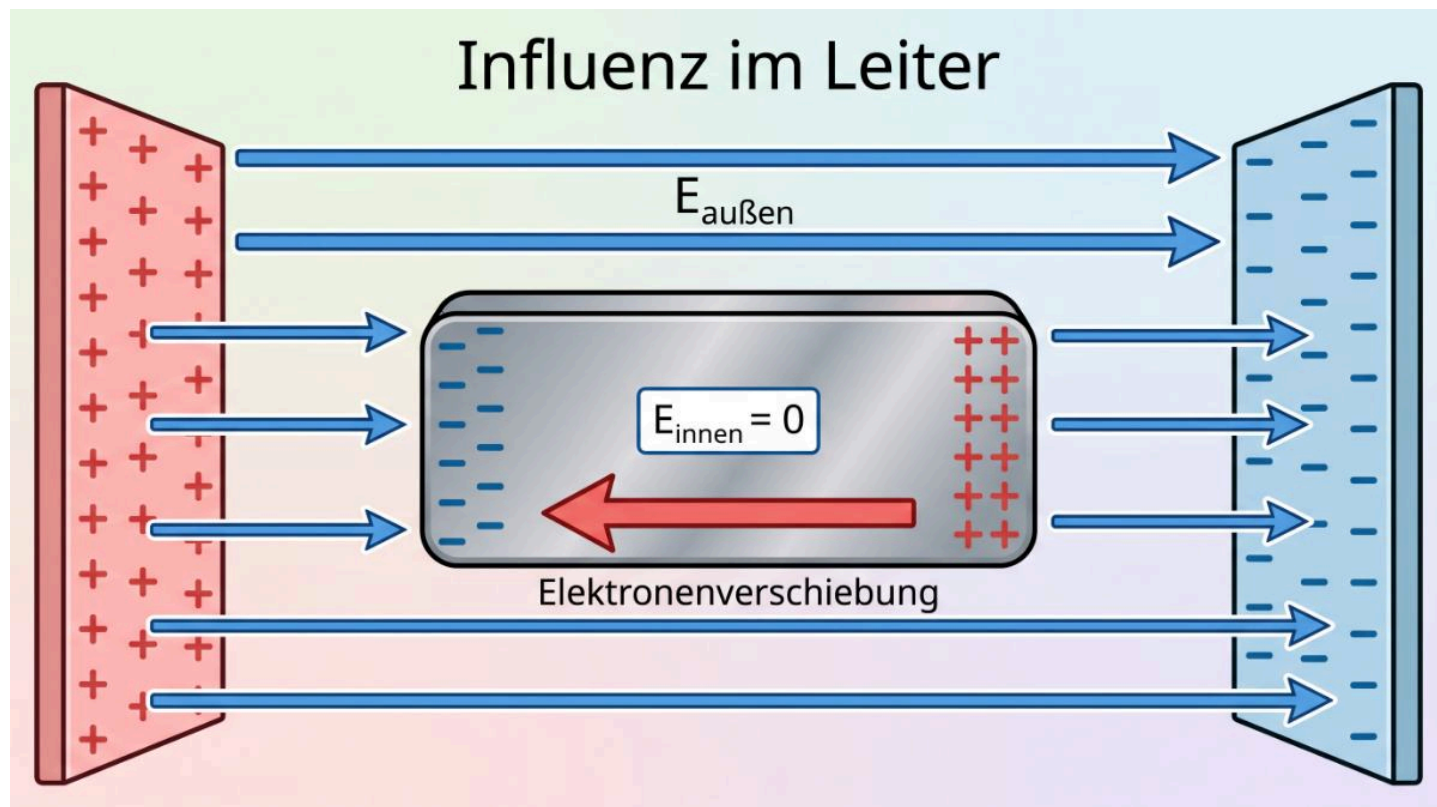
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Influenz bei Leitern untersuchen

Lernziel-ID 9fb1dd85-11b7-4a5a-b124-27fea8d1788e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Influenz bei Leitern experimentell beschreiben, die Ladungsverschiebung im äußeren elektrischen Feld erklären und das Ergebnis mit Feldlinienbildern verknüpfen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ladungserhaltung erläutern

25998fed-ea4d-4c3e-b606-e965b5d7f290

S. 127

Feldlinienbilder von Ladungs- und Leiteranordnungen deuten

f3de5922-dd45-4fb6-87c1-525d1952dd89

S. 215

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Elektrostatik und Potenzial](#) 841edfdb-5e12-5a37-ab12-552a1d8e92ca

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

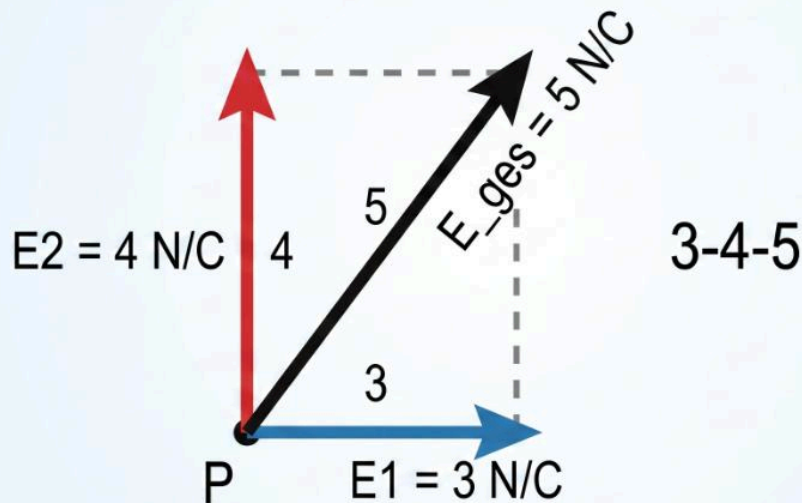
Quantitative Superposition elektrischer Felder

Lernziel-ID 455c65ca-814a-56ad-918a-013155883c52

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld >

Grundlagen des elektrischen Feldes

Elektrische Felder addieren



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Feldstärken vektoriell addieren und Fälle mit parallelen oder orthogonalen Feldern berechnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Superposition elektrischer Felder

4ca83b3f-3605-5c0d-abc4-9f24b9e29bbe

S. 214

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Elektrostatik und Potenzial](#) 841edfdb-5e12-5a37-
ab12-552a1d8e92ca

[Vorschlag A \(LK\) - Adaptive Ladespur
\(Felder/Induktion\)](#) 86015397-23c4-5ed7-b893-
bc619ec961a8

[Vorschlag A \(LK\) - Feldregelung und
Transformatorwirkungsgrad](#) cf892388-6cb4-
5981-adf2-7168aeb948b1

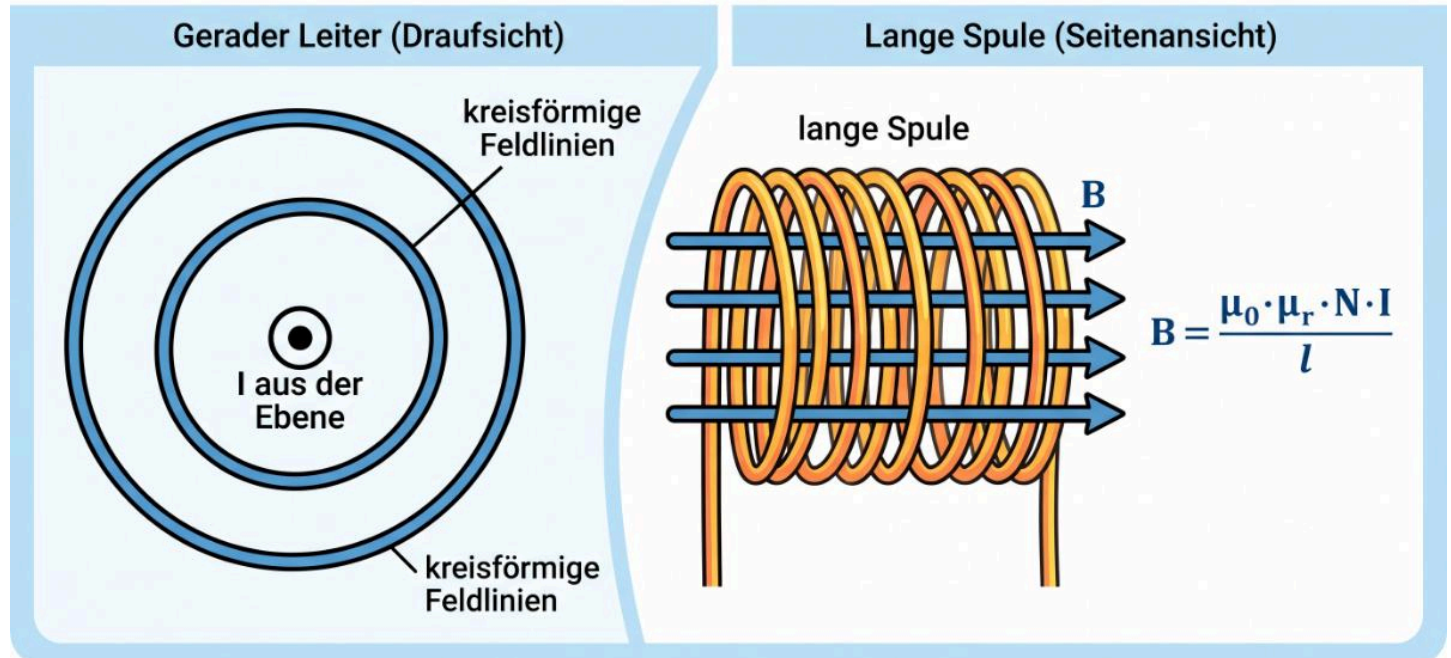
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig
lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Magnetfeldmodelle für geraden Leiter und lange Spule auswählen und anwenden

Lernziel-ID 106417ed-80db-5490-a1ee-bb4160d3f2b4

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele

Magnetfeld von Leiter und Spule



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für einen idealisierten langen geraden stromdurchflossenen Leiter in Luft und für das Innere einer idealisierten langen Spule mit homogenem linearem Kern das passende Magnetfeldmodell auswählen, den Betrag mit $B = \mu_0 \cdot I / (2\pi r)$ beziehungsweise $B \approx \mu_0 \cdot \mu_r \cdot (N/l) \cdot I$ bestimmen, die Richtung mit der Rechte-Hand-Regel angeben und die unterschiedlichen Gültigkeitsgrenzen begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Magnetische Felder und Feldlinienbilder
0f6b798b-594e-5480-8c5f-95e2486a4d85

S. 128

Wird direkt vorausgesetzt von

Selbstinduktion und Induktivität
37f28bc4-def2-57cf-a06b-191dfd228205

S. 228

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

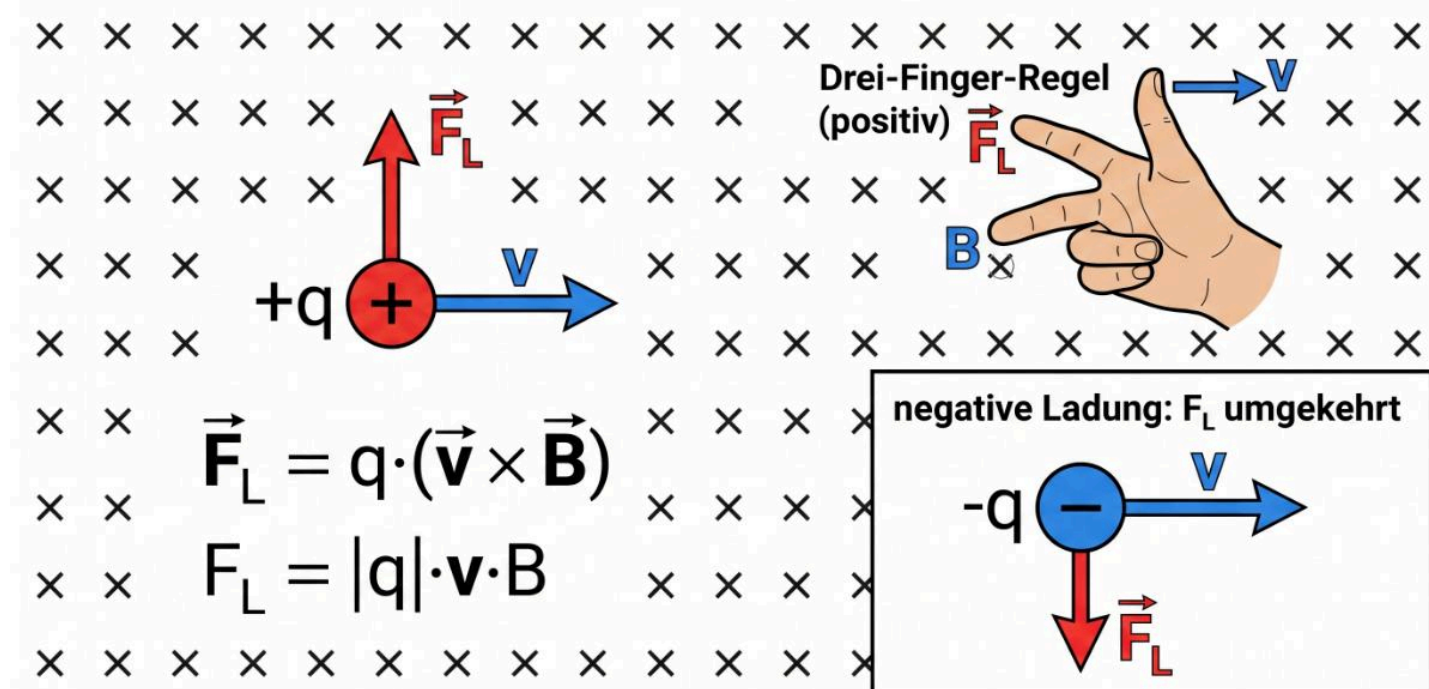
[Prüfungsaufgabe: Magnetfelder berechnen und Induktion anwenden](#) dbe230d5-31e1-5fca-8e11-226821952ff

Lorentzkraft auf freie Ladungen

Lernziel-ID 8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Lorentzkraft auf freie Ladungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Betrag der magnetischen Lorentzkraft auf frei bewegte Ladungen mit $F_L = |q|vB \sin(\alpha)$ berechnen, ihre Richtung aus $\vec{v} \times \vec{B}$ unter Beachtung des Ladungsvorzeichens bestimmen und unter Vernachlässigung anderer Kräfte für die Grenzfälle eines parallelen oder senkrechten Eintritts in ein homogenes Magnetfeld die geradlinige beziehungsweise kreisförmige Bahn qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Magnetische Felder und Feldlinienbilder
0f6b798b-594e-5480-8c5f-95e2486a4d85

S. 128

Wird direkt vorausgesetzt von

Geladene Teilchen in homogenen magnetischen Feldern untersuchen
9854589c-5feb-4942-b90f-311ddf36eb78 S. 220

Kreisbahnen geladener Teilchen quantitativ bestimmen
3b866aea-3e4d-5f23-91de-759148382710 S. 221

Ladungsträger in Magnetfeldern bei beliebigem Eintrittswinkel beschreiben
7fe6f8a1-5580-4e37-bf8e-9772964a6b0a S. 222

Hall-Effekt anwenden
b39ae8fb-4358-5866-8adf-3d5365368eeb S. 223

Fadenstrahlrohr als Elektronen-Messverfahren einordnen
966782e5-690d-4fae-bbab-fa3fa30525c3 S. 224

Bewegungsinduktion und Ladungstrennung
a522c8c0-f3a4-5568-acae-3010ed9feb87 S. 225

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[LK Abi-Klausur 2](#) 320732e8-1c44-5fa4-9a47-972243cfc32a

[Lernkarten - Q1](#) 69f0038a-6e2b-55b5-8ff0-d2ea8852e793

[Magnetfeld, Leiterkraft und Lorentzkraft](#) ba29e928-a287-5de7-b3fe-5c8c3731363b

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

[LK Abi-Klausur 1](#) ed3a6f6b-2ca3-51c2-8f00-58e11eb02401

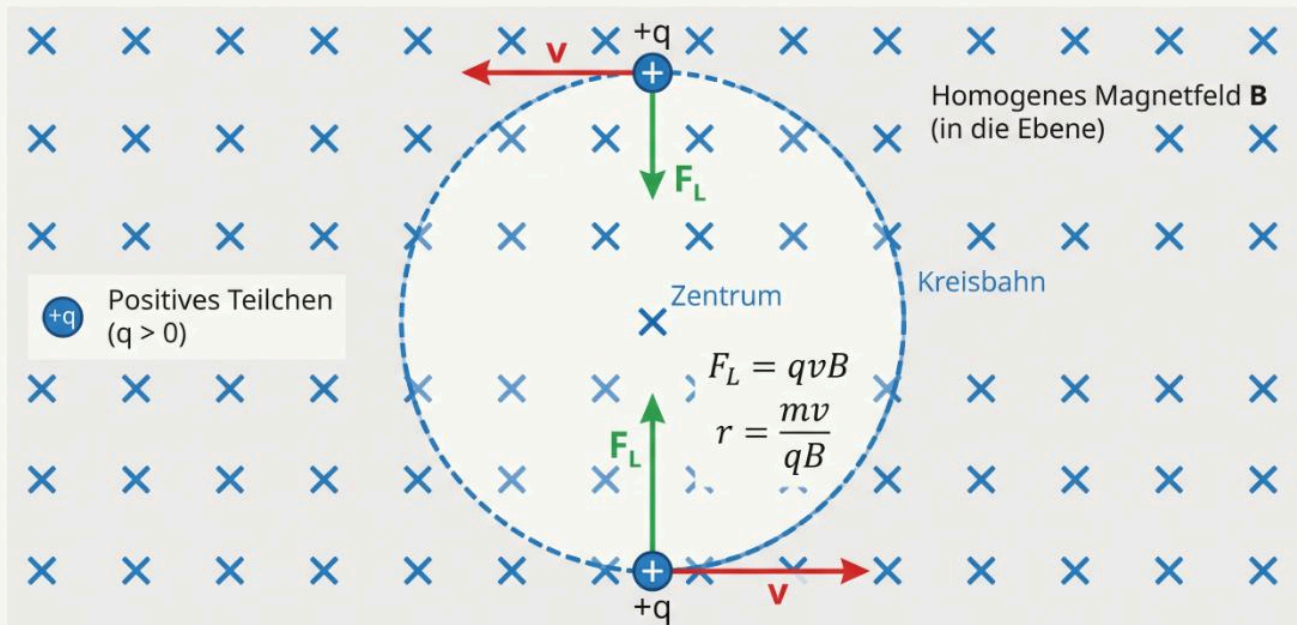
Geladene Teilchen in homogenen magnetischen Feldern untersuchen

Lernziel-ID 9854589c-5feb-4942-b90f-311ddf36eb78

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Mikroskopische und makroskopische Wirkung magnetischer Felder

Bewegung geladener Teilchen im Magnetfeld



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann vorgegebene oder simulierte Bahnen geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern mithilfe der Lorentzkraft vergleichen, aus Feldrichtung und Umlaufsinn das Ladungsvorzeichen erschließen und für Bewegungen senkrecht zur Feldrichtung unter sonst gleichen Bedingungen aus Krümmungsvergleichen qualitative Auswirkungen von Änderungen der Masse, Geschwindigkeit oder Feldstärke ableiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lorentzkraft auf freie Ladungen

8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9

S. 219

Wird direkt vorausgesetzt von

Massenspektrometer als Feldanwendung beschreiben

3f17d0d2-562d-4c1c-9ebc-1a1a43f28f9c

S. 258

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen_d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605](#)

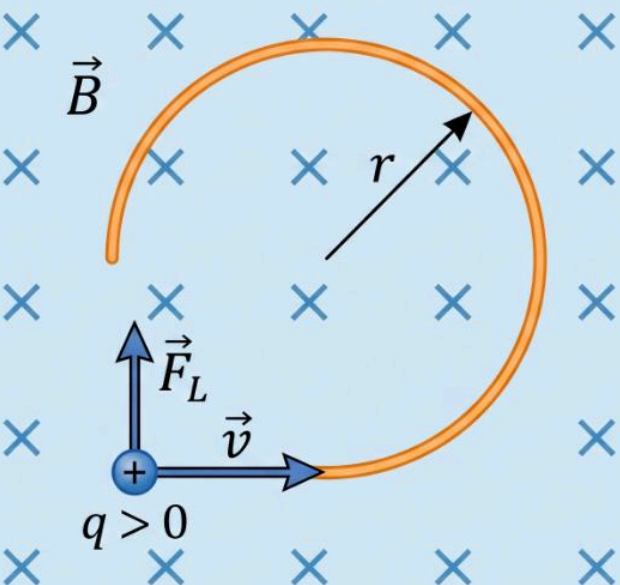
Kreisbahnen geladener Teilchen quantitativ bestimmen

Lernziel-ID 3b866aea-3e4d-5f23-91de-759148382710

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Mikroskopische und makroskopische Wirkung magnetischer Felder

Bahnformen quantitativ bestimmen



$$r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

größeres m oder v ↑
→ größerer Radius

größeres $|q|$ oder B ↓
→ kleinerer Radius

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann im nichtrelativistischen Modell für ein geladenes Teilchen mit zur Feldrichtung senkrechter Geschwindigkeit in einem homogenen Magnetfeld Bahnradius und Umlaufzeit aus Lorentz- und Zentripetalkraft bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lorentzkraft auf freie Ladungen

8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9

S. 219

Wird direkt vorausgesetzt von

Zyklotron und Synchrotron als Kreisbeschleuniger vergleichen

2d62b444-796e-548d-aeee-cfd9c6665ddc

S. 257

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Vorschlag A \(LK\) - Adaptive Ladespur \(Felder/Induktion\)](#)

86015397-23c4-5ed7-b893-bc619ec961a8

[Vorschlag A \(LK\) - Feldregelung und](#)

[Transformatorwirkungsgrad](#) cf892388-6cb4-5981-adf2-

7168aeb948b1

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-

9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Ladungsträger in Magnetfeldern bei beliebigem Eintrittswinkel beschreiben

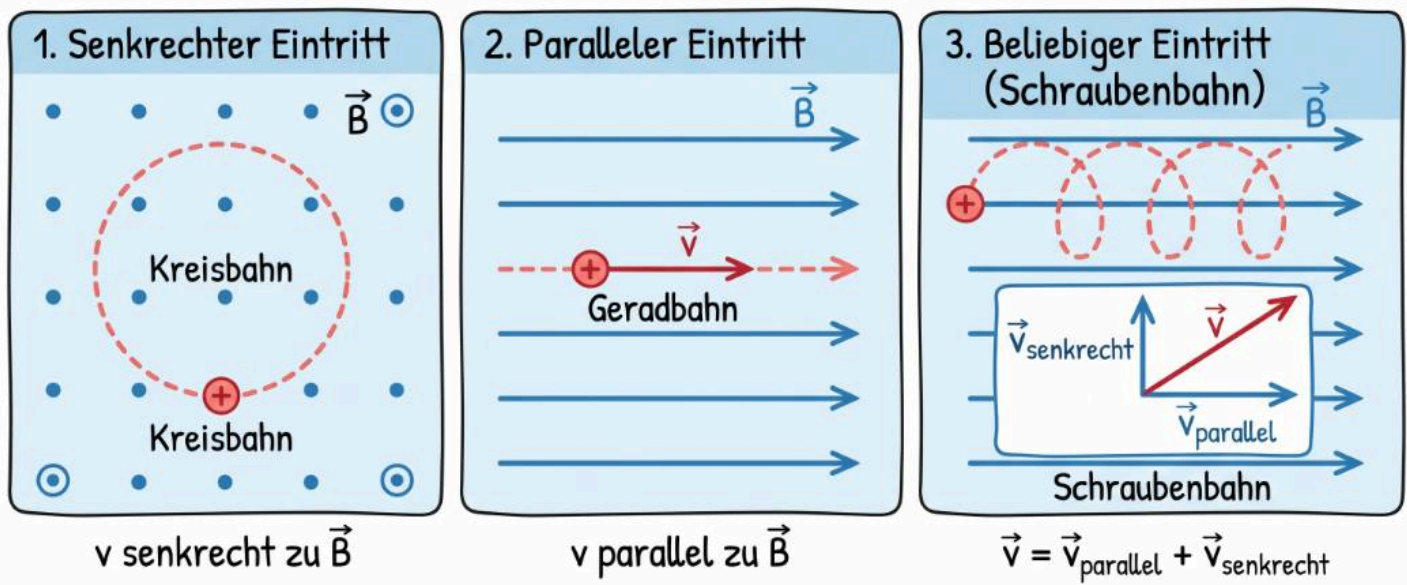
Lernziel-ID 7fe6f8a1-5580-4e37-bf8e-9772964a6b0a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Mikroskopische und makroskopische Wirkung magnetischer Felder

Ladungsträger in Magnetfeldern bei beliebigem Eintrittswinkel beschreiben

Zerlegung der Geschwindigkeit eines geladenen Teilchens in feldparallele und feldsenkrechte Komponenten zur Deutung von Gerad-, Kreis- und Schraubenbahnen.



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Geschwindigkeit eines geladenen Teilchens beim Eintritt in ein homogenes Magnetfeld in feldparallele und feldsenkrechte Komponenten zerlegen und daraus mithilfe der Lorentzkraft Gerad-, Kreis- oder Schraubenbahnen qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Lorentzkraft auf freie Ladungen](#)

8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9

S. 219

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

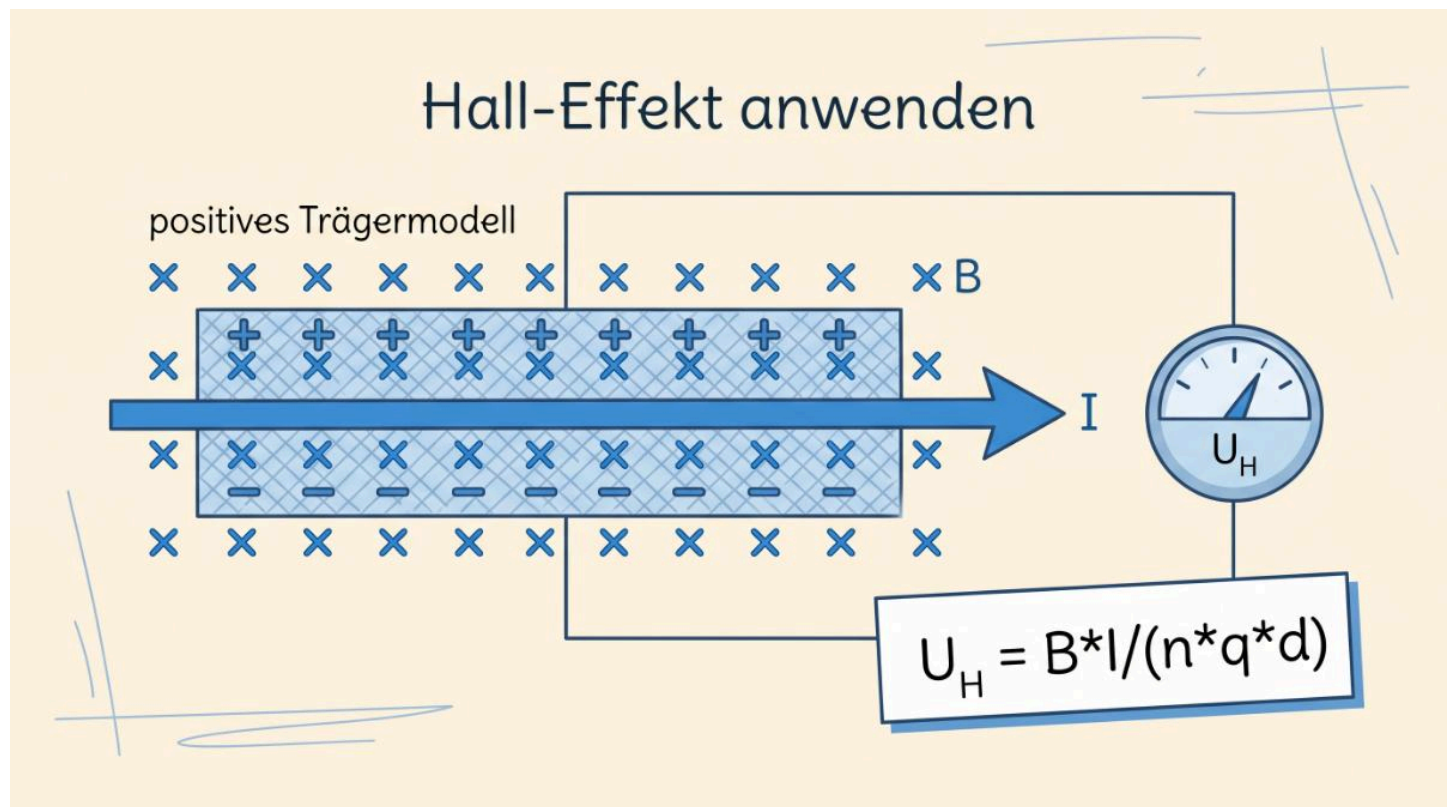
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Hall-Effekt anwenden

Lernziel-ID b39ae8fb-4358-5866-8adf-3d5365368eeb

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld > Technische Anwendungen magnetischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Hall-Spannung in einem stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld bestimmen und aus ihrem Betrag beziehungsweise Vorzeichen erklären, wie der Hall-Effekt zur Messung von Magnetfeldern oder zur Bestimmung des Ladungsträgertyps genutzt wird.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lorentzkraft auf freie Ladungen

8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9

S. 219

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d443ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

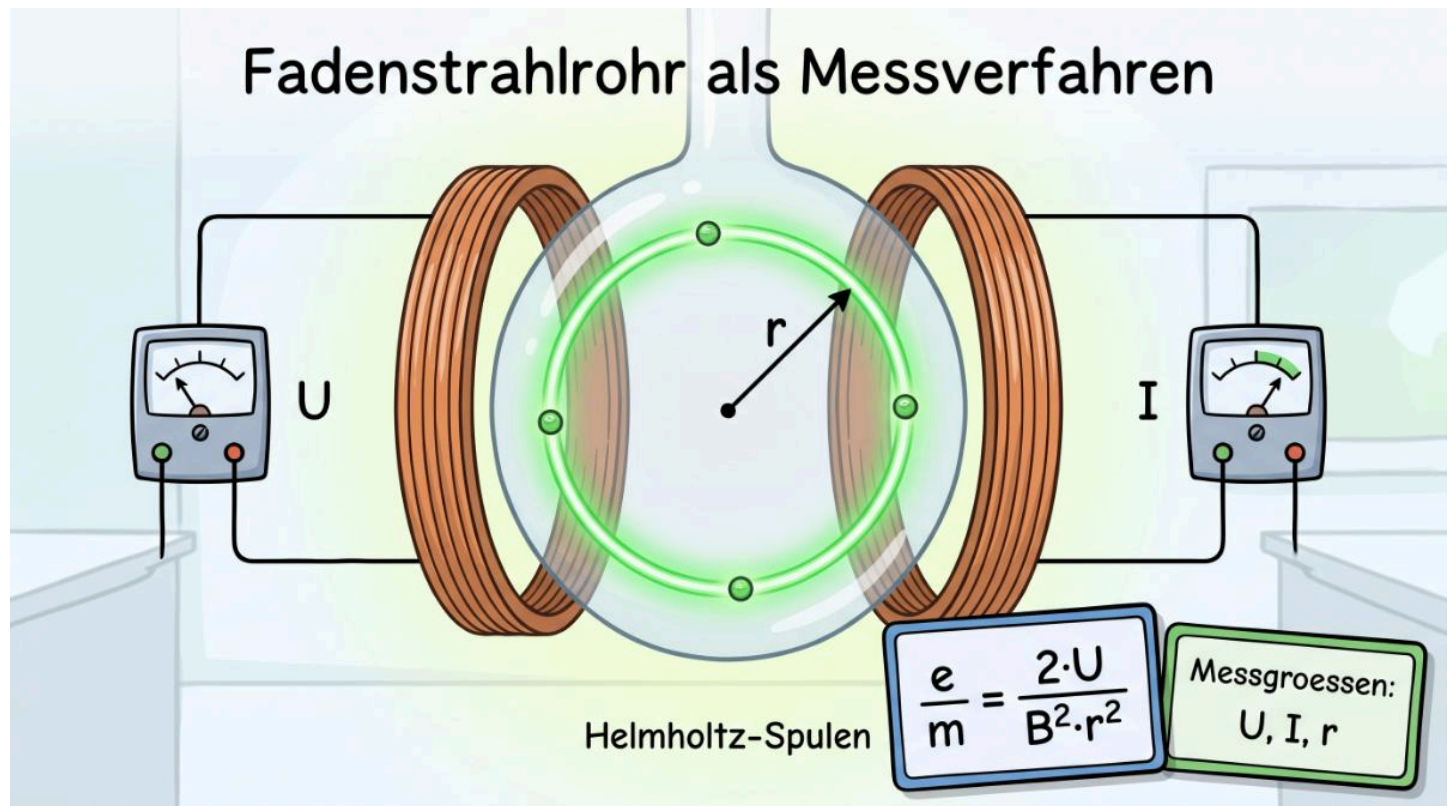
[Magnetische Messverfahren und Technik](#) d8442d03-8b7e-54b7-9d9a-dc31ce541daa

Fadenstrahlrohr als Elektronen-Messverfahren einordnen

Lernziel-ID 966782e5-690d-4fae-bbab-fa3fa30525c3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Technische Anwendungen magnetischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Fadenstrahlrohr als indirektes Messverfahren einordnen, die eingestellten und gemessenen Größen benennen und erläutern, wie daraus der Betrag der spezifischen Elektronenladung $|e|/m_e$ bestimmt wird und – bei unabhängig bekanntem $|e|$ – die Elektronenmasse folgt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lorentzkraft auf freie Ladungen

8c9394cb-f54a-508d-9750-4c49e31b3fa9

S. 219

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605](#)

Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses

Lernziel-ID 1a037489-3c95-540b-8cae-0acd360358ee

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Magnetischer Fluss

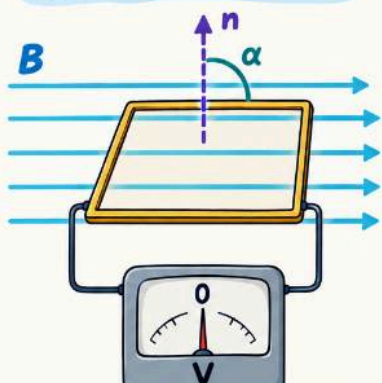
$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\alpha)$$

α zwischen B und Flächennormale n



Der magnetische Fluss Φ gibt an, wie viele Feldlinien die Fläche der Schleife durchsetzen.

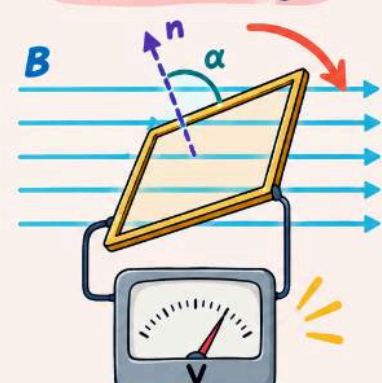
konstant: $U = 0$



$U = 0$
(keine Flussänderung)

Solange B , A und α konstant sind, bleibt der magnetische Fluss gleich – es wird keine Spannung induziert.

Änderung



Induktionsspannung

Fluss ändert sich
(z. B. durch Rotation der Schleife).
Es wird eine Spannung induziert.

Fluss ändert sich

Der magnetische Fluss kann sich auf drei Arten ändern:

- 1 Änderung von B**
(Feldstärke)


z. B. stärker oder schwächeres Magnetfeld
- 2 Änderung von A**
(Fläche der Schleife)


z. B. größer oder kleiner gewordene Fläche
- 3 Änderung von α**
(Ausrichtung)


z. B. durch Rotation der Schleife
(→ Hauptbeispiel)

Immer wenn sich der magnetische Fluss Φ ändert, wird eine Induktionsspannung erzeugt!

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein homogenes Magnetfeld den magnetischen Fluss $\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\alpha)$ durch die von einer Leiterschleife aufgespannte Fläche beschreiben, wobei α der Winkel zwischen Feldrichtung und Flächennormale ist, und qualitativ erklären, dass eine zeitliche Änderung dieses Flusses eine Induktionsspannung hervorruft.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
 + 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bewegungsinduktion und Ladungstrennung a522c8c0-f3a4-5568-acae-3010ed9feb87	S. 225
---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel eb1ea150-ec6c-5000-bce3-f46c820dccc8	S. 227
Technische Anwendungen des Induktionsgesetzes qualitativ erklären fdcd5fa7-f9bf-4fa9-87f4-4e22d8d3387c	S. 233
Nervenleitungs-Messverfahren physikalisch beurteilen 2825b528-00ee-52d0-870e-686890cb1195	S. 327

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion 26c1e946-e858-57ef-a19b-d6bb295c76f4](#)

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion im Sensorprüfstand 58c4b989-5cd0-5bf2-99d1-a0163fc837a1](#)

Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel

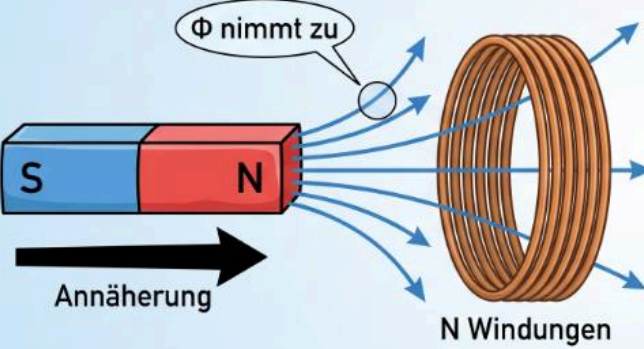
Lernziel-ID eb1ea150-ec6c-5000-bce3-f46c820dccf8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel

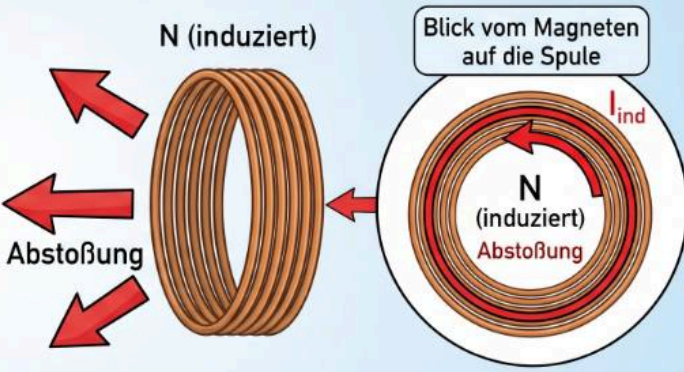
Ursache: Änderung des Magnetflusses (Φ)



$$U_{ind} = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Minuszeichen: Wirkung gegen Ursache

Wirkung: Lenz'sche Regel (Gegenwirkung)



Induziertes Feld wirkt der Annäherung entgegen.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine Spule mit N gleichartigen Windungen die mittlere Induktionsspannung mit $U_{ind} = -N \cdot \Delta\Phi/\Delta t$ bestimmen und für einen geschlossenen Stromkreis die Richtung des Induktionsstroms mit der Lenz'schen Regel als Wirkung gegen die Flussänderung begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses

1a037489-3c95-540b-8cae-0acd360358ee

S. 226

Wird direkt vorausgesetzt von

Selbstinduktion und Induktivität

37f28bc4-def2-57cf-a06b-191dfd228205

S. 228

Induktionsgesetz in Ableitungsform anwenden

d18d4190-ddc1-5181-b1b6-e79947b737c2

S. 229

Wirbelströme und Waltenhofen-Pendel

e5c33afc-a233-50ff-a17f-63c085dfb89c

S. 232

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q2 0ceb4400-3e8f-586c-a669-a887796bd8d](#)

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion 26c1e946-e858-57ef-a19b-d6bb295c76f4](#)

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 56328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion im Sensorprüfstand 58c4b989-5cd0-5bf2-99d1-a0163fc837a1](#)

[Induktionsgesetz und Wirbelstrombremse 82feb329-c3bc-58ba-a5b0-6ccdf226dbeb](#)

[Abiturprüfung Physik \(GK\) - Vorschläge A bis D abe032d3-97dd-5eaf-964e-0439cea27ac2](#)

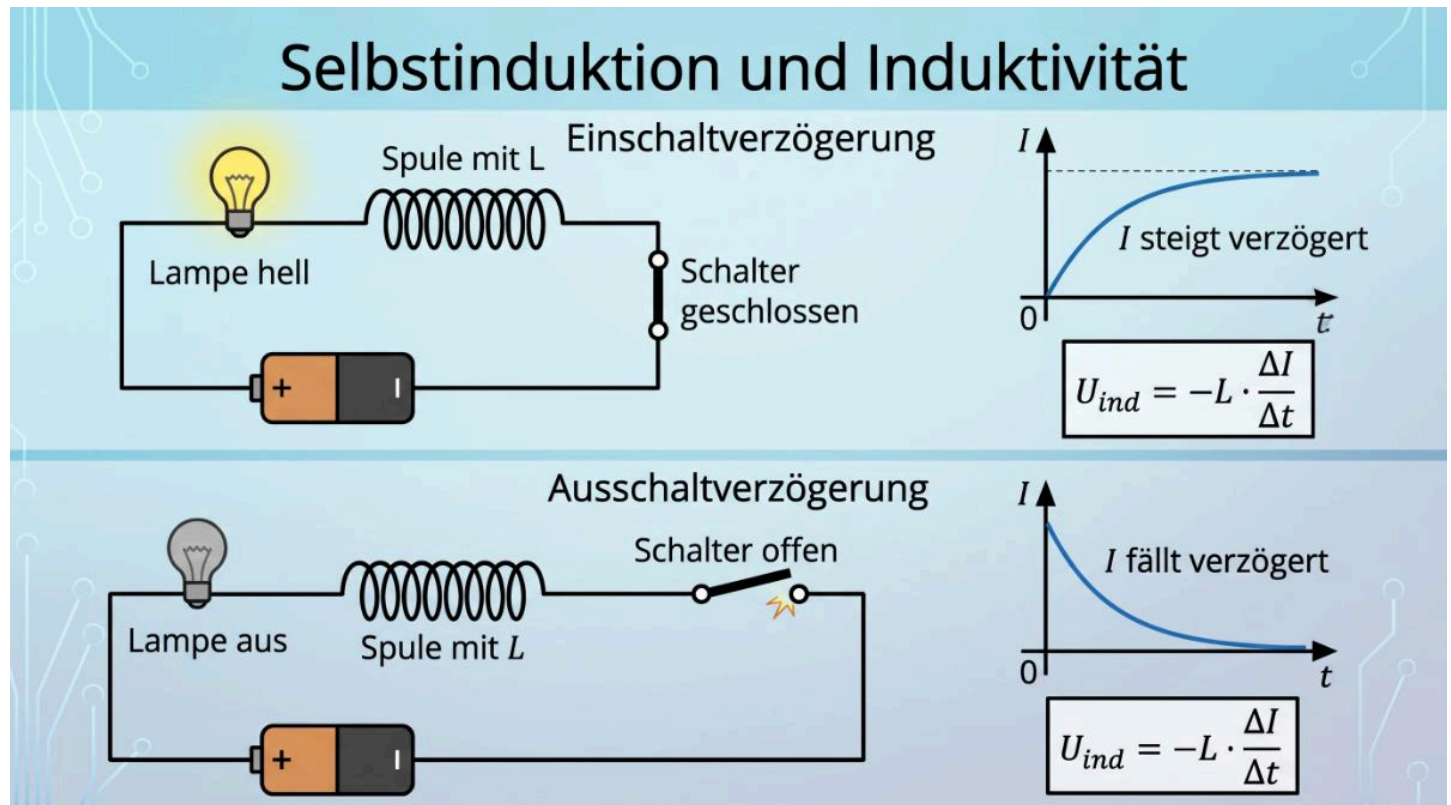
[Abiturprüfung Physik \(GK, 2026/2\) - Vorschläge A bis D f4eac786-a8e1-5f23-aedf-17bc70fc347f](#)

Selbstinduktion und Induktivität

Lernziel-ID 37f28bc4-def2-57cf-a06b-191dfd228205

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann phänomenologisch erklären, wie eine Spule bei Ein- und Ausschaltvorgängen durch eine der Stromänderung entgegenwirkende Selbstinduktionsspannung reagiert, und die Induktivität als Maß für die Stärke dieses Zusammenhangs deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Magnetfeldmodelle für geraden Leiter und lange Spule auswählen und anwenden 106417ed-80db-5490-a1ee-bb4160d3f2b4	S. 218	Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel eb1ea150-ec6c-5000-bce3-f46c820dccc8	S. 227
Ein- und Ausschaltvorgänge analysieren 692db5b6-8be1-5c7b-8307-3a02afb21ea0	S. 230	Energie gespeicherter Magnetfelder a1389d4e-dc97-5557-babe-a31a2bd57217	S. 231
		Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren ac4ba260-6086-5fcc-bea2-c06f1425a1cc	S. 356
		Kondensator und Spule im Wechselstromkreis analysieren ef0f2391-fd8e-5ae3-ae86-7adcd833c7a	S. 361

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag A \(LK\) - Adaptive Ladespur \(Felder/Induktion\)](#) 86015397-23c4-5ed7-b893-bc619ec961a8

[Selbstinduktion, Einschaltvorgaenge und Feldenergie](#) acf192a8-c398-51dc-a03b-672ab55df957

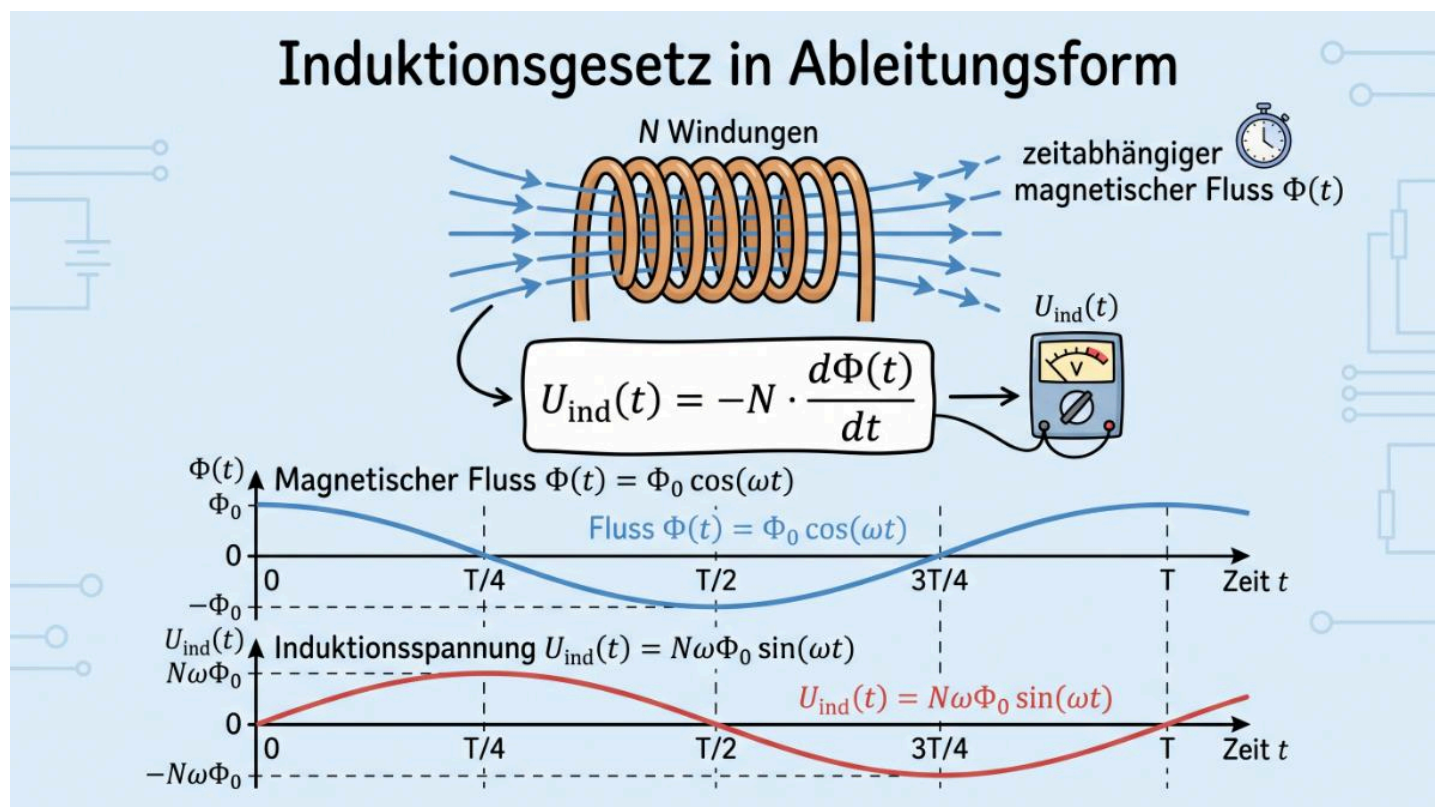
[Vorschlag A \(LK\) - Feldregelung und Transformatorwirkungsgrad](#) cf892388-6cb4-5981-adf2-7168aeb948b1

Induktionsgesetz in Ableitungsform anwenden

Lernziel-ID d18d4190-ddc1-5181-b1b6-e79947b737c2

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einem differenzierbaren zeitabhängigen magnetischen Fluss die momentane Induktionsspannung einer Spule mit N gleichartigen Windungen mit $U_{\text{ind}}(t) = -N \cdot d\Phi(t)/dt$ bestimmen und den zeitlichen Spannungsverlauf physikalisch deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel

eb1ea150-ec6c-5000-bce3-f46c820dccc8

S. 227

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig](#)

[lösen 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf](#)

[Vorschlag A \(LK\) - Adaptive Ladespur](#)

[\(Felder/Induktion\) 86015397-23c4-5ed7-b893-bc619ec961a8](#)

[Selbstinduktion, Einschaltvorgaenge und](#)

[Feldenergie acf192a8-c398-51dc-a03b-672ab55df957](#)

[Vorschlag A \(LK\) - Feldregelung und](#)

[Transformatorwirkungsgrad cf892388-6cb4-5981-adf2-7168aeb948b1](#)

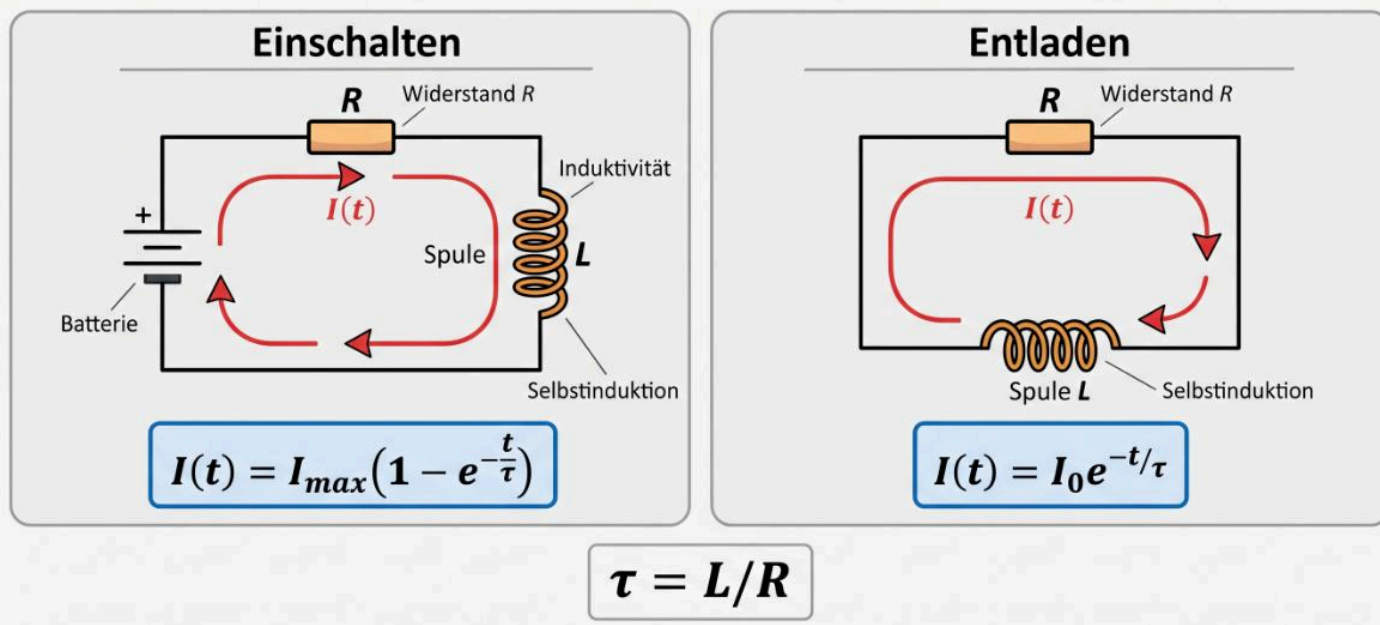
Ein- und Ausschaltvorgänge analysieren

Lernziel-ID 692db5b6-8be1-5c7b-8307-3a02afb21ea0

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Ein- und Ausschaltvorgänge analysieren



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Strom- und Spannungsverläufe beim Ein- und Ausschalten eines idealisierten RL-Stromkreises mit der Zeitkonstante $\tau = L/R$ quantitativ analysieren und die Induktivität aus einem solchen Verlauf bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Selbstinduktion und Induktivität

37f28bc4-def2-57cf-a06b-191dfd228205

S. 228

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag A \(LK\) - Adaptive Ladespur \(Felder/Induktion\)](#) 86015397-23c4-5ed7-b893-bc619ec961a8

[Selbstinduktion, Einschaltvorgänge und Feldenergie](#) acf192a8-c398-51dc-a03b-672ab55df957

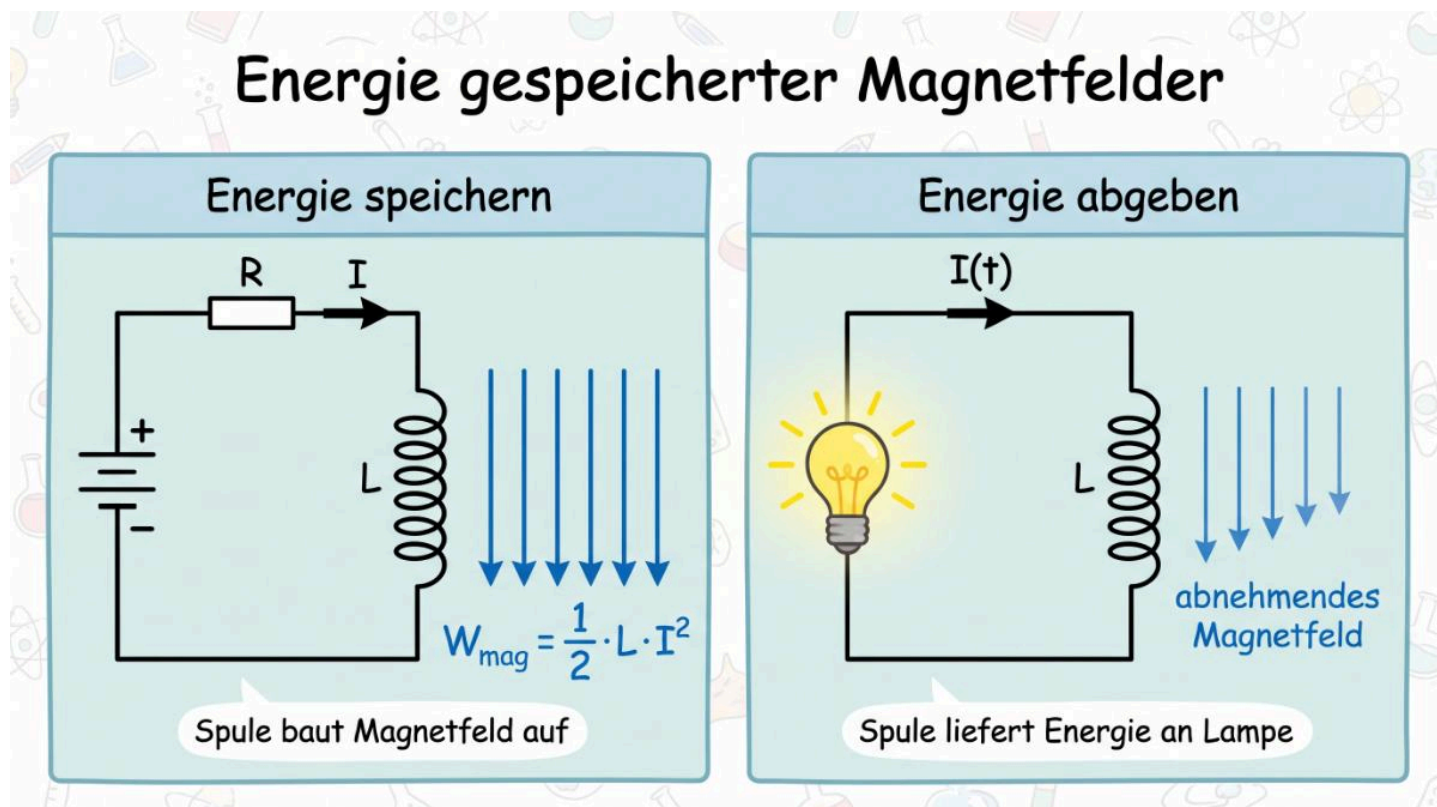
[Vorschlag A \(LK\) - Feldregelung und Transformatorwirkungsgrad](#) cf892388-6cb4-5981-adf2-7168aeb948b1

Energie gespeicherter Magnetfelder

Lernziel-ID a1389d4e-dc97-5557-babe-a31a2bd57217

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die in einer idealisierten Spule mit konstanter Induktivität gespeicherte magnetische Energie mit $W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$ bestimmen und Energieaufnahme und -abgabe bei technischen Anwendungen physikalisch begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Selbstinduktion und Induktivität

37f28bc4-def2-57cf-a06b-191df228205

S. 228

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag A \(LK\) - Adaptive Ladespur \(Felder/Induktion\)](#) 86015397-23c4-5ed7-b893-bc619ec961a8

[Selbstinduktion, Einschaltvorgänge und Feldenergie](#) acf192a8-c398-51dc-a03b-672ab55df957

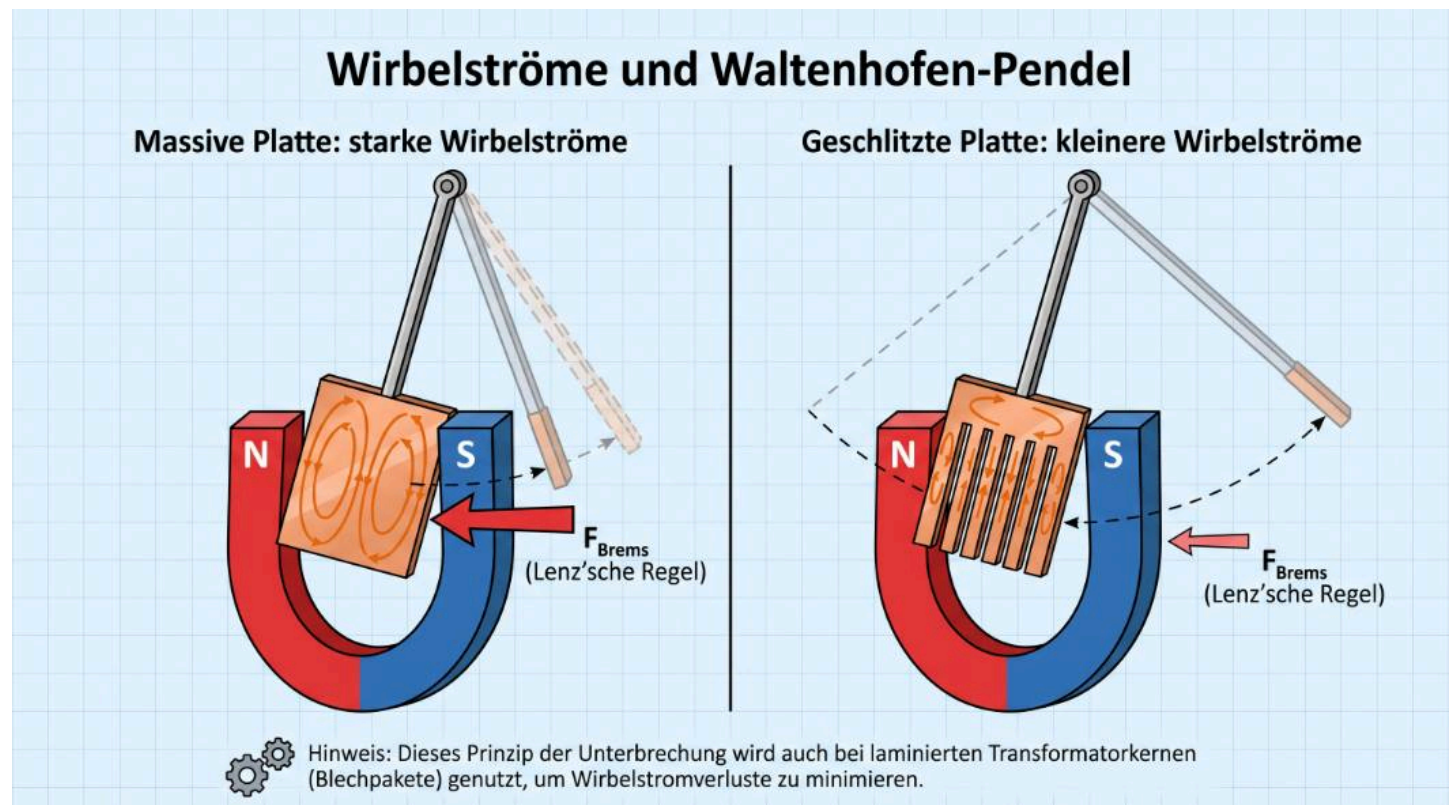
[Vorschlag A \(LK\) - Feldregelung und Transformatorwirkungsgrad](#) cf892388-6cb4-5981-adf2-7168aeb948b1

Wirbelströme und Waltenhofen-Pendel

Lernziel-ID e5c33afc-a233-50ff-a17f-63c085dfb89c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Entstehung von Wirbelströmen in massiven Leitern mit Induktionsgesetz und Lenz'scher Regel erklären sowie ihre bremsende Wirkung am Waltenhofen-Pendel und ihre Verringerung durch Blechkpakete in Transformatorkernen begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Induktionsgesetz und Lenz'sche Regel

eb1ea150-ec6c-5000-bce3-f46c820dccc8

S. 227

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Induktionsgesetz und Wirbelstrombremse](#) 82feb329-c3bc-58ba-a5b0-6ccdf226dbeb

Technische Anwendungen des Induktionsgesetzes qualitativ erklären

Lernziel-ID fdc55faf-f9bf-4fa9-87f4-4e22d8d3387c

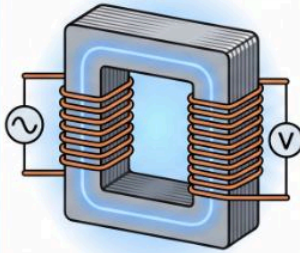
Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele

Induktion in der Technik

Generator



Transformator



Induktionskochfeld



kabelloses Laden



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine vorgegebene technische Anwendung – etwa Generator, Transformator, Induktionsladegerät oder Induktionskochplatte – qualitativ erklären, wodurch sich der magnetische Fluss ändert, welche Spannung und bei geschlossenem Stromkreis welche Ströme induziert werden und welchem technischen Zweck dies dient.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses

1a037489-3c95-540b-8cae-0acd368358ee

S. 226

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektromagnetische Felder im Maxwell-Überblick beschreiben

ffbfbf243-c2eb-4330-b050-837de994c130

S. 234

Idealen Transformator quantitativ deuten

af1094c1-511a-5aae-9e0a-3e9196a82d9a

S. 235

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Prüfungsaufgabe: Magnetfelder berechnen und Induktion anwenden](#) dbe230d5-31e1-5fca-8e11-226821952ff

Elektromagnetische Felder im Maxwell-Überblick beschreiben

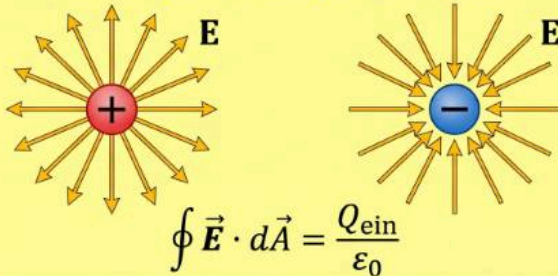
Lernziel-ID ffbfbf243-c2eb-4330-b050-837de994c130

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

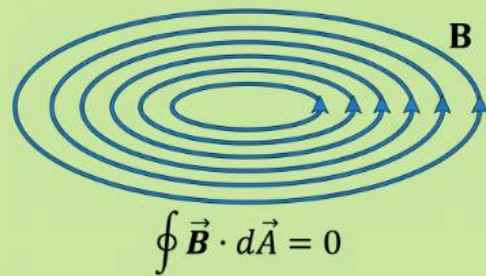
Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Maxwell-Überblick

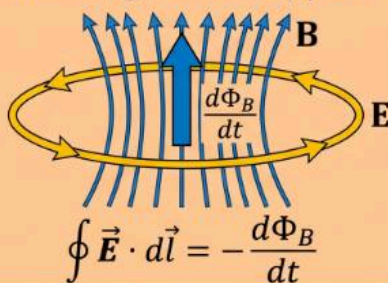
Ladungen erzeugen E-Felder



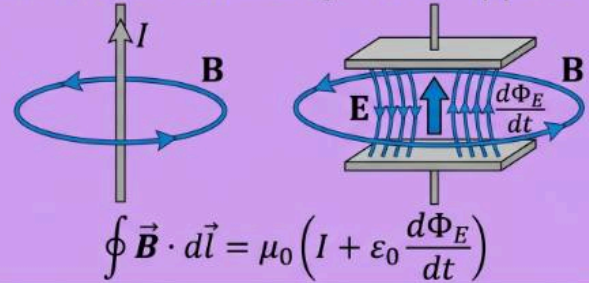
B-Feldlinien sind geschlossen



Änderung von B koppelt E



Strom oder Änderung von E koppelt B



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die vier Maxwell-Gleichungen qualitativ als Aussagen über elektrische Ladungen als Quellen elektrischer Felder, die Quellenfreiheit des Magnetfelds, Wirbel elektrischer Felder durch zeitlich veränderliche Magnetfelder sowie Wirbel magnetischer Felder durch Ströme und zeitlich veränderliche elektrische Felder einordnen und ihr Zusammenwirken beschreiben, ohne sie formal herzuleiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Technische Anwendungen des Induktionsgesetzes qualitativ erklären
fdcd5faf-f9bf-4fa9-87f4-4e22d8d3387c

S. 233

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

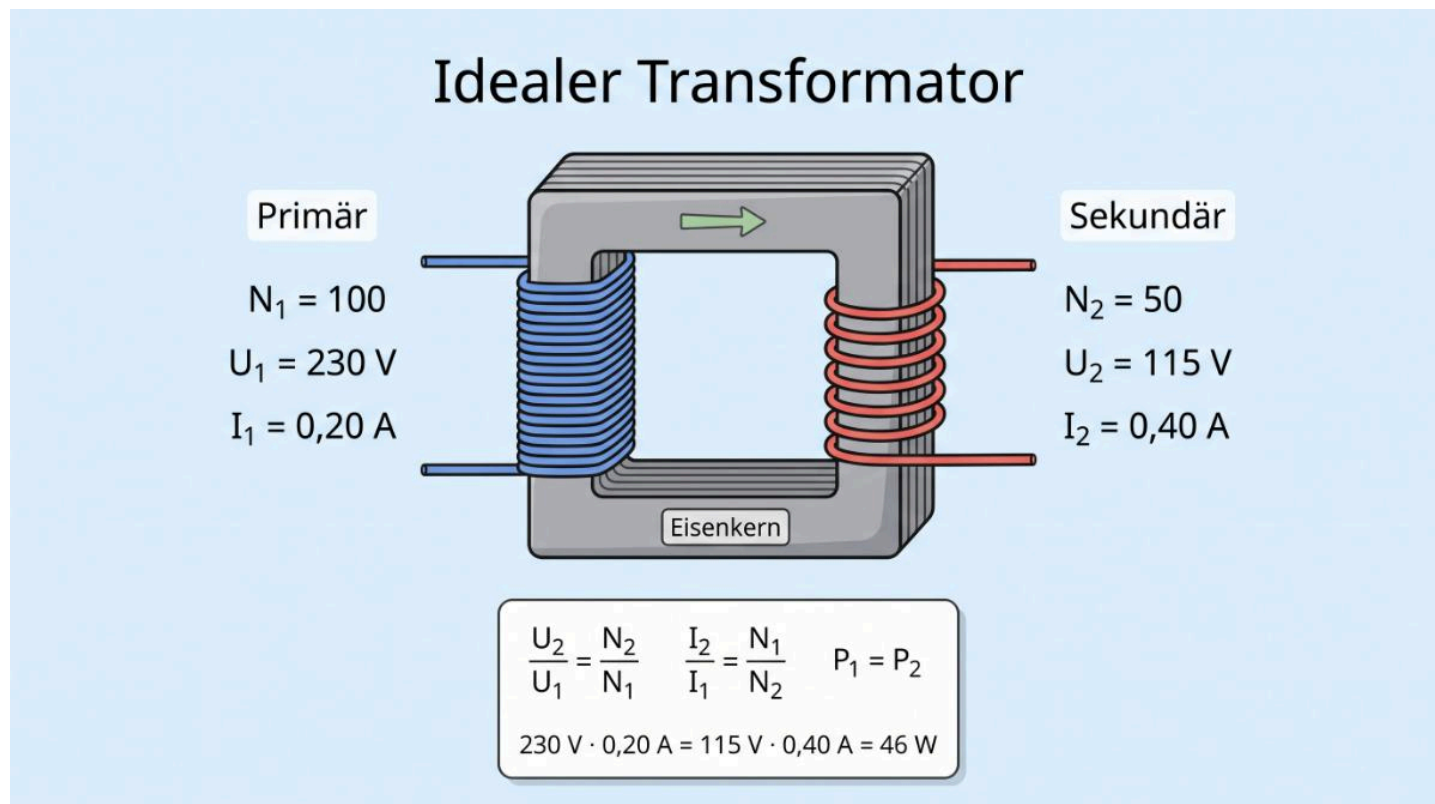
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Idealen Transformator quantitativ deuten

Lernziel-ID af1094c1-511a-5aae-9e0a-3e9196a82d9a

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Elektromagnetismus



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Aufbau und Funktionsprinzip eines Transformators mit Induktion erklären, beim idealen Transformator Spannungs- und Stromstärkeübersetzungen berechnen und die gegenläufige Übersetzung mit Energieerhaltung begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Leistung als Energie pro Zeit bestimmen und deuten

b92827a7-5d62-5fdb-a6f5-ac44461f4a7b

S. 13

Technische Anwendungen des Induktionsgesetzes qualitativ erklären S. 233

fdcd5faf-f9bf-4fa9-87f4-4e22d8d3387c

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

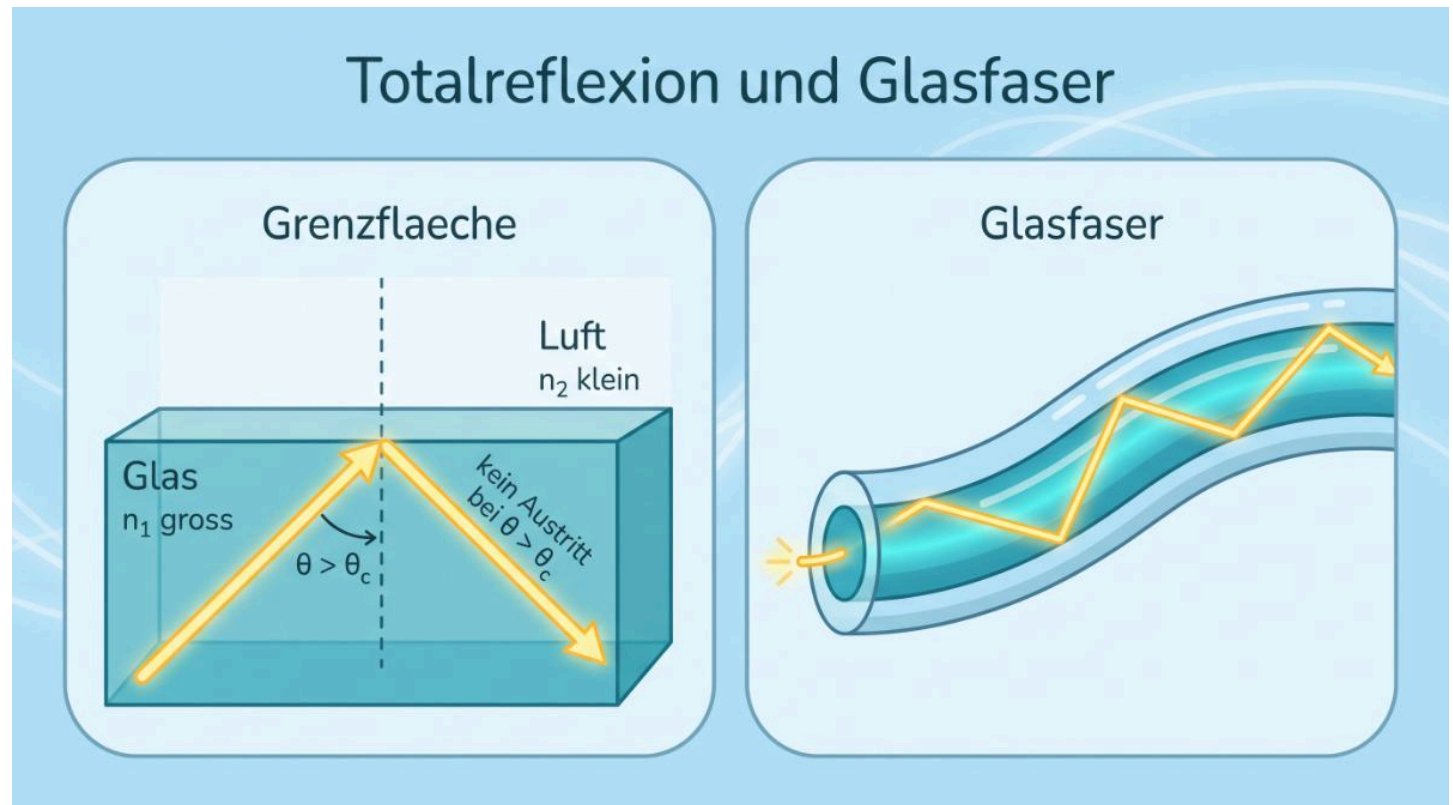
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Motor und Transformator untersuchen 11c964ff-be82-5d02-8cd7-ccb41cda8f4f](#) [Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

Totalreflexion und Glasfasern

Lernziel-ID 58fc7852-722c-5a67-be6a-bfd1be0b527e

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Phänomen der Totalreflexion qualitativ erklären und einfache Anwendungen wie Lichtleitung in Glasfasern deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Brechung und optische Hebung qualitativ beschreiben

6a4c6042-052b-502b-a39a-0ed8941247ac

S. 50

Wird direkt vorausgesetzt von

Einen Audio-Licht-Übertragungsversuch funktional umsetzen

922f32ba-f214-5a82-be5c-1111aca51d4a

S. 237

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Lichtleitung in einer Glasfaser erklären](#)

654ec964-d982-593d-8c26-407a381675a6

[Spektrum, Polarisation und Glasfaseroptik](#)

7e2017d0-e76e-559c-bace-d5d7809a241f

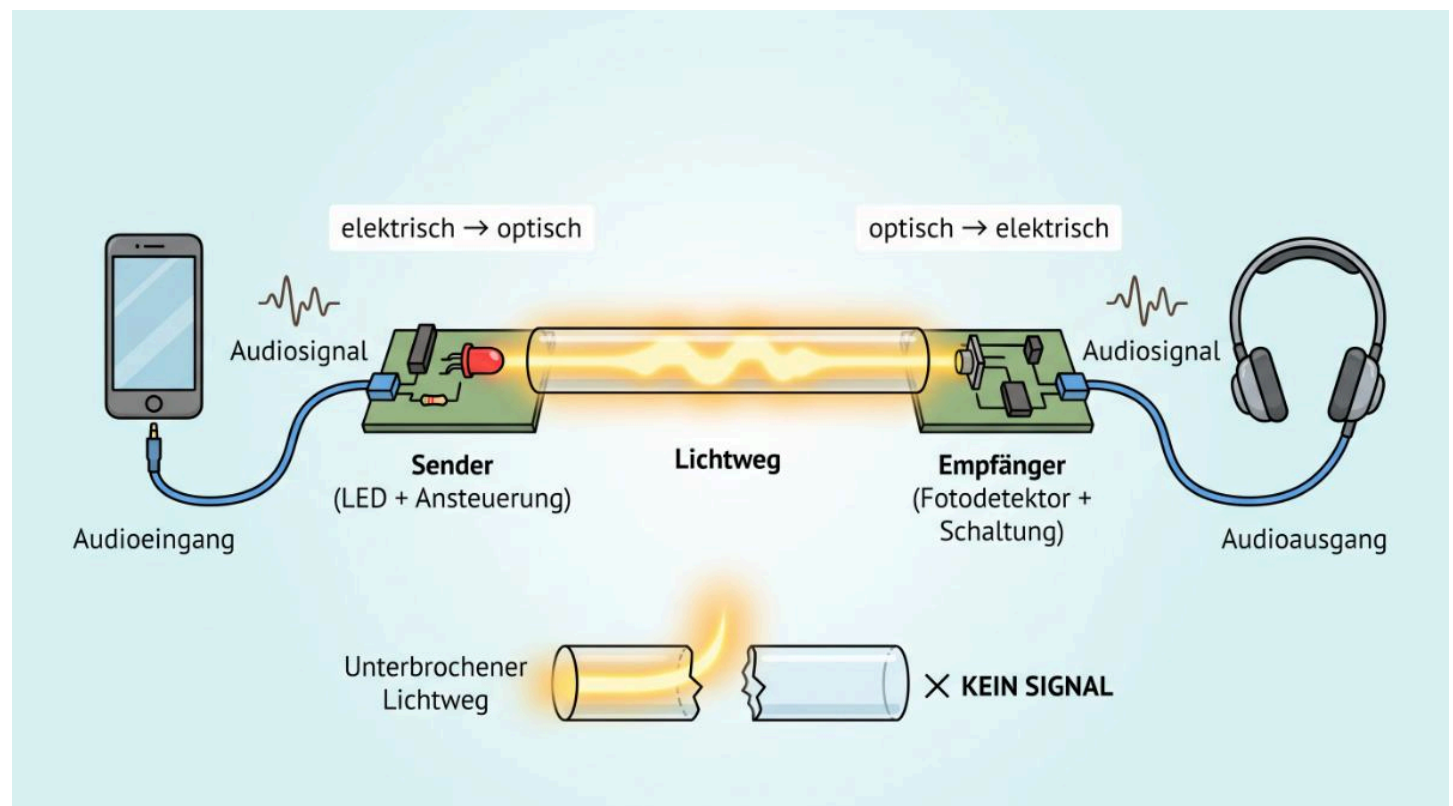
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Einen Audio-Licht-Übertragungsversuch funktional umsetzen

Lernziel-ID 922f32ba-f214-5a82-be5c-1111aca51d4a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen > Optische Signalübertragung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einen vorgegebenen Versuch zur Übertragung eines Audiosignals mit Licht funktional erläutern, indem sie Signalumwandlung in Sender und Empfänger sowie den Übertragungsweg erklärt, und ihn bei Auswahl als Schülerexperiment funktionsfähig aufbauen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Spektrum elektromagnetischer Wellen
4a7cbe83-b694-57d3-85ce-1eeca418daaf

S. 148

Totalreflexion und Glasfasern
58fc7852-722c-5a67-be6a-bfd1be0b527e

S. 236

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

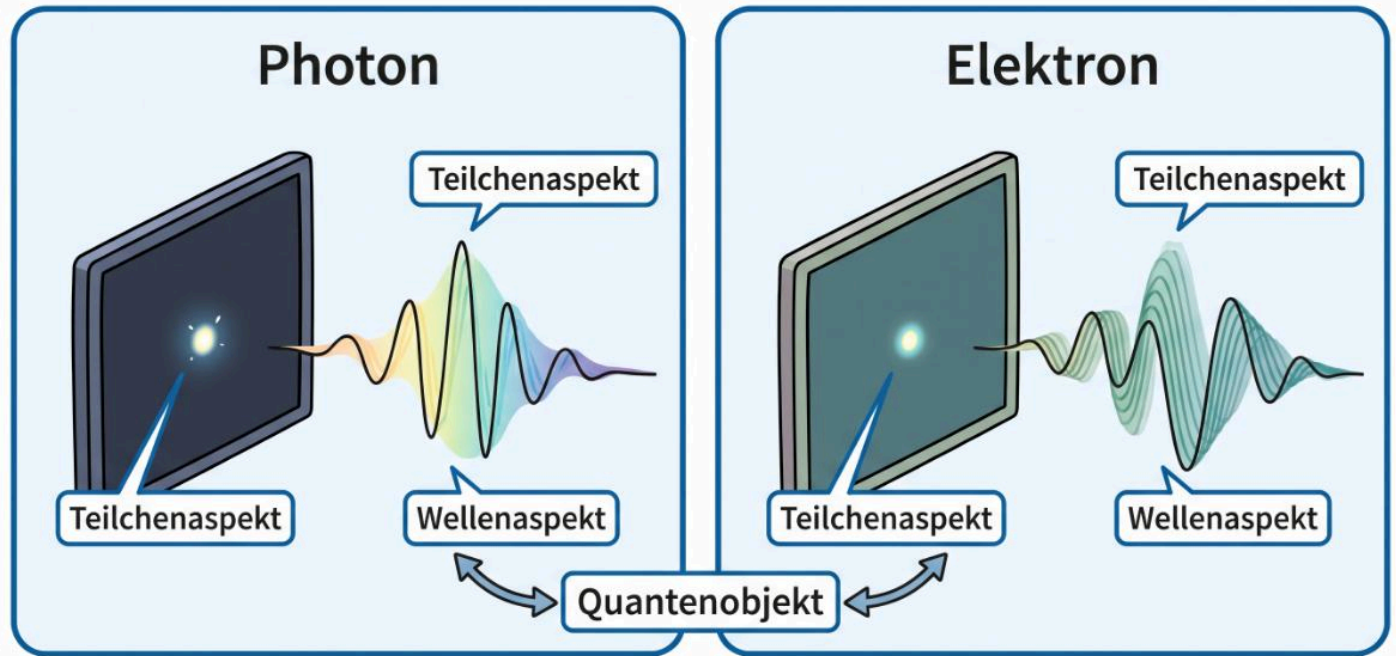
[Prüfungsaufgabe: Einen Ton über Licht übertragen](#) 51af53cb-8866-52cd-b2ca-af8bd8a836e0

Photonen und Elektronen als Quantenobjekte beschreiben

Lernziel-ID a359c859-eee0-40ef-a9d1-88db2e6c55b2

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele

Photon und Elektron als Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Photonen und Elektronen als Quantenobjekte beschreiben und ihre Wellen- und Teilcheneigenschaften zur Deutung einfacher quantenphysikalischer Experimente nutzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

[Die Bedeutung von Modellen an Photon und Elektron reflektieren](#)

S. 239

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073239d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

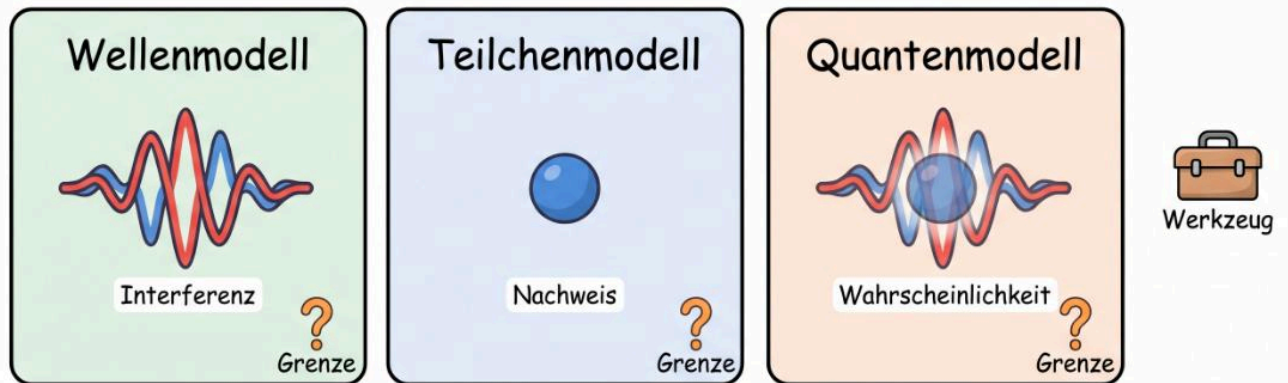
[Prüfungsaufgabe: Spektrallinien und Photonen deuten](#) 93cdaa49-88e8-5e26-8506-656366d9ce3c

Die Bedeutung von Modellen an Photon und Elektron reflektieren

Lernziel-ID defe44d2-c3d3-456b-a786-fad2cef13fe8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte

Modelle von Photon und Elektron



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann am Beispiel von Photon und Elektron die Bedeutung physikalischer Modelle als Erkenntniswerkzeuge reflektieren und die Reichweite solcher Modelle fachlich einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Photonen und Elektronen als Quantenobjekte beschreiben

a359c859-eee0-40ef-a9d1-88db2e6c55b2

S. 238

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

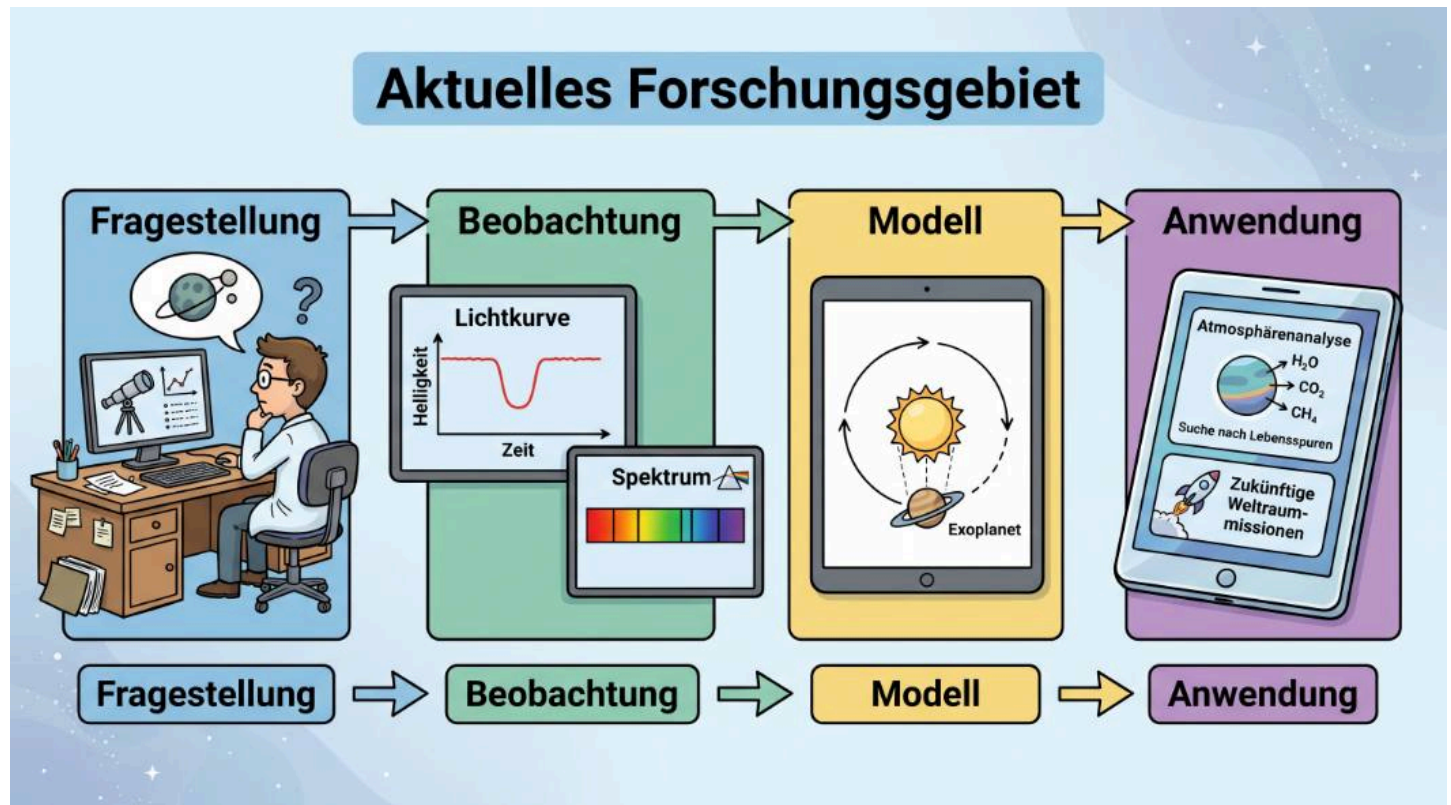
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Ausgewähltes Forschungsgebiet beschreiben

Lernziel-ID 14ec85b9-68f6-5400-ad43-5e8dddfddf44

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Aspekte eines ausgewählten aktuellen Forschungsgebiets der Physik und dessen Anwendungen fachlich beschreiben.

Geltung

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

[Physikalische Methoden im Forschungsgebiet anwenden](#)

5c0d5940-92e4-50f6-9695-9d33d889a000

S. 241

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b95-4774-95d5-073230d3fc4f

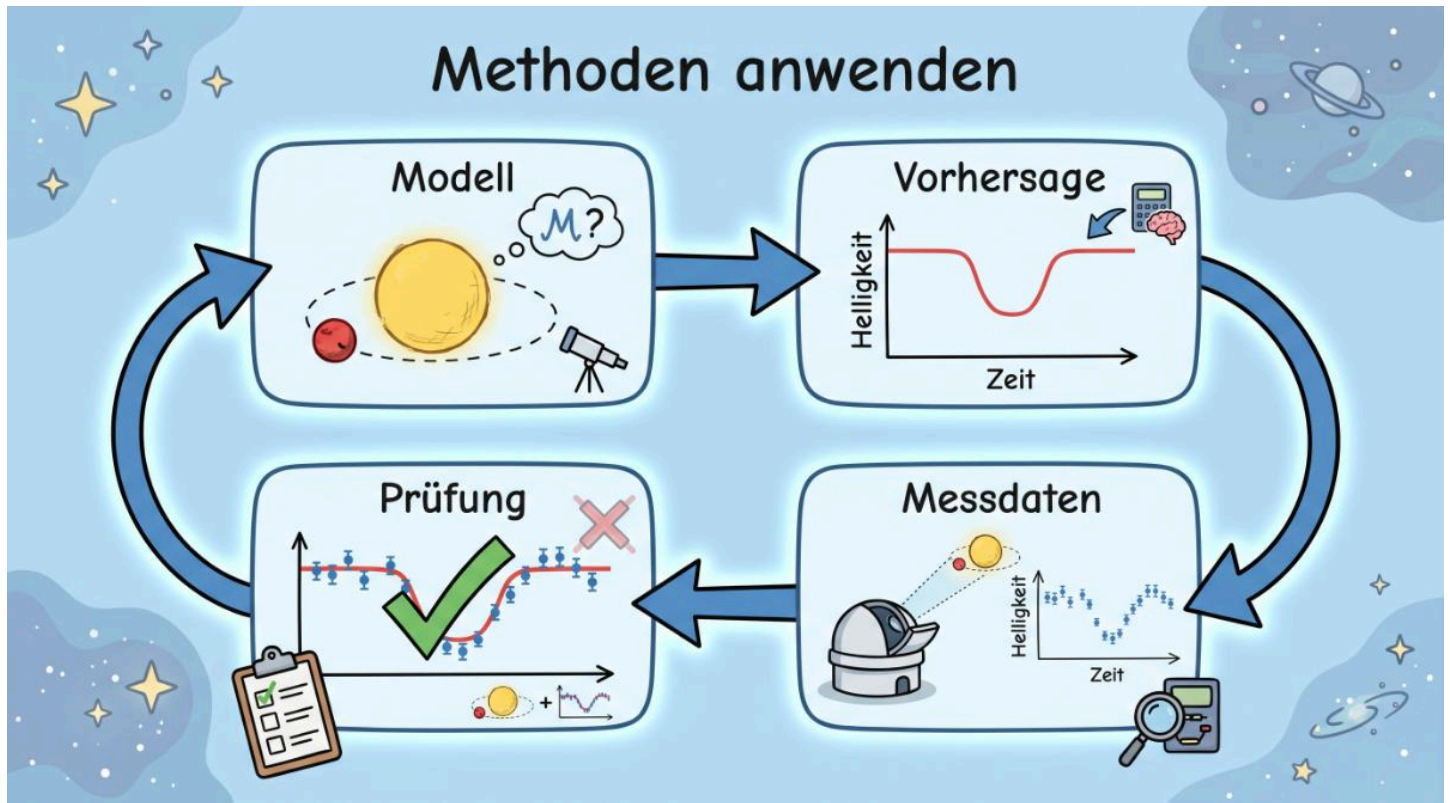
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Physikalische Methoden im Forschungsgebiet anwenden

Lernziel-ID 5c0d5040-92e4-50f6-9695-9d33d889a080

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann fachliche Konzepte, Modelle und Arbeitsweisen aus der Kursstufe auf ein ausgewähltes Forschungsgebiet uebertragen.

Geltung

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ausgewaehltes Forschungsgebiet beschreiben

14ec85b9-68f6-5400-ad43-5e8ddd7ddf44

S. 240

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

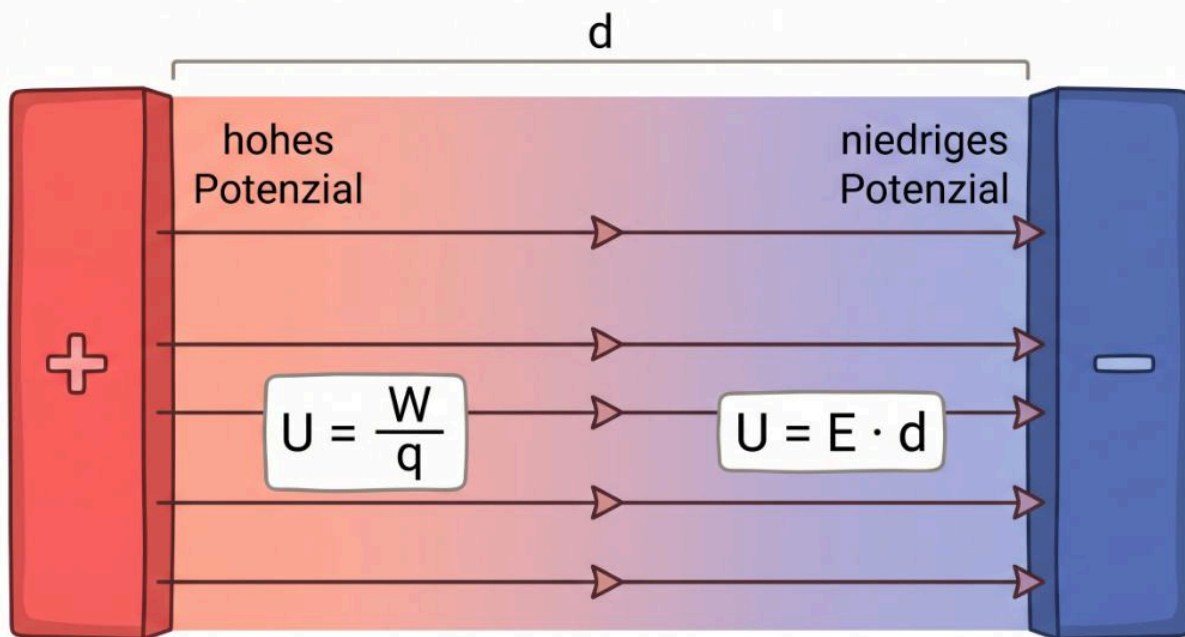
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Arbeit, Spannung und Potenzial im E-Feld

Lernziel-ID 1730c01d-8c85-57df-b031-c11e2a0511b1

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Arbeit, Spannung und Potenzial im E-Feld



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Spannung zwischen zwei Punkten als Potenzialdifferenz und – bei offengelegter Vorzeichenkonvention – über Arbeit beziehungsweise Änderung der potenziellen Energie pro Ladung deuten und im homogenen elektrischen Feld für einen Abstand parallel zu den Feldlinien den Betragszusammenhang $|U| = E \cdot d$ anwenden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Mechanische Arbeit als Energieänderung c1c71daa-042b-4f4c-8c31-0ac366f5149e	S. 91	Elektrische Stromstärke als Ladungsrate deuten bbec4c52-4e95-5529-990f-706aa99316a3	S. 211
---	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrisches Potenzial berechnen 2622bef1-bdbc-504e-b468-b600b2ca3ed8	S. 243	Kondensator und Feld im Plattenkondensator 9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782	S. 244
---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion](#)

[26c1e946-e858-57ef-a19b-d6bb295c76f4](#)

[Vorschlag A \(GK\) - Felder und Induktion im](#)

[Sensorprüfstand 58c4b989-5cd0-5bf2-99d1-](#)

[a0163fc837a1](#)

[Elektrostatik und Potenzial 841edfdb-5e12-5a37-](#)

[ab12-552a1d8e92ca](#)

[Prüfungsaufgabe: Stromstärke und Spannung](#)

[als Ladungsgrößen deuten 8ff2a728-fba3-](#)

[538e-83e9-69bdd8e1369e](#)

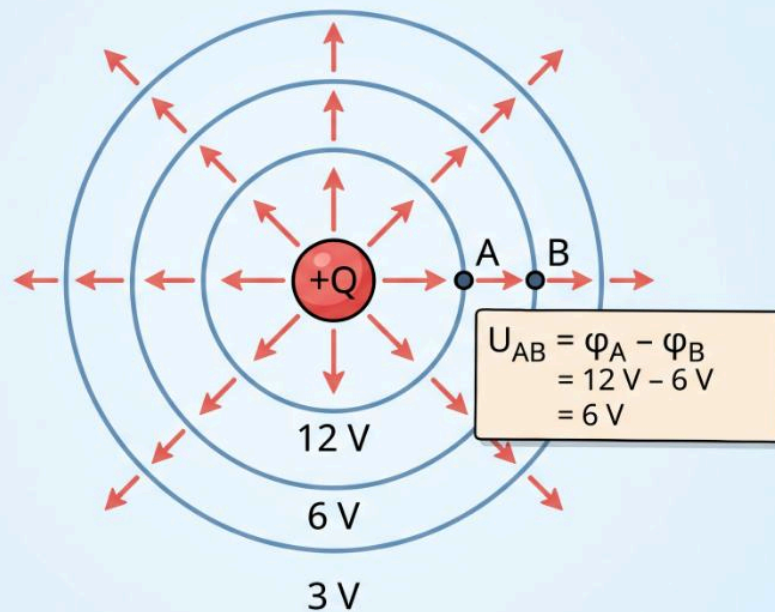
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605](#)

Elektrisches Potenzial berechnen

Lernziel-ID 2622bef1-bdbc-504e-b468-b600b2ca3ed8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator

Elektrisches Potenzial



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in vorgegebenen elektrischen Feldern bei festgelegtem Potenzialnullpunkt Potentiale an Punkten bestimmen, Spannungen als Potentialdifferenzen berechnen sowie Äquipotentiallinien konstruieren und zur Darstellung und Auswertung der Felder deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Arbeit, Spannung und Potenzial im E-Feld

1730c01d-8c85-57df-b031-c11e2a0511b1

S. 242

Wird direkt vorausgesetzt von

Elektrische Dipolfelder mit dem EKG verknüpfen

e19fccd7-6a35-5c9e-86e1-dcca76481e9c

S. 261

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

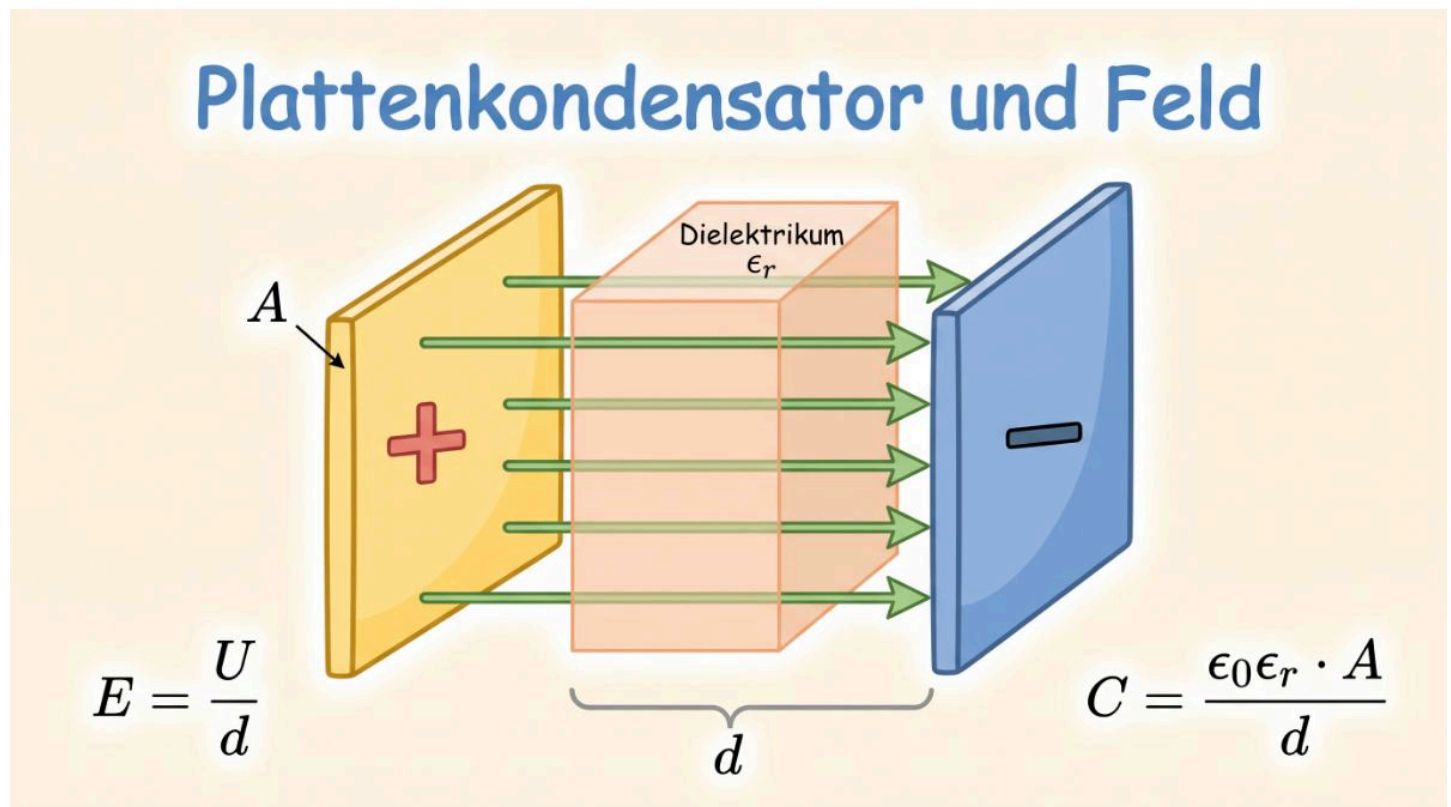
[Elektrostatik und Potenzial](#) 841edfdb-5e12-5a37-ab12-552a1d8e92ca

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

Lernziel-ID 9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Feld eines idealisierten Plattenkondensators fern von Randeffekten als homogen beschreiben, seine Feldstärke bestimmen und bei vollständiger Füllung mit einem homogenen Dielektrikum die Kapazität mit $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$ berechnen sowie ihre Abhängigkeit von Geometrie und Dielektrikum erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Arbeit, Spannung und Potenzial im E-Feld S. 242

Wird direkt vorausgesetzt von

Flächenladungsdichte nutzen S. 245	Plattenkondensatorfeld über Flächenladungsdichte herleiten S. 246	Auf- und Entladen eines Kondensators S. 247	Polarisation und Dielektrika deuten S. 248	Energie des elektrischen Feldes S. 251	Millikan-Versuch und Elementarladung S. 252
Geladene Teilchen in homogenen elektrischen Feldern untersuchen S. 253	Braunsche Röhre (Oszilloskop) S. 254	Linearbeschleuniger modellieren S. 255	Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren S. 356		

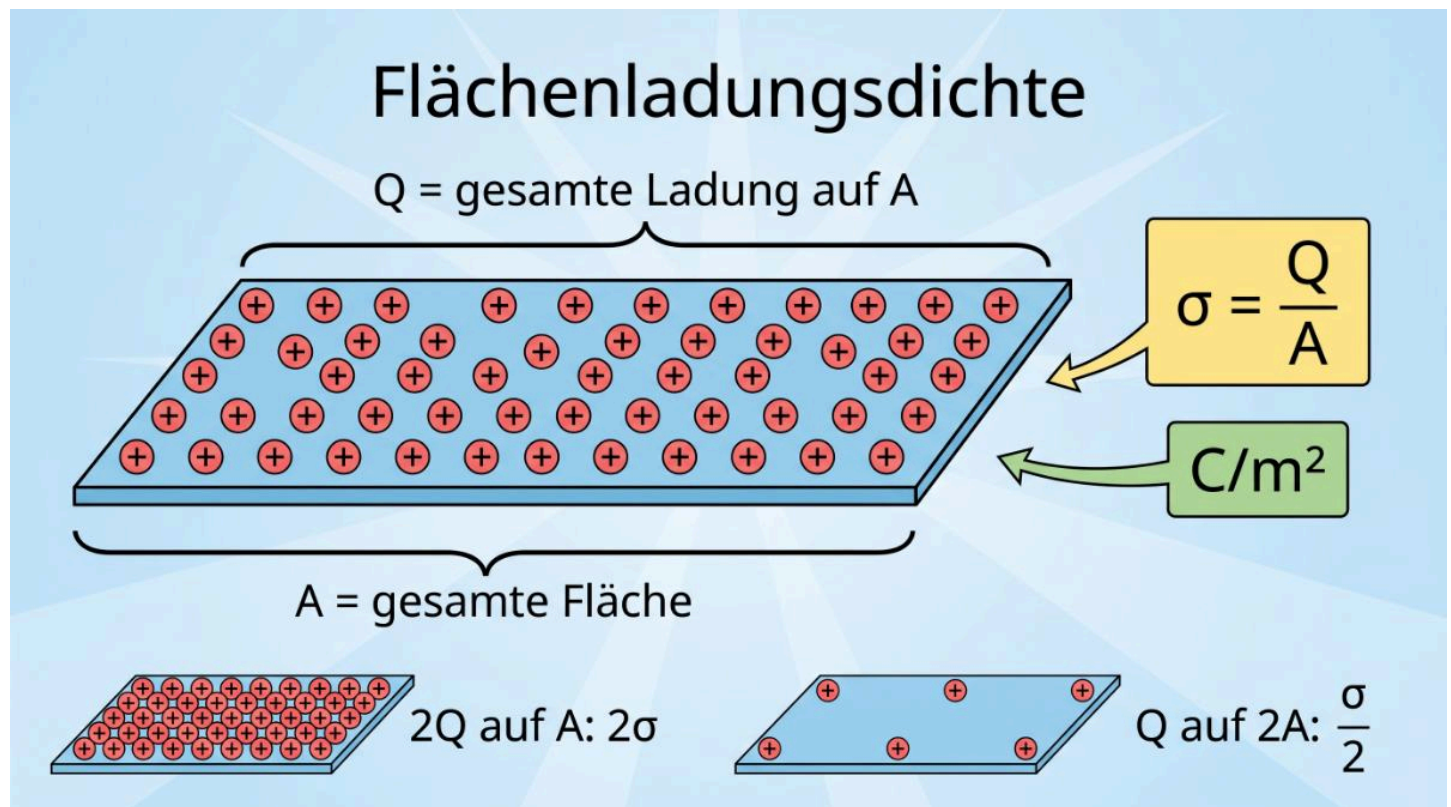
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kondensator, Feldenergie und Millikan-Versuch](#) [Abiturprüfung Physik \(GK\) - Vorschläge A bis D](#) [Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) [Abiturprüfung Physik \(GK, 2026/2\) - Vorschläge A bis D](#)

Flächenladungsdichte nutzen

Lernziel-ID e3bce51c-cfeb-4706-b95e-a22b76e7dd73

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Flächenladungsdichte als Ladung pro Fläche definieren und sie zur Beschreibung geladener Platten im Kondensatormodell verwenden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a088-3939-59e9-821d-167fadbda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Plattenkondensatorfeld über Flächenladungsdichte herleiten

38e0ff49-f132-44c8-b17a-73dada5344db

S. 246

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

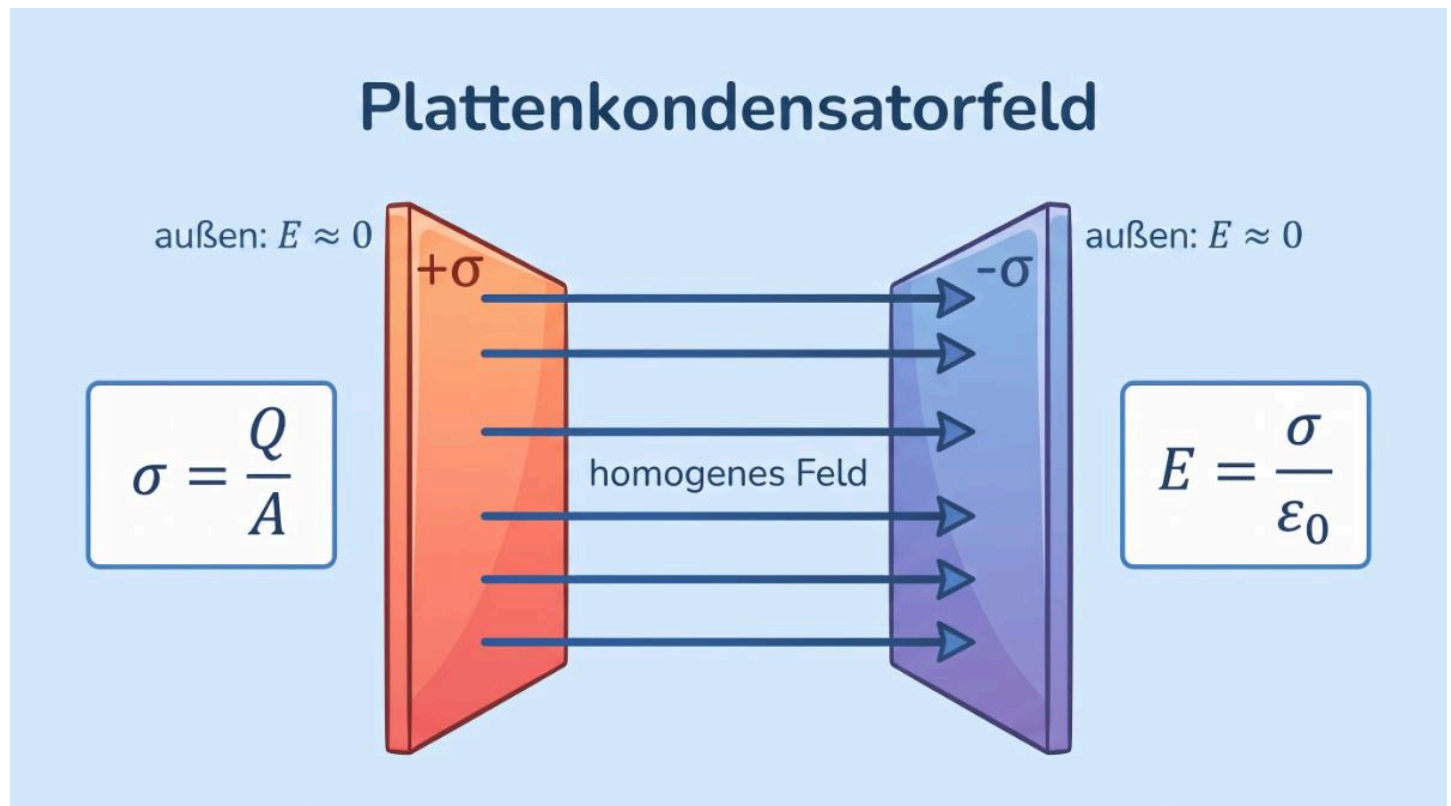
[Kondensator, Feldenergie und Millikan-Versuch](#) 783c1ffe-d983-552a1d8e92ca [Elektrostatik und Potenzial](#) 841edfdb-5e12-5a37-ab12-5c5a-8897-2c88fc64147c

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Plattenkondensatorfeld über Flächenladungsdichte herleiten

Lernziel-ID 38e0ff49-f132-44c8-b17a-73dada5344db

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Zusammenhang zwischen Flächenladungsdichte und elektrischer Feldstärke im Plattenkondensator mathematisch herleiten und die Modellannahmen benennen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Flächenladungsdichte nutzen

e3bce51c-cfeb-4706-b95e-a22b76e7dd73

S. 245

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kondensator, Feldenergie und Millikan-Versuch](#) 783c1ffe-d983-5c5a-8897-2c88fc64147c

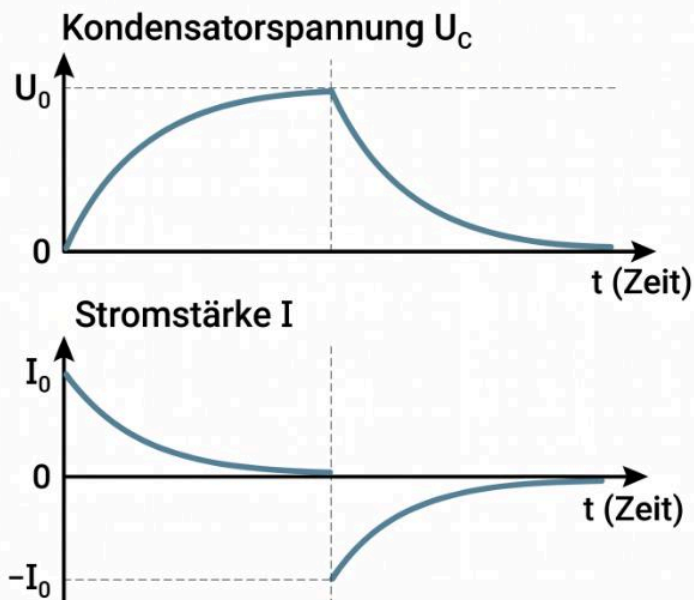
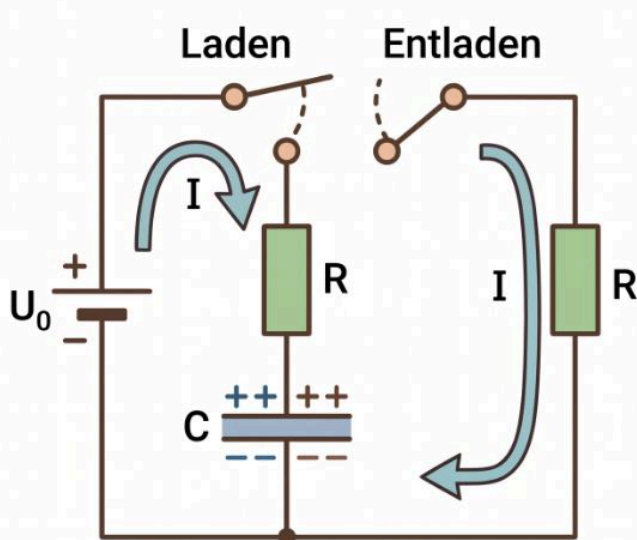
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Auf- und Entladen eines Kondensators

Lernziel-ID 0b4f2020-8486-5372-9cb9-6e59f698ac2d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator

Auf- und Entladen eines Kondensators



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Stromstärke als durch einen Leiterquerschnitt transportierte Ladung pro Zeitintervall deuten, Richtung und zeitlichen Verlauf des Stroms beim Auf- und Entladen eines Kondensators qualitativ erklären und vorhersagen, wie bei gleicher Anfangsspannung ein größerer Widerstand den Betrag des Anfangsstroms verringert und wie das Produkt aus Widerstand und Kapazität die charakteristische Ladebeziehungsweise Entladezeit festlegt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kondensator und Feld im Plattenkondensator
9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Methode: Lösungsansatz für DGL (Exponentialfunktion)
09f2c0bd-64e0-55d2-ada7-1190f4fd50df

S. 249

Differenzialgleichung des RC-Kreises lösen
330808f6-789a-583d-86df-e271a7683d8b

S. 250

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

Kondensator, Feldenergie und Millikan-Versuch 783c1ffe-d983-5c5a-8897-2c88fc64147c

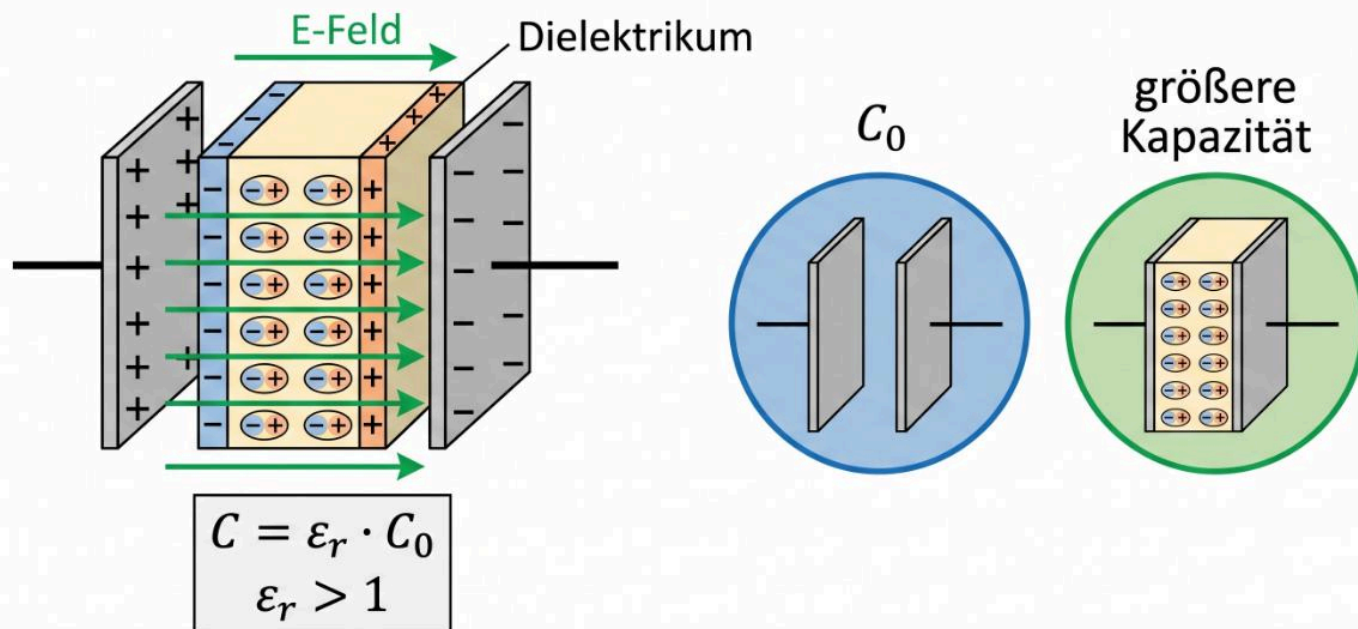
Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Polarisation und Dielektrika deuten

Lernziel-ID 73b309ed-1aab-5778-8494-d9b65f5a352b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator

Polarisation im Dielektrikum



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Polarisation in Nichtleitern erklären und materialabhängige Permittivität in Berechnungen nutzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[RC-Kreis und Dielektrika modellieren](#) 5e64eacd-5204-5028-af23-02a43377c56e

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Methode: Lösungsansatz für DGL (Exponentialfunktion)

Lernziel-ID 09f2cddb-64e0-55d2-ada7-1190f4fd50df

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator

Methode: Lösungsansatz für DGL (Exponentialfunktion)

1. Ansatz wählen

$$y(t) = C \cdot e^{kt}$$

C = Startwert

k = Wachstumsrate /
Zerfallsrate

2. Ableiten

$$y'(t) = \frac{d}{dt}(C \cdot e^{kt})$$

$$= k \cdot C \cdot e^{kt}$$

$$y'(t) = k \cdot y(t)$$

3. Einsetzen und Prüfen

$$\text{DGL: } y' = k \cdot y$$

→ Prüfung:

$$k \cdot C \cdot e^{kt} = k \cdot (C \cdot e^{kt})$$

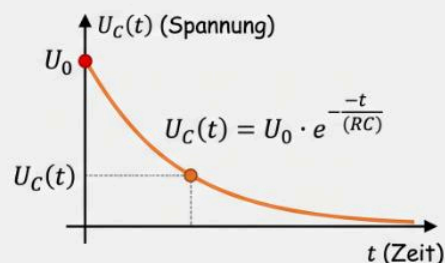
$$= k \cdot (C \cdot e^{kt}) \quad \checkmark$$

Beispiel: RC-Entladung

$$U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

U_0 = Anfangsspannung U_0

$$k = -\frac{1}{RC}$$



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einfachen physikalischen Differenzialgleichungen, in denen die Änderungsrate proportional zur Zustandsgröße ist (z. B. bei der RC-Entladung), einen passenden Exponentialansatz wählen und durch Ableiten prüfen, ob er die Differenzialgleichung und die Anfangsbedingung erfüllt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Auf- und Entladen eines Kondensators

0b4f2020-0400-5372-9cb9-6e59f698ac2d

S. 247

Wird direkt vorausgesetzt von

Differenzialgleichung des RC-Kreises lösen

330808f6-789a-583d-86df-e271a7683d8b

S. 250

Schwingungsgleichung lösen

b2fb9a25-4d26-5cf2-a917-823909dcb6bd

S. 259

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[RC-Kreis und Dielektrika modellieren](#) 5e64eacd-5204-5028-af23-02a43377c56e

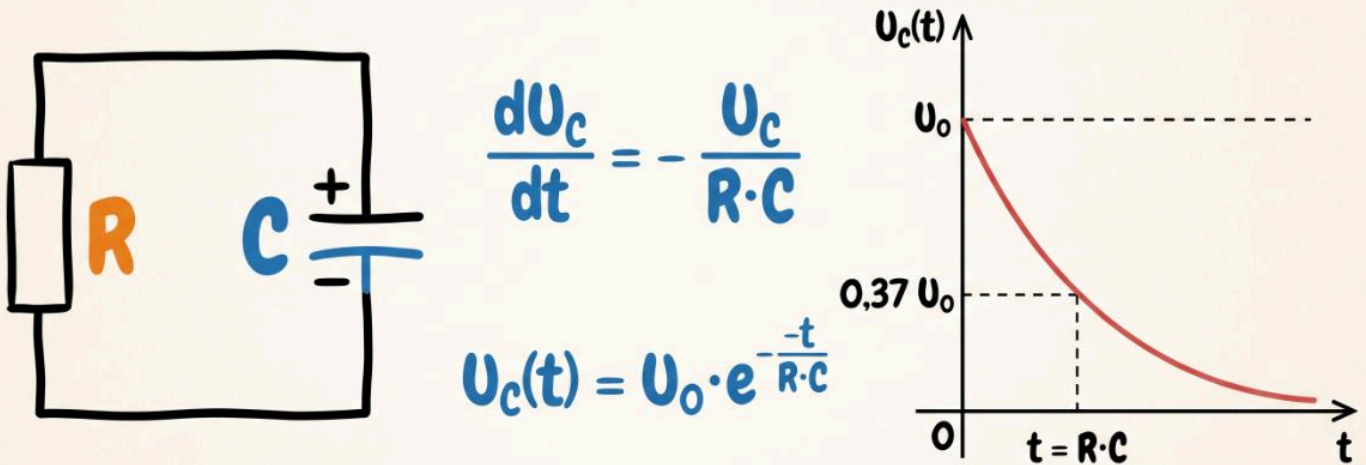
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Differenzialgleichung des RC-Kreises lösen

Lernziel-ID 330808f6-789a-583d-86df-e271a7683d8b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator > Kondensator

RC-Entladung als DGL



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für die Entladung eines Kondensators aus einer konsistenten Strom- und Spannungsconvention sowie den Beziehungen $U_R = RI$ und $Q = CU$ die Differenzialgleichung aufstellen, sie mit der Anfangsbedingung lösen und die exponentielle Lösung einschließlich der Zeitkonstante RC physikalisch deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Auf- und Entladen eines Kondensators

0b4f2020-8486-5372-9cb9-6e59f698ac2d

S. 247

Methode: Lösungsansatz für DGL (Exponentialfunktion)

09f2c0bd-64e0-55d2-ada7-1190f4fd50df

S. 249

Wird direkt vorausgesetzt von

Passive Signalleitung mit Kondensator-Ladekurven vergleichen

3aac6ad-948e-502a-9d49-ce40db0f2ca3

S. 263

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

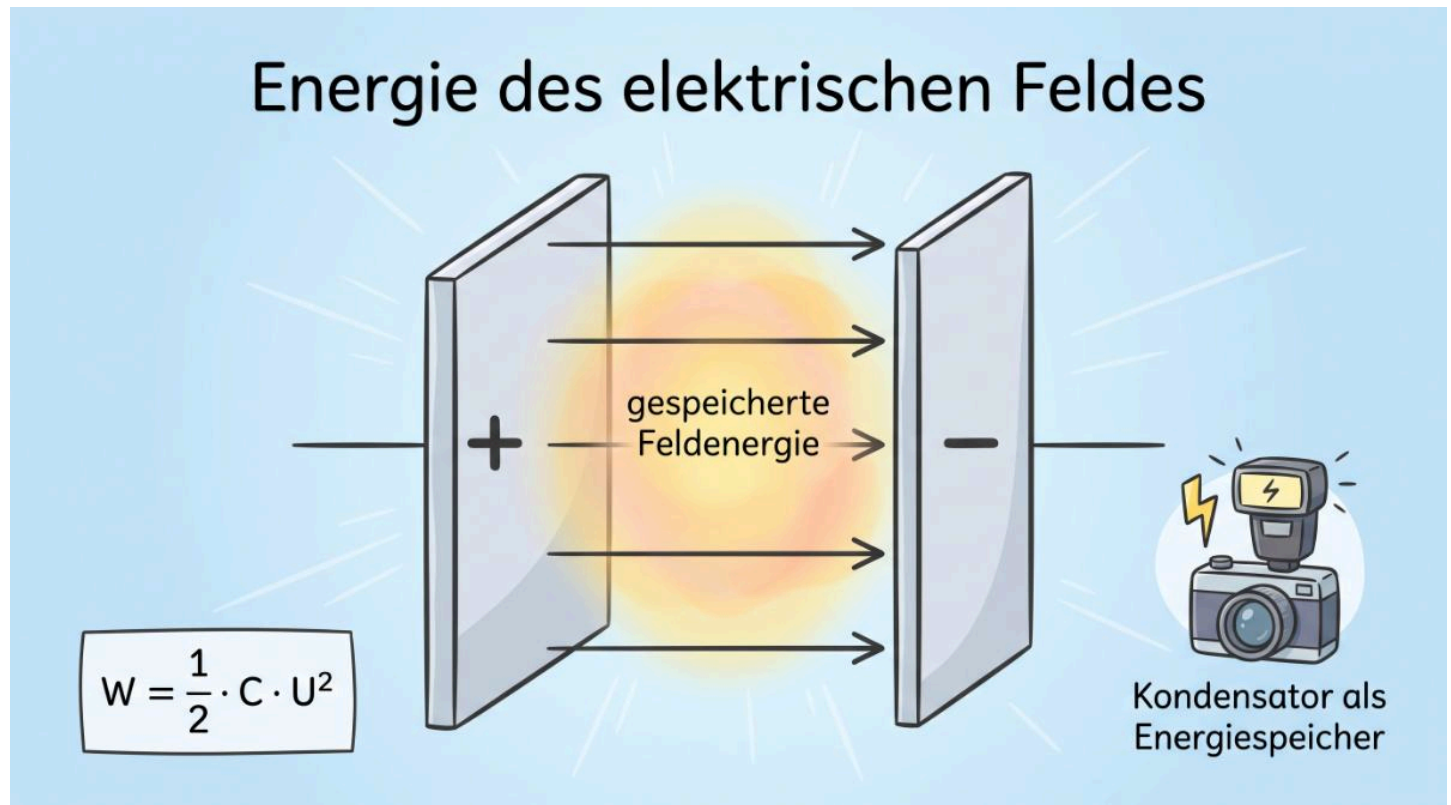
[RC-Kreis und Dielektrika modellieren](#) 5e64eacd-5204-5028-af23-02a43377c56e

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Energie des elektrischen Feldes

Lernziel-ID fd9fd8ad-c4a1-5552-9ea0-1878e0636f20

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Potenzial und Kondensator



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die im elektrischen Feld eines Kondensators gespeicherte Energie mithilfe von Ladung, Spannung und Kapazität berechnen und an Anwendungen erläutern, wie beim Laden Energie in das Feld übertragen und beim Entladen an angeschlossene Systeme abgegeben wird.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

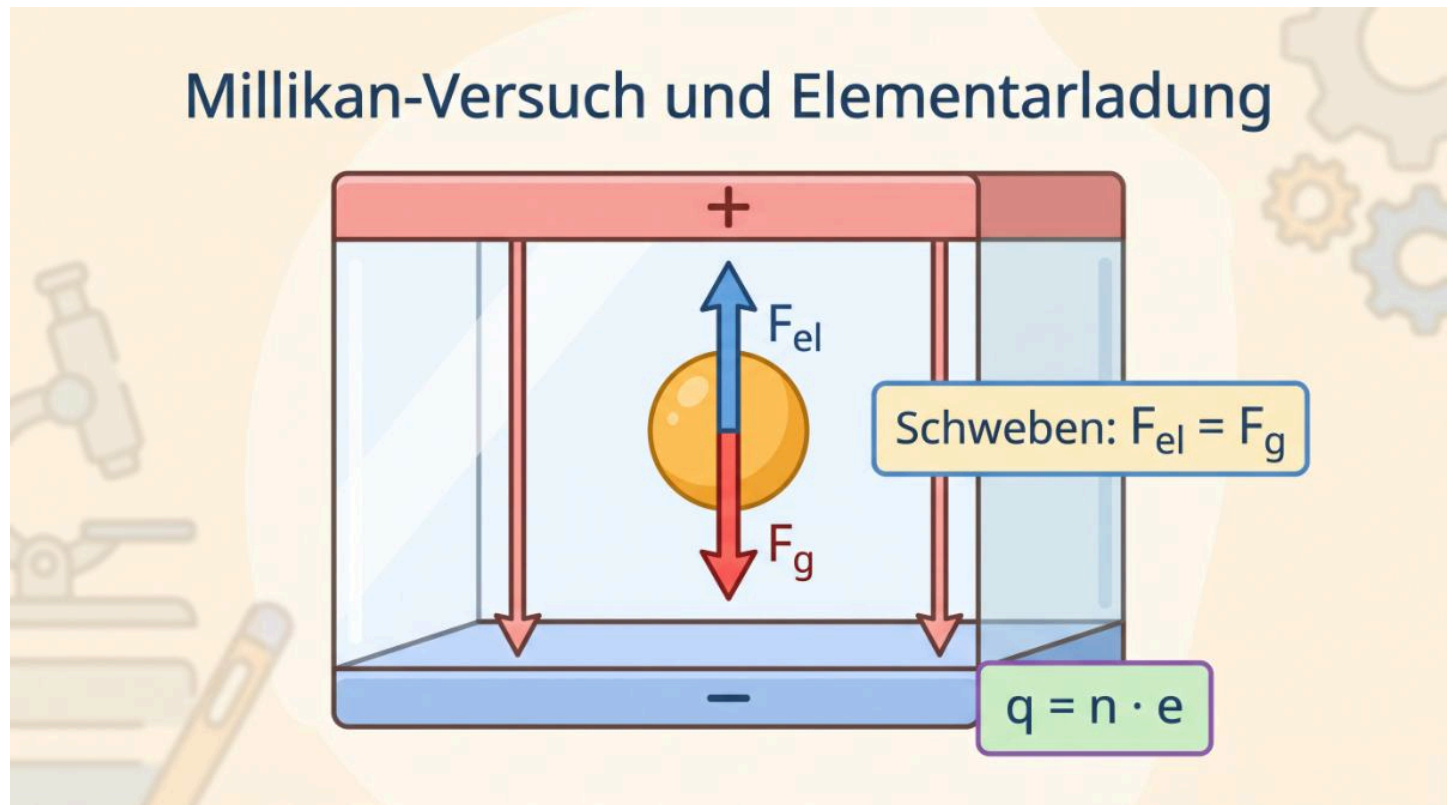
[Kondensator, Feldenergie und Millikan-Versuch](#) 783c1ffe-d983-5c5a-8897-2c88fc64147c

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Millikan-Versuch und Elementarladung

Lernziel-ID 0f803c37-8191-5a07-9b31-9603ded98fe2

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Ladungen in Feldern



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Millikan-Versuch im Schwebefall erläutern und damit die Quantelung elektrischer Ladung über die Elementarladung e begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kondensator, Feldenergie und Millikan-Versuch](#) 783c1ffe-d983-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

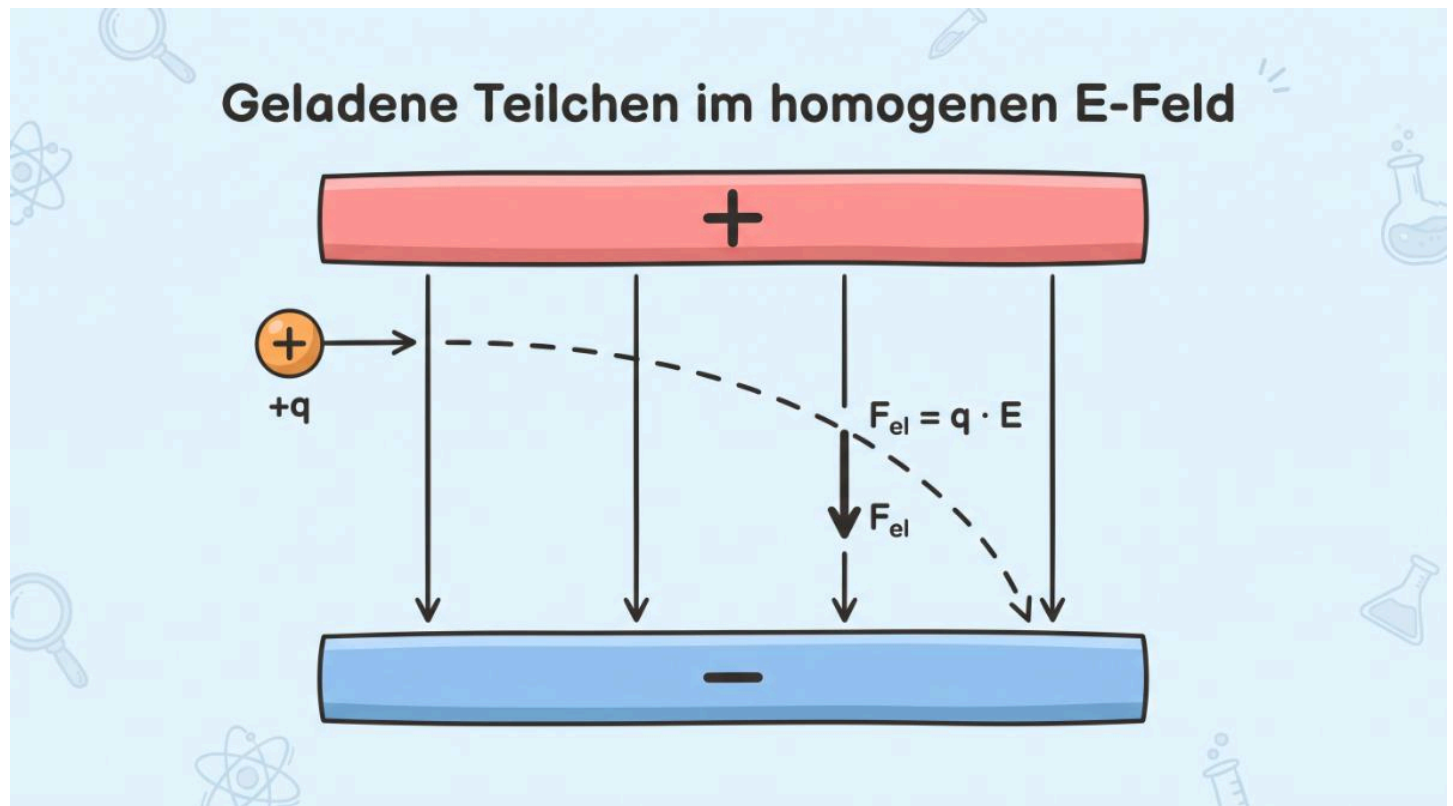
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-

[Elektronenablenkung im elektrischen Feld](#) db5f4121-d4b1-5006-b2da-6e76aac72bf5

Geladene Teilchen in homogenen elektrischen Feldern untersuchen

Lernziel-ID 741774ef-15fc-4bcf-a370-e2c5cf4257d0

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Ladungen in Feldern > Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Bewegung geladener Teilchen in homogenen elektrischen Feldern untersuchen, die Richtung der Feldkraft aus Feldrichtung und Ladungsvorzeichen bestimmen, Änderungen der elektrischen potenziellen und kinetischen Energie miteinander verknüpfen und einfache Bahnformen aus Anfangsbewegung, Ladungsvorzeichen und Feldrichtung qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden 5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79	S. 87	Kondensator und Feld im Plattenkondensator 9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782	S. 244
---	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Zyklotron und Synchrotron als Kreisbeschleuniger vergleichen 2d62b444-796e-548d-aeee-cfd9c6665ddc	S. 257	Massenspektrometer als Feldanwendung beschreiben 3f17d0d2-562d-4c1c-9ebc-1a1a43f28f9c	S. 258
---	--------	---	--------

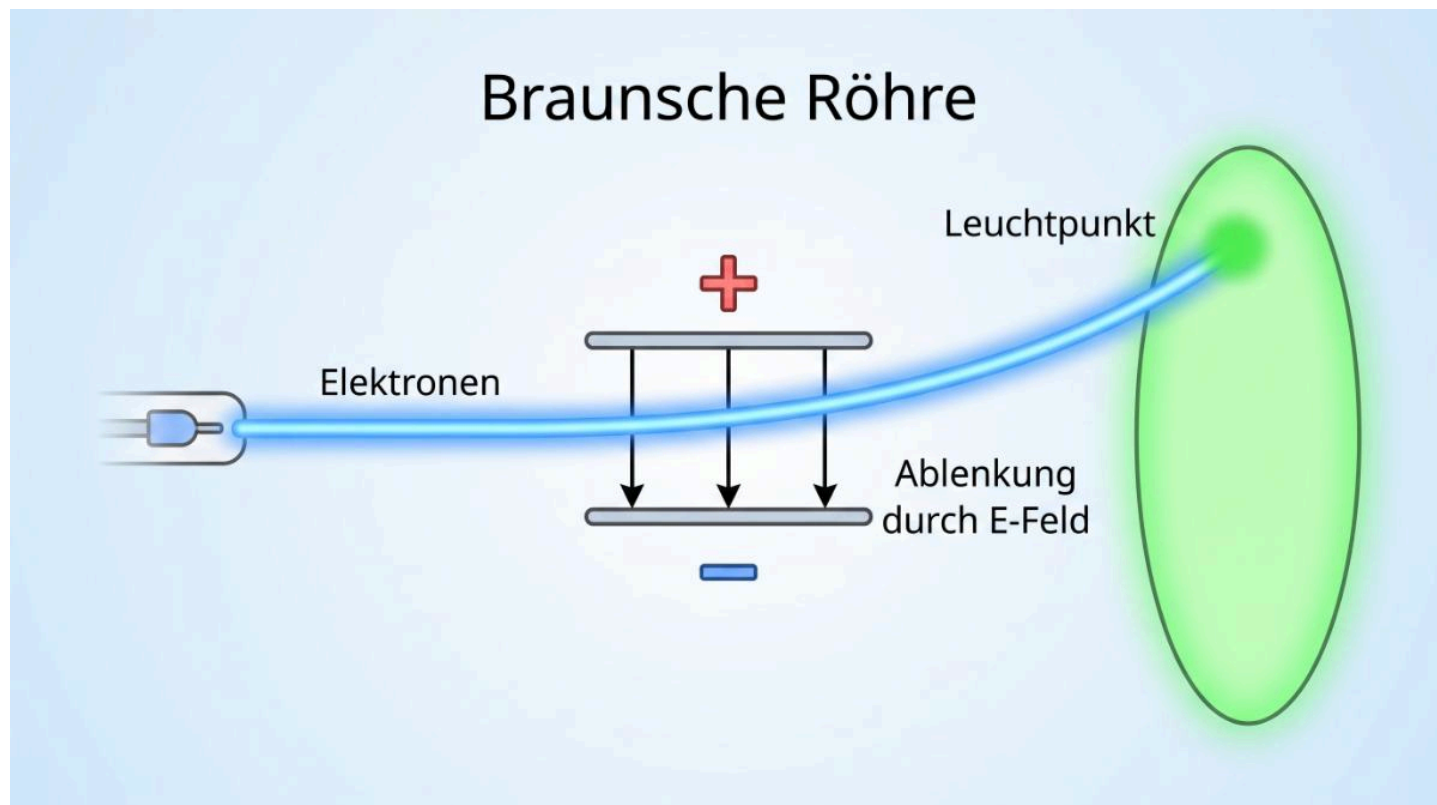
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Braunsche Röhre (Oszilloskop)

Lernziel-ID 5fda8623-69e0-5503-9c6d-86d054a8cf91

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Ladungen in Feldern > Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie in der Braunschen Röhre das von einer Ablenkspannung erzeugte elektrische Feld die vertikale Lage des Elektronenstrahls auf dem Leuchtschirm bestimmt und eine Zeitbasis den Strahl horizontal führt, sodass ein Oszilloskop den zeitlichen Spannungsverlauf darstellt; eine magnetische Ablenkung kann sie davon qualitativ unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f209cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79

S. 87

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a008-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

[Elektronenablenkung im elektrischen Feld](#) db5f4121-d4b1-5006-b2da-6e76aac72bf5

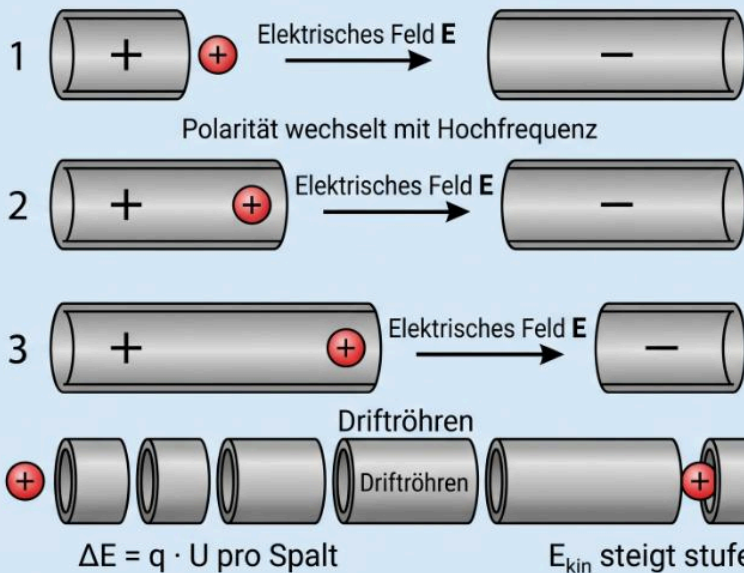
Linearbeschleuniger modellieren

Lernziel-ID 74a74132-fa39-541c-8d3c-696cf228452d

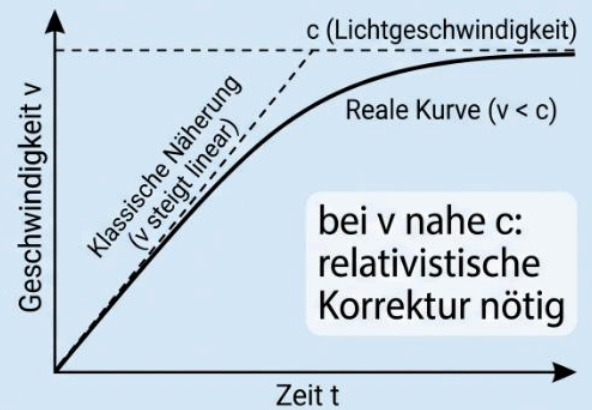
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Ladungen in Feldern > Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld

Linearbeschleuniger modellieren

Klassische Modellierung (Beschleunigung im Spalt)



Übergang zur relativistischen Korrektur



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann lineare Beschleunigerstufen über die Energiezunahme einer Ladung im elektrischen Feld klassisch modellieren und begründen, warum bei Geschwindigkeiten, die nicht mehr klein gegenüber der Lichtgeschwindigkeit sind, relativistische Beziehungen für Energie und Impuls erforderlich werden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4858-b44f-041ba1398e79

S. 87

Kondensator und Feld im Plattenkondensator

9f59a088-3939-59e9-821d-167fadfda782

S. 244

Wird direkt vorausgesetzt von

Exkurs: Relativistische Energie und Impuls im Linearbeschleuniger

8d34228c-da38-5c1e-97cc-571f3eafb9f4

S. 256

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Linearbeschleuniger und Relativitätsgrenze](#) 72ee642f-7574-517e-abd6-17d699b05af6

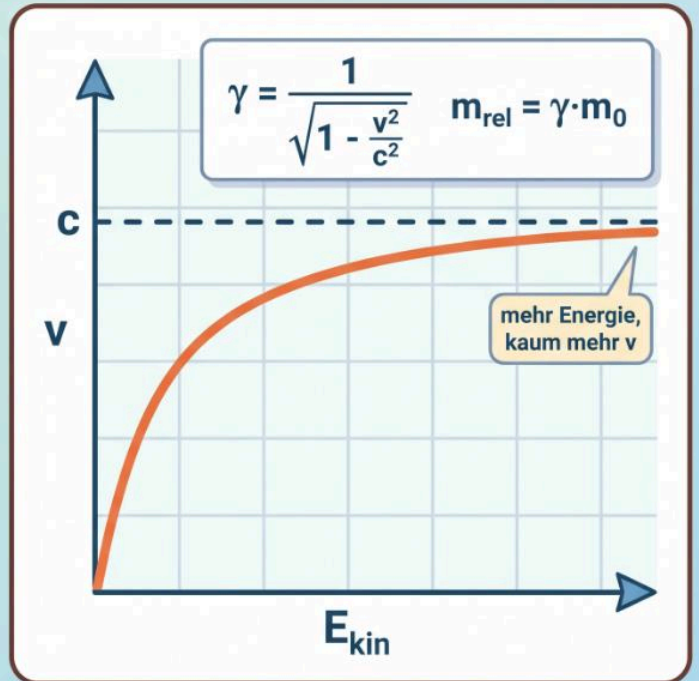
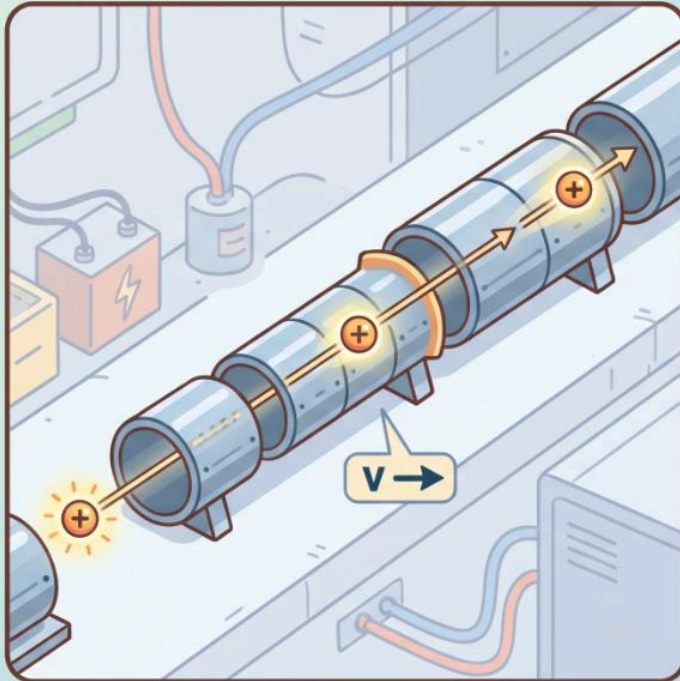
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Exkurs: Relativistische Energie und Impuls im Linearbeschleuniger

Lernziel-ID 8d34228c-da38-5c1e-97cc-571f3eafb9f4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Elektrisches Feld > Ladungen in Feldern > Bewegung geladener Teilchen im elektrischen Feld

Grenzen klassischer Beschleunigung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann am Beispiel eines Linearbeschleunigers erläutern, warum klassische Energie- und Impulsbeziehungen für Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit versagen, und die historische Bezeichnung „relativistische Massenzunahme“ so einordnen, dass die Ruhemasse invariant bleibt und die Zunahme von Energie und Impuls relativistisch beschrieben wird.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Linearbeschleuniger modellieren](#)

74a74132-fa39-541c-8d3c-696cf228452d

S. 255

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Linearbeschleuniger und Relativitätsgrenze](#) 72ee642f-7574-517e-abd6-17d699b05af6

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

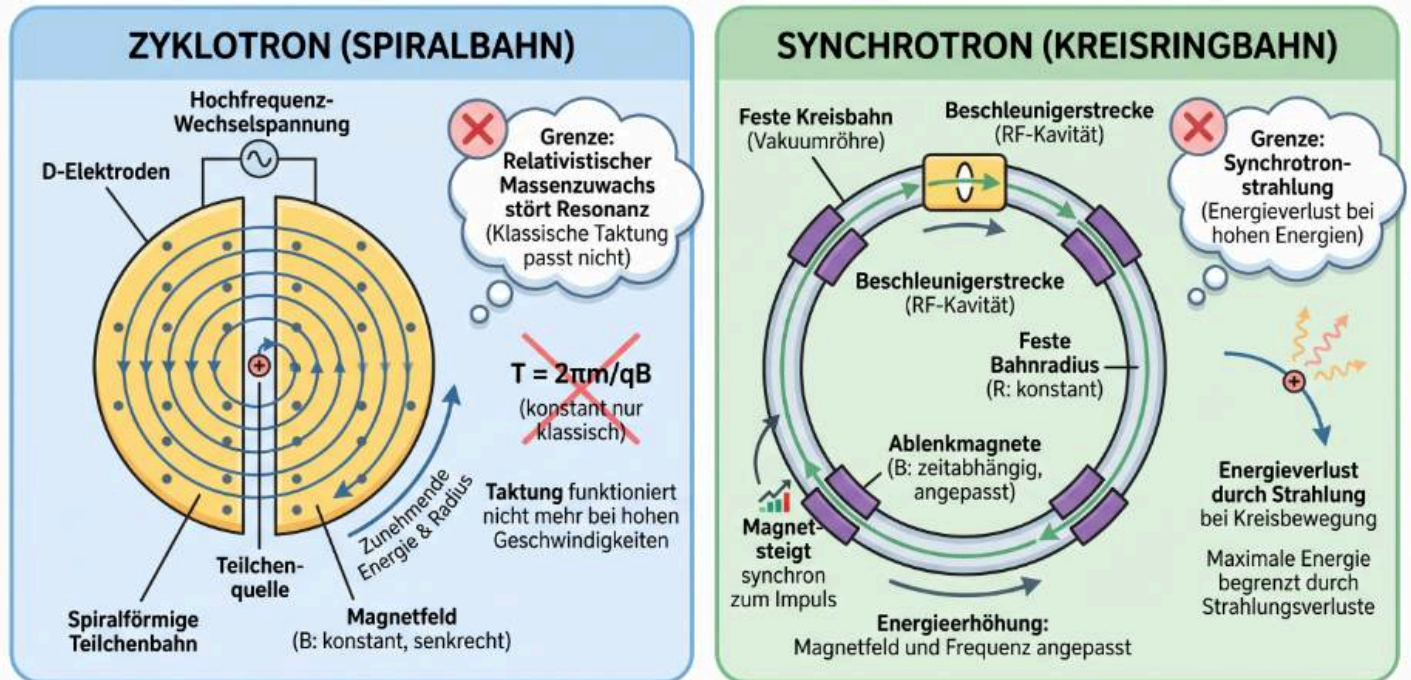
Zyklotron und Synchrotron als Kreisbeschleuniger vergleichen

Lernziel-ID 2d62b444-796e-548d-aeee-cfd9c6665ddc

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Technische Anwendungen magnetischer Felder

Teilchenbeschleuniger: Zyklotron vs. Synchrotron



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Zyklotron und Synchrotron anhand der gemeinsamen Rollen elektrischer Felder beim Beschleunigen und magnetischer Felder bei der Bahnführung vergleichen, die feste Hochfrequenztaktung mit wachsendem Bahnradius beim idealisierten nichtrelativistischen Zyklotron von der angepassten Beschleunigungsphase und Magnetfeldstärke bei näherungsweise konstantem Synchrotronradius unterscheiden und daraus wesentliche Modell- und Betriebsgrenzen begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kreisbahnen geladener Teilchen quantitativ bestimmen

S. 221

Geladene Teilchen in homogenen elektrischen Feldern untersuchen

S. 253

Wird direkt vorausgesetzt von

Zyklotron und Strahlentherapie fachlich bewerten

S. 262

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

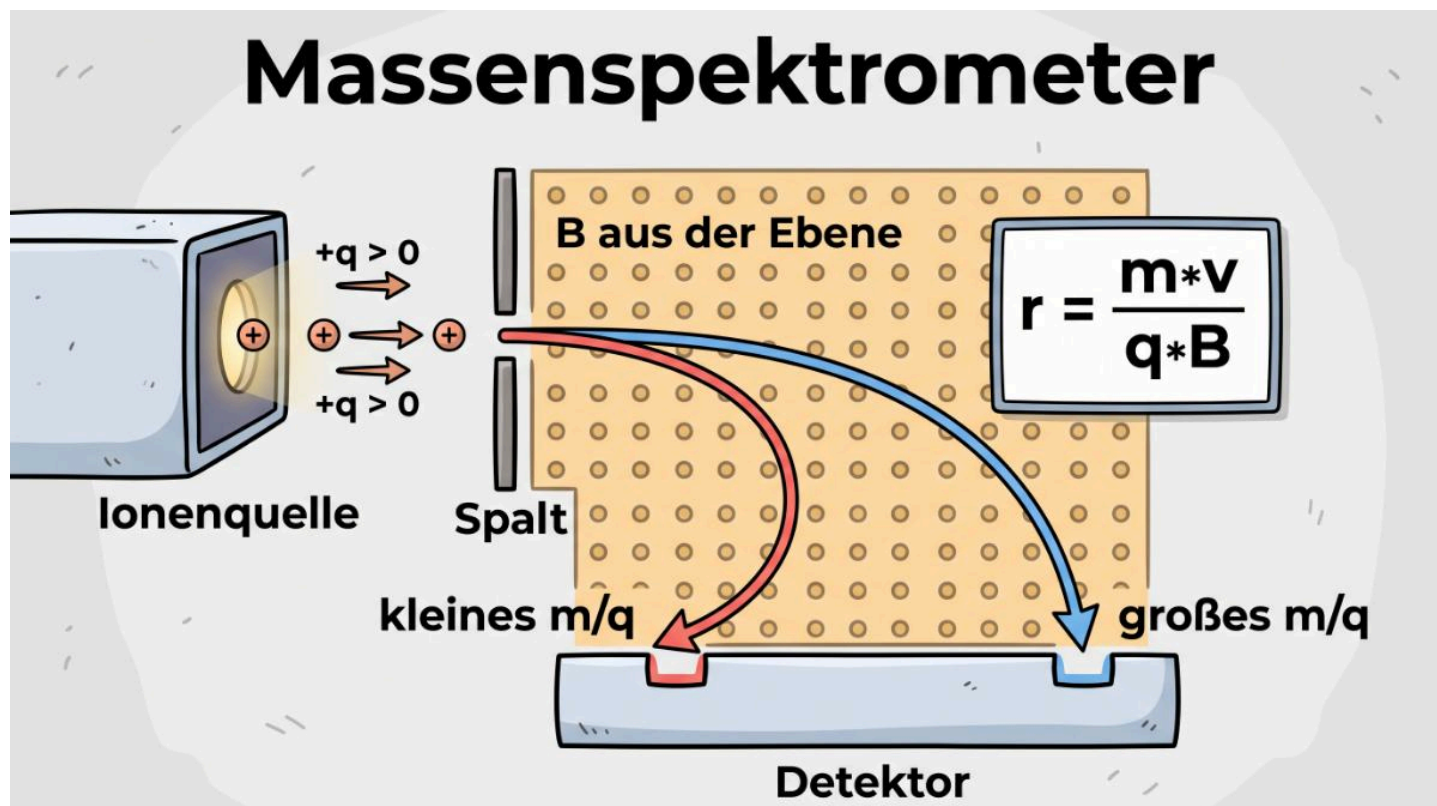
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Massenspektrometer als Feldanwendung beschreiben

Lernziel-ID 3f17d0d2-562d-4c1c-9ebc-1a1a43f28f9c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Technische Anwendungen magnetischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Massenspektrometer als technische Anwendung elektrischer und magnetischer Felder beschreiben und die Trennung geladener Teilchen nach dem Verhältnis von Masse und Ladung qualitativ erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Geladene Teilchen in homogenen magnetischen Feldern untersuchen](#) S. 220
9854589c-5feb-4942-b90f-311ddf36eb78

[Geladene Teilchen in homogenen elektrischen Feldern untersuchen](#) S. 253
741774ef-15fc-4bcf-a370-e2c5cf4257d0

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

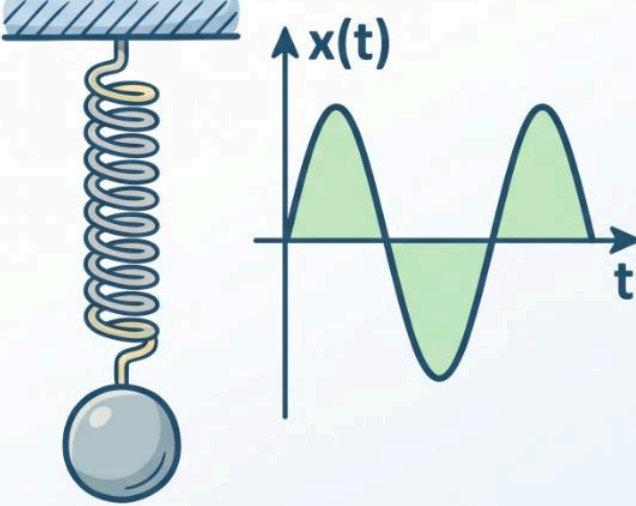
[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

Schwingungsgleichung lösen

Lernziel-ID b2fb9a25-4d26-5cf2-a917-823909dcb6bd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen

Schwingungsgleichung lösen



The diagram shows a mass-spring system on the left, with a spring hanging from a fixed support and a mass at the end. To its right is a graph of displacement $x(t)$ versus time t . The graph shows a sinusoidal wave starting at the origin, with the area under the curve shaded green. To the right of the graph are two yellow boxes containing the differential equation and its general solution. Below these boxes are three colored buttons: a yellow one for Amplitude, a green one for Kreisfrequenz, and an orange one for Phase, each with an arrow pointing to the phase term in the solution equation.

$$x'' + \omega^2 \cdot x = 0$$
$$x(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \phi)$$

A: Amplitude ω : Kreisfrequenz ϕ : Phase

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die lineare Differenzialgleichung einer ungedämpften harmonischen Schwingung für gegebene Anfangsbedingungen lösen und die Lösung anhand von Amplitude, Kreisfrequenz und Phase physikalisch deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Harmonische Schwingung verstehen d03f1cb6-c224-53db-ad91-76cc7827978d	S. 132	Methode: Lösungsansatz für DGL (Exponentialfunktion) 09f2cbbd-64e0-55d2-ada7-1190f4fd50df	S. 249
---	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Überlagerungen unabhängiger Schwingungen qualitativ beschreiben 4888444f-4520-437a-9ba7-e74e8f8ed129	S. 260	Differentialgleichung des elektromagnetischen Schwingkreises mit Ansatz lösen a7255b83-336c-4d42-ba5c-bc2f6248ea36	S. 359
--	--------	--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag B \(LK\) - Schwingungsdiagnostik mit Grenzflächenanalyse](#) 99954602-819d-57f3-9c09-737e69f162df

[Resonanz, Dämpfung und Schwingungsgleichung](#) d350cfa7-c606-501e-abf7-1c9e546b266b

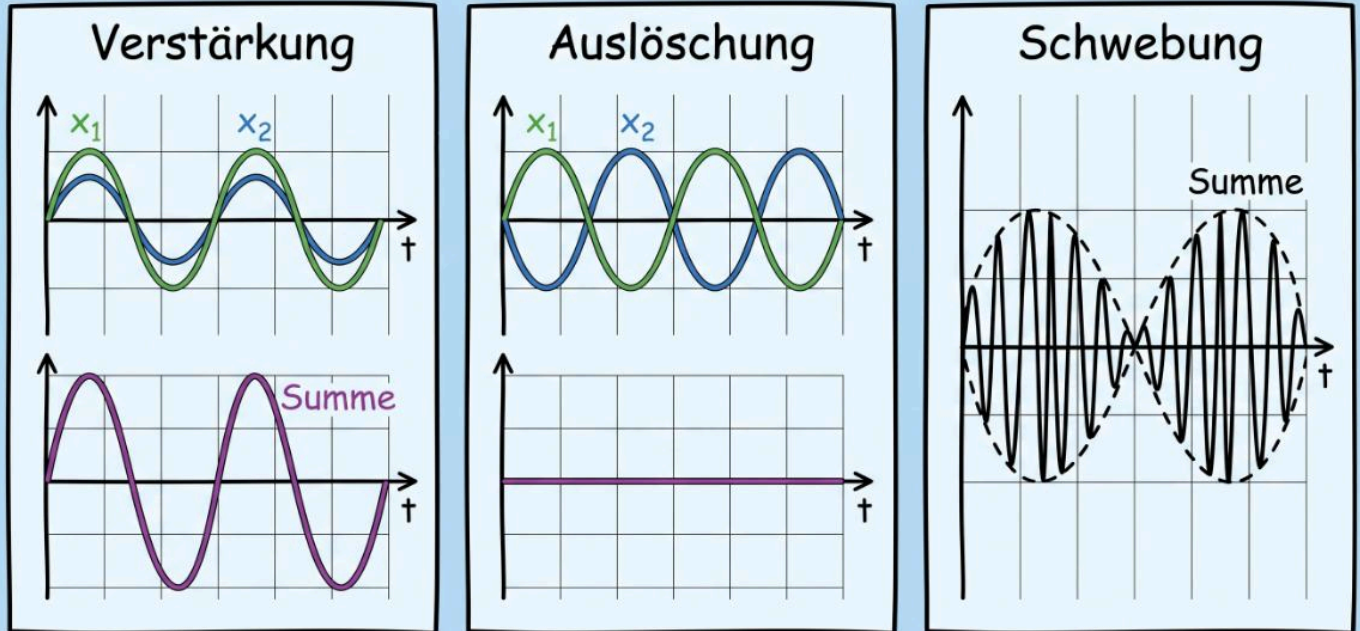
[Vorschlag B \(LK\) - Aktives Schwingungsmanagement](#) fa333c2f-3150-5831-a649-28615164b2f2

Überlagerungen unabhängiger Schwingungen qualitativ beschreiben

Lernziel-ID 4888444f-4520-437a-9ba7-e74e8f8ed129

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen

Schwingungen überlagern



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Überlagerungen unabhängiger Schwingungen qualitativ beschreiben und dabei Verstärkung, Abschwächung und Schwebungen fachlich einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Schwingungsgleichung lösen](#)

b2fb9a25-4d26-5cf2-a917-823999dcb6bd

S. 259

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

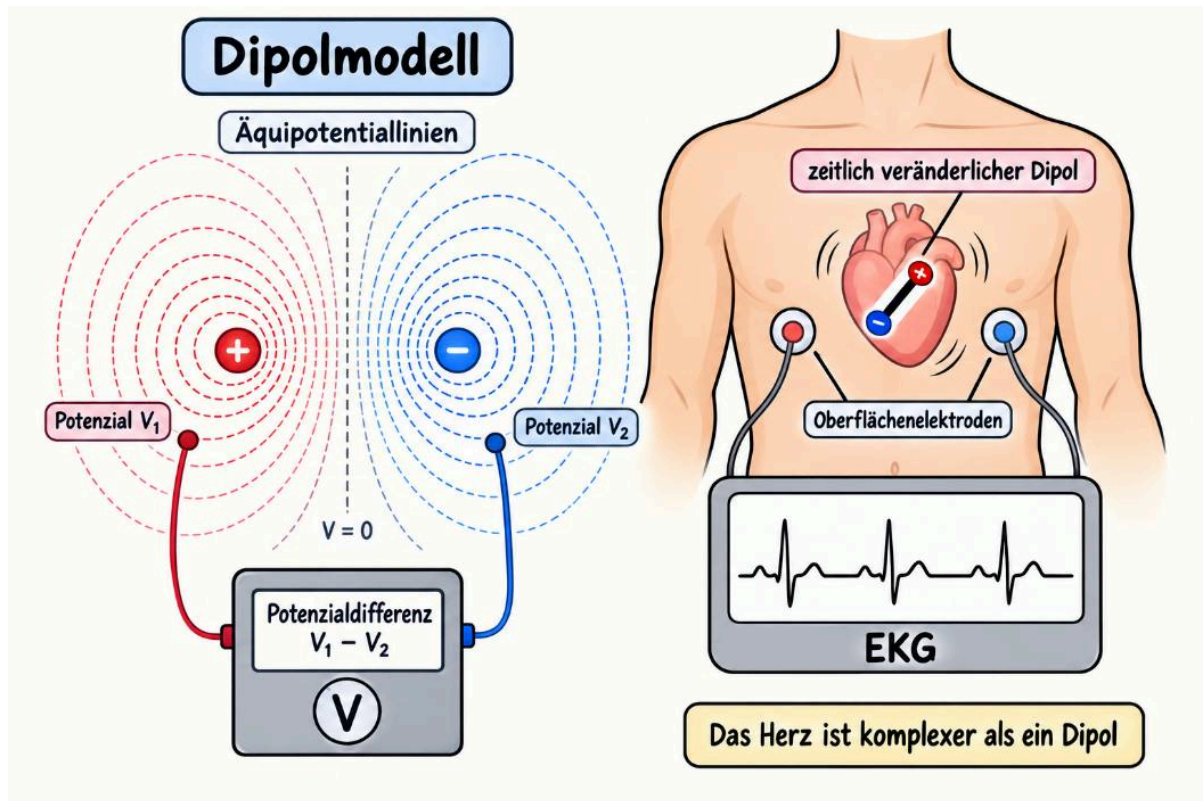
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Elektrische Dipolfelder mit dem EKG verknüpfen

Lernziel-ID e19fccd7-6a35-5c9e-86e1-dcca76481e9c

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elektrische Potenziale und Äquipotentiallinien eines Dipolfeldes experimentell oder in einer Simulation untersuchen und erklären, wie ein zeitlich veränderliches Dipolmodell des Herzens mit den zwischen Oberflächen Elektroden gemessenen EKG-Potentialdifferenzen zusammenhängt und wo die Grenzen dieser Näherung liegen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Feldlinienbilder von Ladungs- und Leiteranordnungen deuten S. 215

Elektrisches Potenzial berechnen S. 243

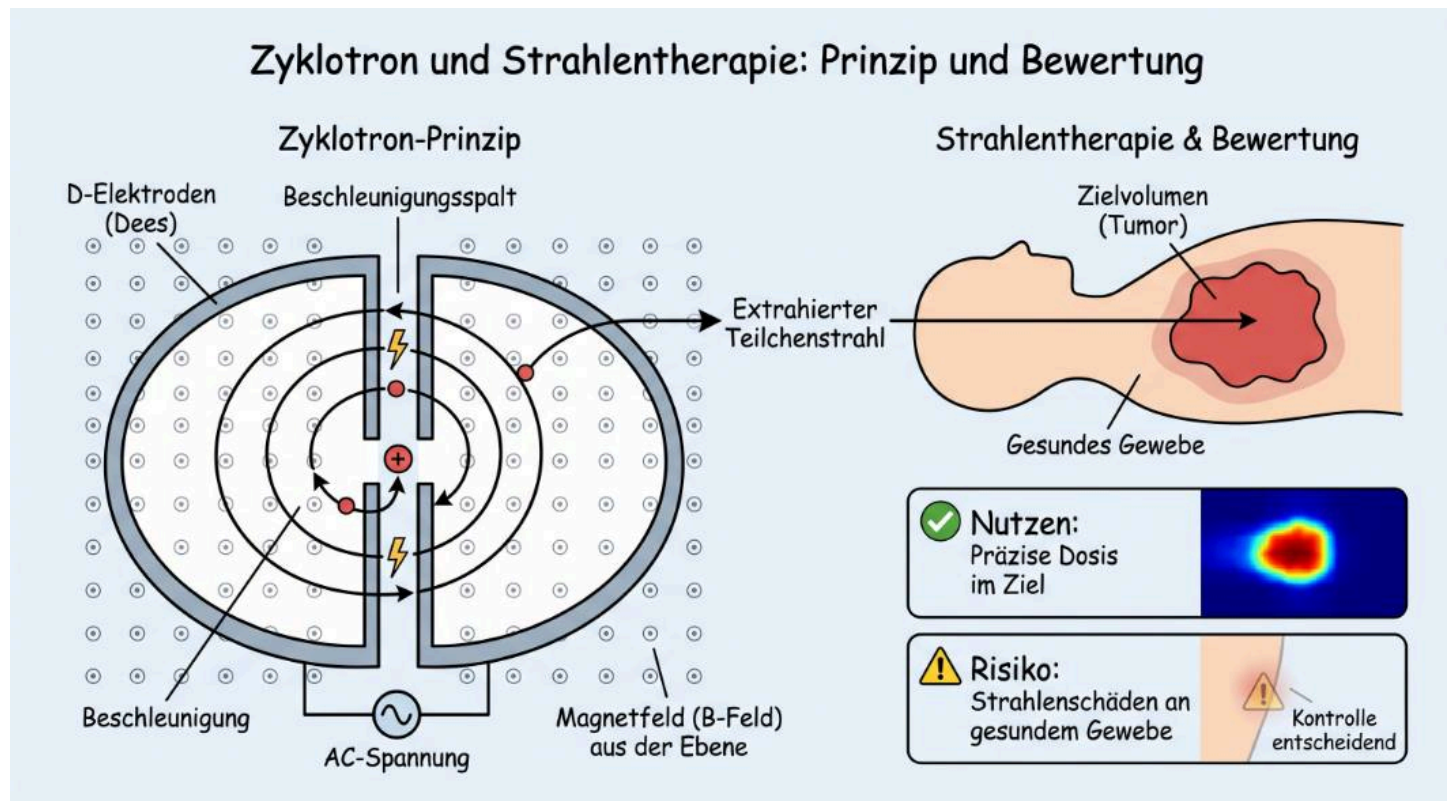
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Zyklotron und Strahlentherapie fachlich bewerten

Lernziel-ID d1306bda-35ff-53e9-9458-3cbc128874d8

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Funktionsprinzip des Zyklotrons auf Strahlentherapien beziehen und Nutzen sowie Risiken medizinischer Anwendungen mit physikalischen Kriterien bewerten.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Zyklotron und Synchrotron als Kreisbeschleuniger vergleichen](#)

S. 257

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

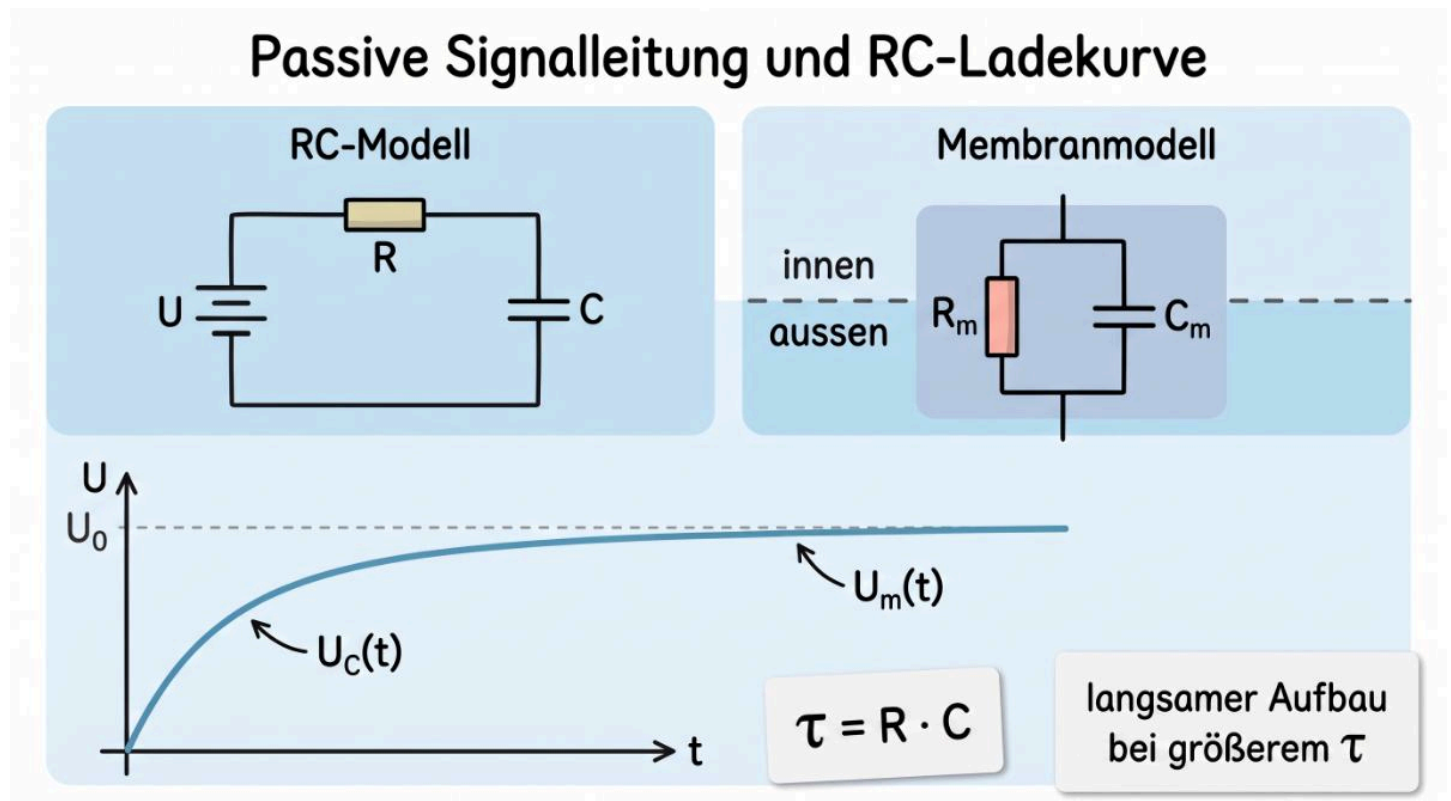
Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Beurteilung von Strahlungsrisiken und Kernenergie](#) 23fd87f3-9e79-5e0e-b9d1-7c15f3d119e0

Passive Signalleitung mit Kondensator-Ladekurven vergleichen

Lernziel-ID 3aaac6ad-948e-502a-9d49-ce40db0f2ca3

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den lokalen zeitlichen Signalaufbau eines passiven Axonsegments mit einer Kondensator-Lade- oder Entladekurve vergleichen, durch ein exponentielles RC-Modell mathematisch beschreiben und von der zusätzlichen räumlichen Abschwächung gekoppelter Segmente abgrenzen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Axonsegmente als elektrische Ersatzschaltungen modellieren c2e0fc31-27a2-5727-9025-a824db9150d2	S. 206	Differenzialgleichung des RC-Kreises lösen 330808f6-789a-583d-86df-e271a7683d8b	S. 250
--	--------	--	--------

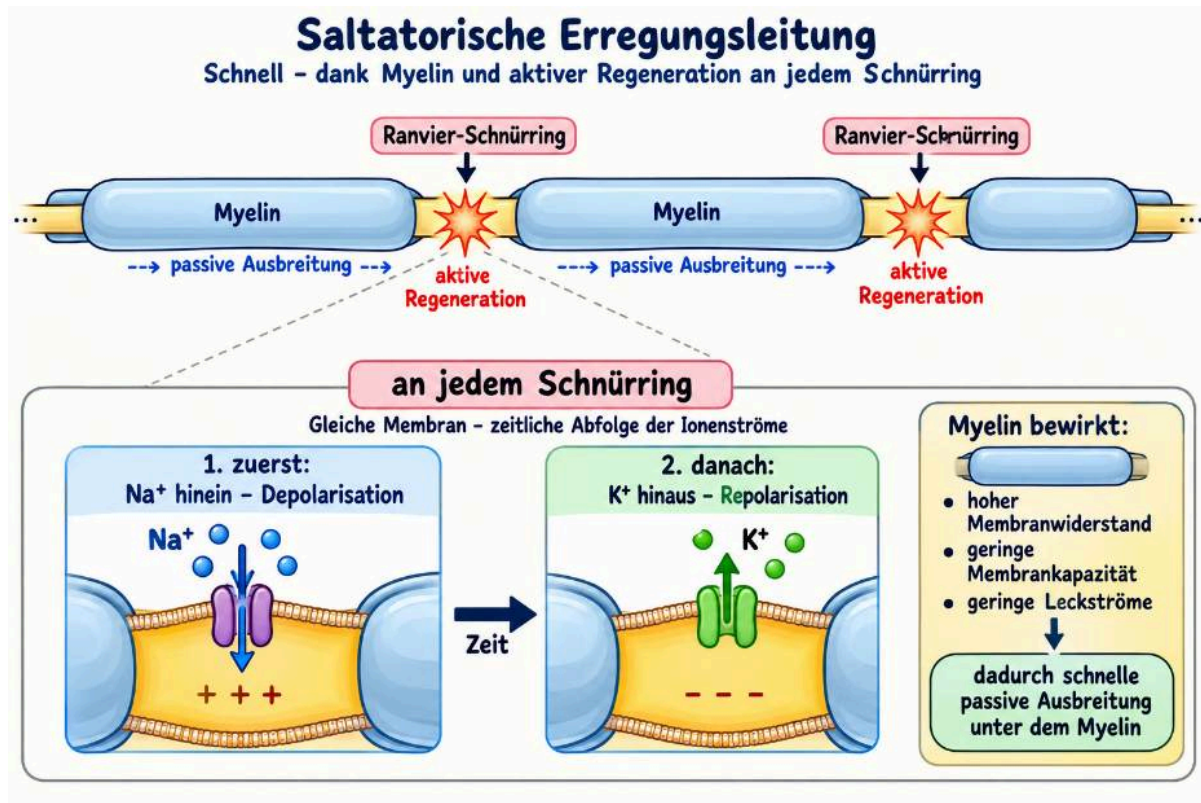
Wird direkt vorausgesetzt von

Saltatorische Signalleitung aus aktiver Regeneration und Membraneigenschaften erklären 8fbae050-c5c9-52b6-9983-2c366e9c8ade	S. 264
--	--------

Saltatorische Signalleitung aus aktiver Regeneration und Membraneigenschaften erklären

Lernziel-ID 8fbae050-c5c9-52b6-9983-2c366e9c8ade

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, wie spannungsabhängige Natriumkanäle die Depolarisation des Aktionspotenzials an Ranvier-Schnürringen regenerieren und Kaliumkanäle zur Repolarisation beitragen, während der erhöhte Membranwiderstand und die verringerte Membrankapazität myelinisierter Internodien eine schnelle passive Ausbreitung mit geringen Leckströmen ermöglichen, und passive Ausbreitung von aktiver Regeneration unterscheiden.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ruhepotenzial an einer selektiv permeablen Membran modellieren

S. 208

Passive Signalleitung mit Kondensator-Ladekurven vergleichen

S. 263

Wird direkt vorausgesetzt von

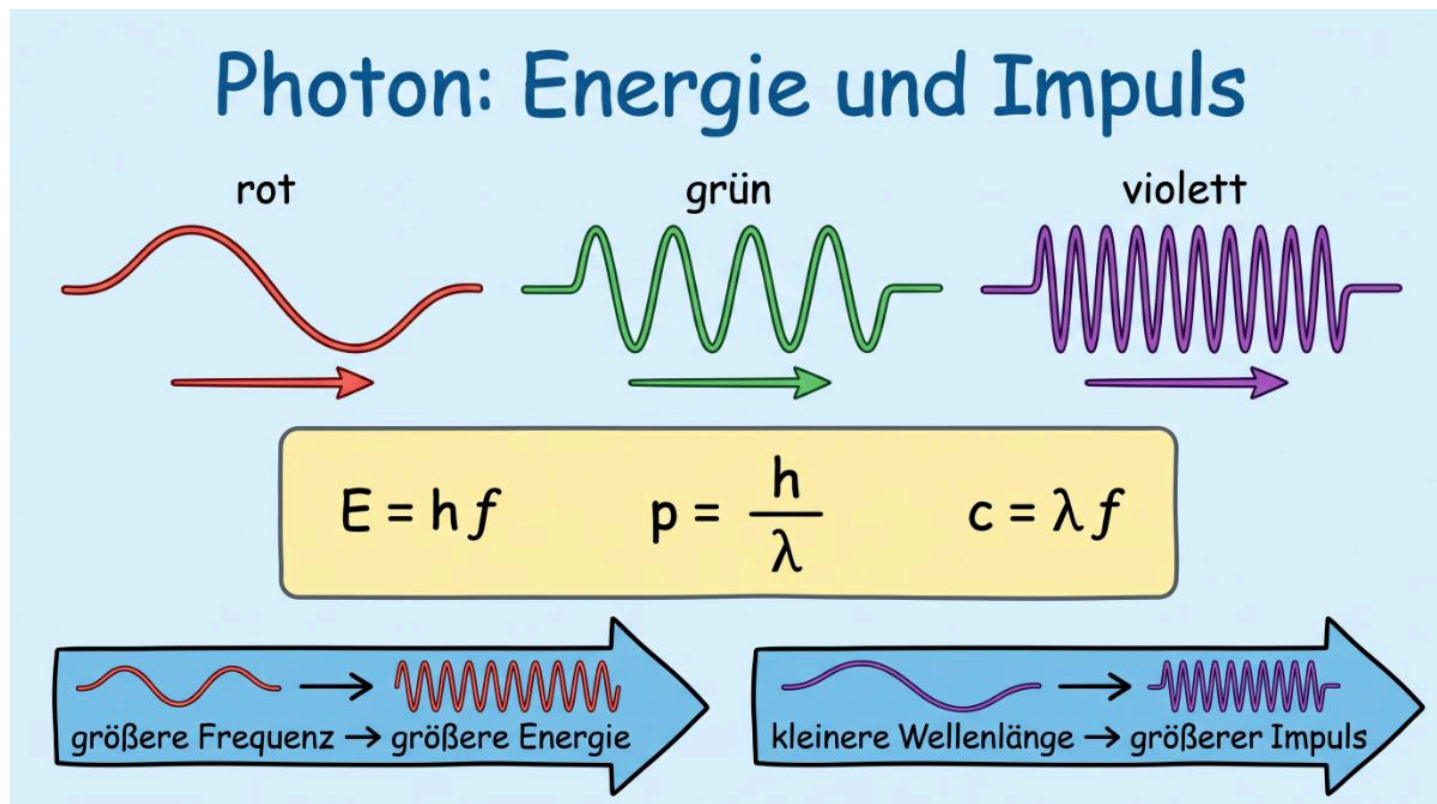
Biologische und künstliche neuronale Verschaltungen mit einem gemeinsamen Modell vergleichen

S. 338

Energie und Impuls von Photonen

Lernziel-ID d2860d7f-32ff-5d74-b2f8-b7bfc8d75aec

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Zusammenhänge zwischen Energie, Impuls, Frequenz und Wellenlänge von Photonen darstellen und fachlich deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Spektrum elektromagnetischer Wellen](#) S. 148

Wird direkt vorausgesetzt von

Fotoeffekt und Einstein-Deutung S. 266	De-Broglie-Wellen S. 269	Einzelphotonen-Interferenz S. 272	Antimaterie und Paarvernichtung S. 288	Emission, Absorption und Linienspektren S. 296	Bindungsenergie und Massendefekt S. 431
--	--	---	--	--	---

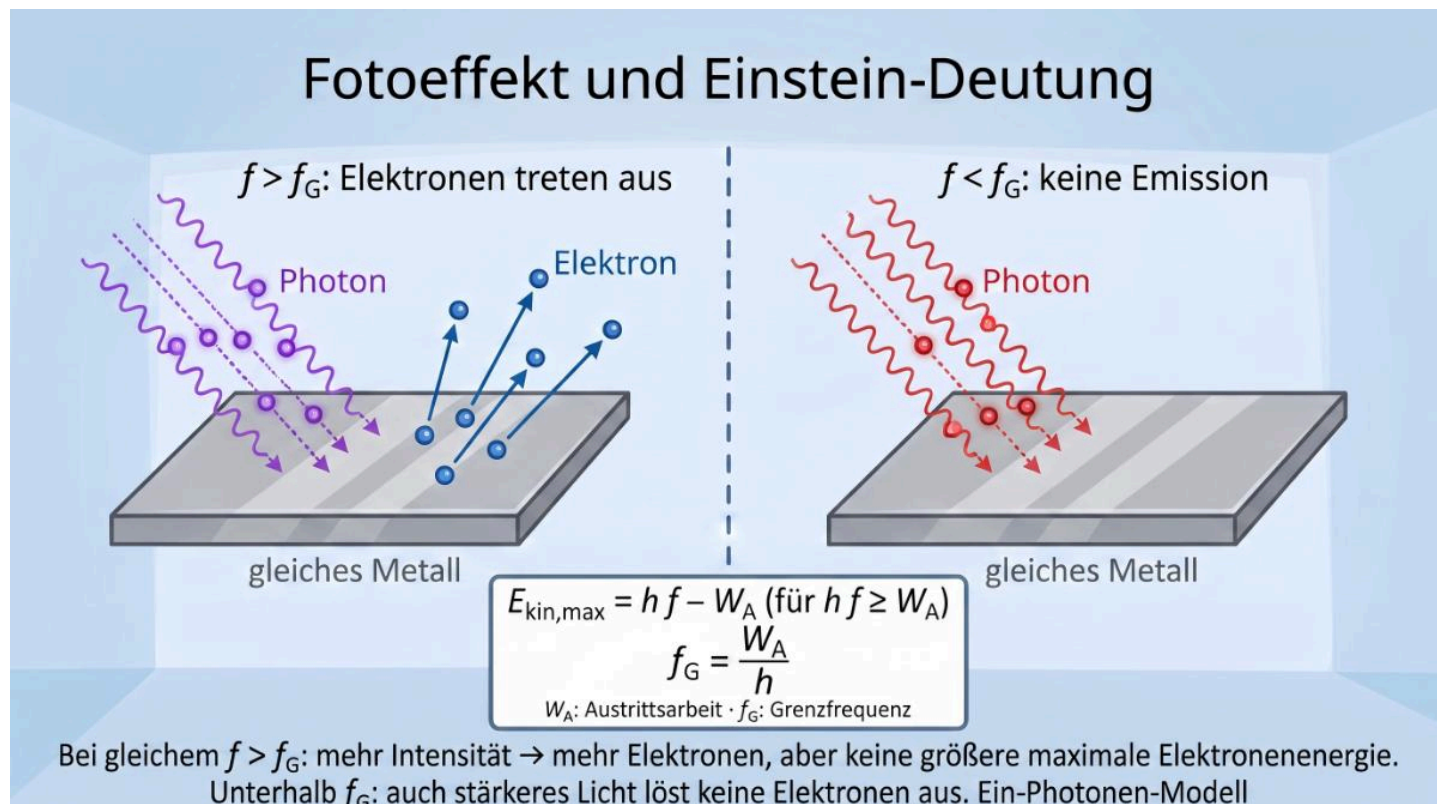
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

Photonenmodell und Fotoeffekt 22bdd29e-06d3-5d43-97d6-8b442b8bfc8c	Vorschlag C (LK) - Quantenanalyse mit Compton und Moseley 422dcfaa-b882-57f8-a987-eecc83a63937e	Vorschlag D (LK) - Röntgen-CT in der Werkstoffprüfung 5733c2c5-be2d-5879-89db-4ed4e5f3eff3	Vorschlag D (LK) - Röntgen-Qualitätssicherung in der Batteriezellprüfung 5c6d2ec8-d692-5ad2-a72a-8a9e5544a6c7	Vorschlag C (GK) - Compton-Effekt und Energiestufenmodell 66106588-17bb-58c6-91dd-2349c880dd87	Prüfungsaufgabe: Spektrallinien und Photonen deuten 93cdaa49-88e8-5e26-8506-656366d9ce3c
Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen a94f9b95-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4	Vorschlag D (GK) - Balmer-Auswertung und Teilchenwellen c3c2489-4907-585f-8b56-2cb069aa6bf2	Vorschlag C (LK) - Quantenanalyse einer Spektrallampe e73de7c5-5f09-5e84-8a95-8d764b422ec3			

Fotoeffekt und Einstein-Deutung

Lernziel-ID cb0e05ff-e47d-55e7-bd5b-f8d78f2cb91f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Fotoeffekt beschreiben, die Einstein'sche Deutung erläutern und die Widersprüche zur klassischen Wellentheorie herausarbeiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Impuls von Photonen

S. 265

Wird direkt vorausgesetzt von

Wie funktionieren Solarzellen und Lichtsensoren?

S. 267

Methode: Naturkonstanten bestimmen (Linearisierung)

S. 268

Fotoeffekt-Daten auswerten

S. 271

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Photonenmodell und Fotoeffekt](#) [Lernkarten - Q3](#) [341ec911-6624-22bdd29e-06d3-5d43-97d6-8b442b8bfc8c](#) [529c-8799-b5a5113ee997](#)

[Vorschlag C \(GK\) - Compton-Effekt und Energiestufenmodell](#) [66109588-17bb-58c6-91dd-2349c880dd87](#)

[Vorschlag C \(GK\) - Fotoeffekt und Energiestufen](#) [786783af-b936-5e64-8fe2-ab1128feaf49](#)

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) [a94f9b85-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4](#)

[Abiturprüfung Physik \(GK\) - Vorschläge A bis D](#) [abe032d3-97dd-5eaf-964e-0439cea27ac2](#)

[Vorschlag D \(GK\) - Franck-Hertz und Energiestufen](#) [d82ac375-2aa8-578a-893a-025e0a27e60f](#)

[Vorschlag C \(LK\) - Quantenanalyse einer Spektrallampe](#) [e73de7c5-5f09-5e84-8a95-8d764b422ec3](#)

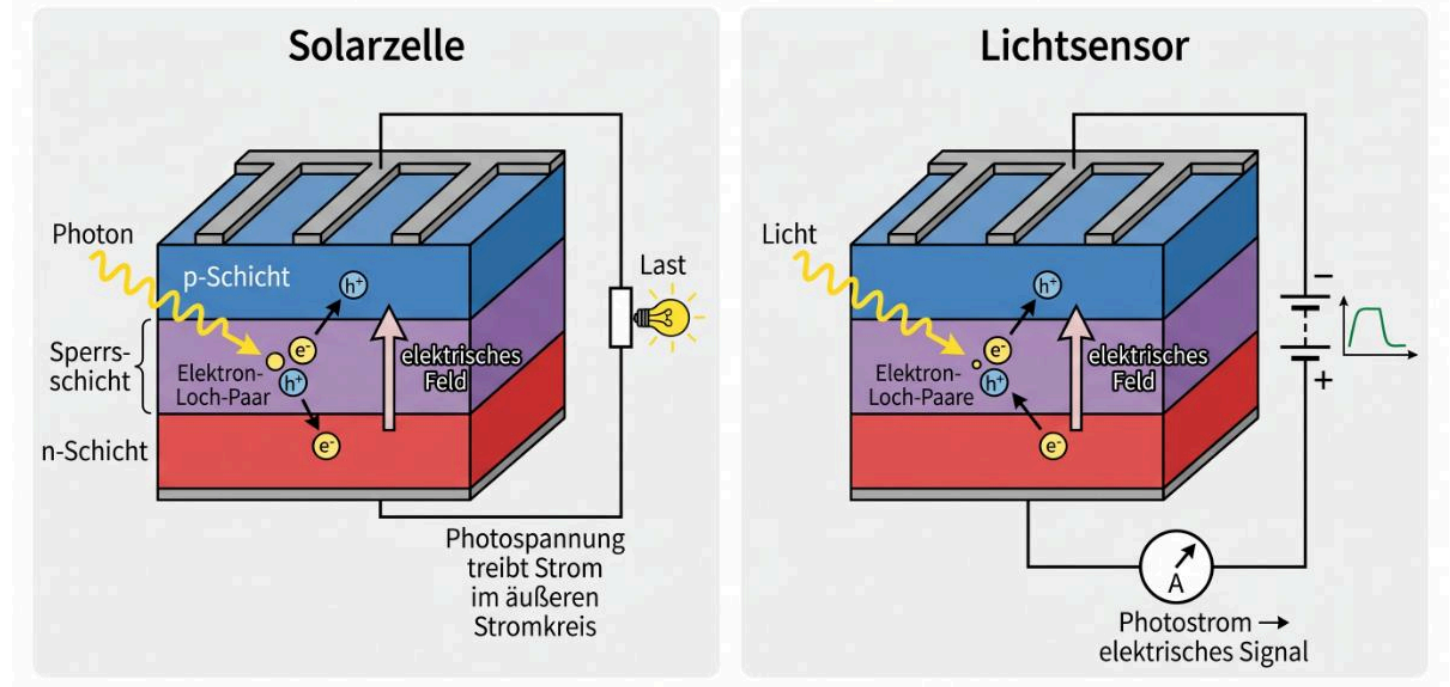
[Abiturprüfung Physik \(GK, 2026/2\) - Vorschläge A bis D](#) [f4eac786-a8e1-5f23-aedf-17bc70fc347f](#)

Wie funktionieren Solarzellen und Lichtsensoren?

Lernziel-ID f75c494c-5723-5cd8-8ec9-dc3d8ec7eca6

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus

Solarzelle und Lichtsensor



Lernzielbeschreibung

Einstieg in die Quantenphysik über Alltagsanwendungen: Die lernende Person kann die Funktionsidee von Solarzellen und Lichtsensoren beschreiben und offene Fragen formulieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Fotoeffekt und Einstein-Deutung

cb0e95ff-e47d-55e7-bd5b-f8d78f2cb91f

S. 266

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Photonenmodell und Fotoeffekt 22bdd29e-00d3-5d43-97d6-8b442b8bfc8c](#)

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4](#)

Methode: Naturkonstanten bestimmen (Linearisierung)

Lernziel-ID 28f6a324-5f5e-5771-91d2-c007f6c275aa

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Plancksche Wirkungsquantum h aus Fotoeffekt-Messdaten durch eine lineare Auswertung der Einstein-Gleichung für die maximale kinetische Energie bestimmen und den Zusammenhang zwischen Geradensteigung und h physikalisch deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Methode: Linearisierung von Messkurven

S. 122

Fotoeffekt und Einstein-Deutung

S. 266

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Photonenmodell und Fotoeffekt](#) 22bdd29e-00d3-5d43-97d6-8b442b8bfc8c

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

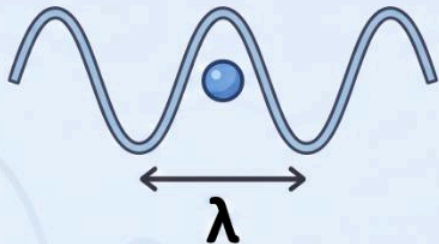
De-Broglie-Wellen

Lernziel-ID dfa53498-34f5-5326-9d94-87e7b528caf3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus

De-Broglie-Wellen

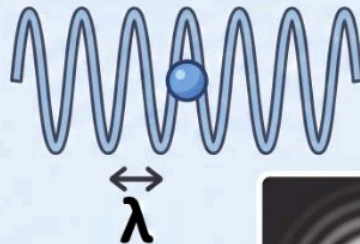
kleiner Impuls p



λ

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

größerer Impuls p



λ



Beugungsmuster

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die De-Broglie-Hypothese formulieren, die De-Broglie-Wellenlänge berechnen und die Wellen-Natur von Teilchen qualitativ begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Impuls von Photonen

d2860d7f-32ff-5d74-b2f8-b7bfc8d75aec

S. 265

Wird direkt vorausgesetzt von

Compton-Effekt

2aa2ef4b-8204-59b9-ad53-71c994cd6180

S. 270

Bohr'sche Postulate und Quantisierung

ce89fa04-bbd8-53b2-be01-812e3b3044ed

S. 273

Bragg-Bedingung anwenden (LK)

81c0d811-e6de-5489-8415-3b257c734a2e

S. 279

Elektronenbeugung als Materiewellenexperiment auswerten

e296aba6-f407-5944-a2bd-e5296e4c9f06

S. 387

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Materiewellen und Quantencharakter](#) 2c3f9ee1-fe78-5583-8eb1-fa6369b95995

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

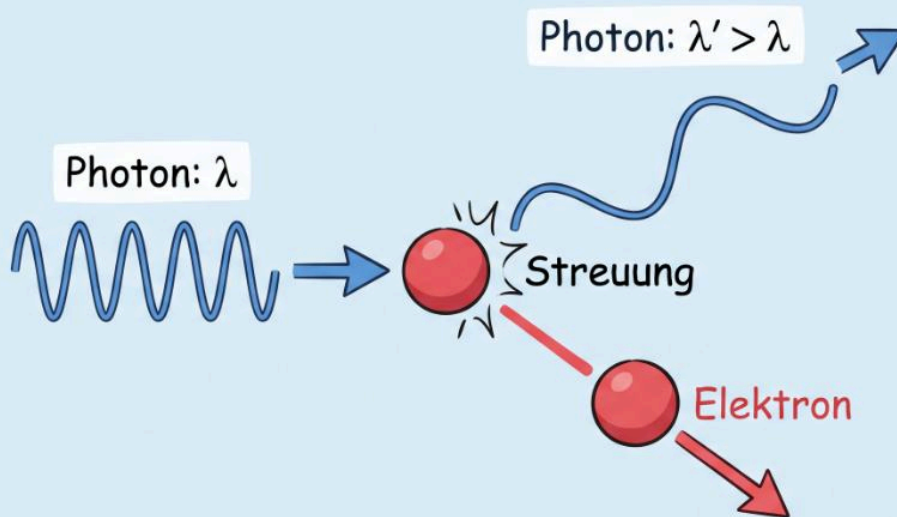
[Vorschlag D \(GK\) - Balmer-Auswertung und Teilchenwellen](#) c3c24489-4907-585f-8b56-2cb069aa6bf2

Compton-Effekt

Lernziel-ID 2aa2ef4b-8204-59b9-ad53-71c994cd6180

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus

Compton-Effekt



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Compton-Effekt qualitativ beschreiben und seine Bedeutung für den Teilchencharakter von Strahlung erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

De-Broglie-Wellen

dfa53498-34f5-5326-9d94-87e7b528caf3

S. 269

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Materiewellen und Quantencharakter](#) 2c3f9ee1-fe78-5583-8eb1-fa6369b95905

[Vorschlag C \(LK\) – Quantenanalyse mit Compton und Moseley](#) 422dcfaa-b082-57f0-a987-eec83a63937e

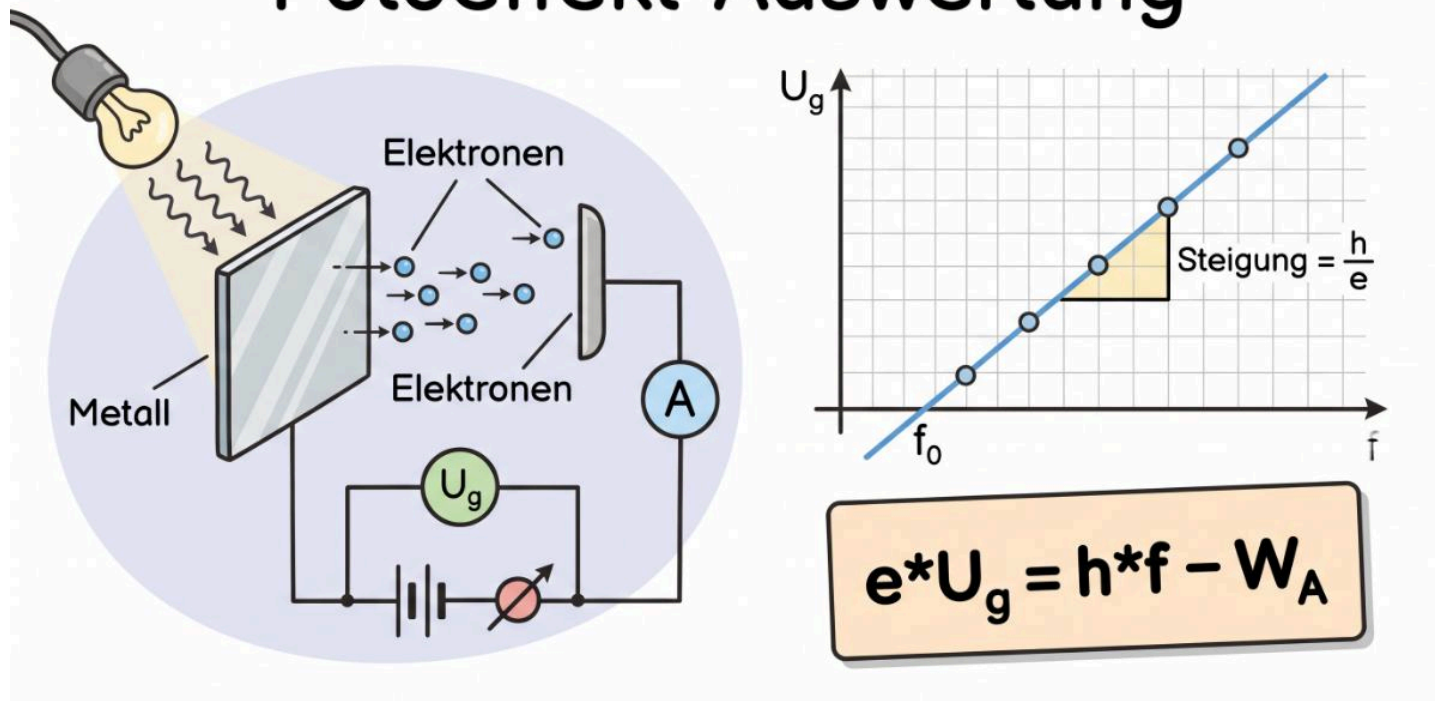
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Fotoeffekt-Daten auswerten

Lernziel-ID 5476480f-7ff2-529f-aade-968198c782a9

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus

Fotoeffekt-Auswertung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Fotoeffekt-Daten mithilfe der Einstein-Gleichung geeignet linearisieren, das Plancksche Wirkungsquantum aus der Steigung unter Berücksichtigung der gewählten Achsengrößen bestimmen und den materialabhängigen Achsenabschnitt deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Methode: Linearisierung von Messkurven

264dc31c-ec92-5e39-a8b8-16f1d74366d4

S. 122

Fotoeffekt und Einstein-Deutung

cb0e05ff-e47d-55e7-bd5b-f8d78f2cb91f

S. 266

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

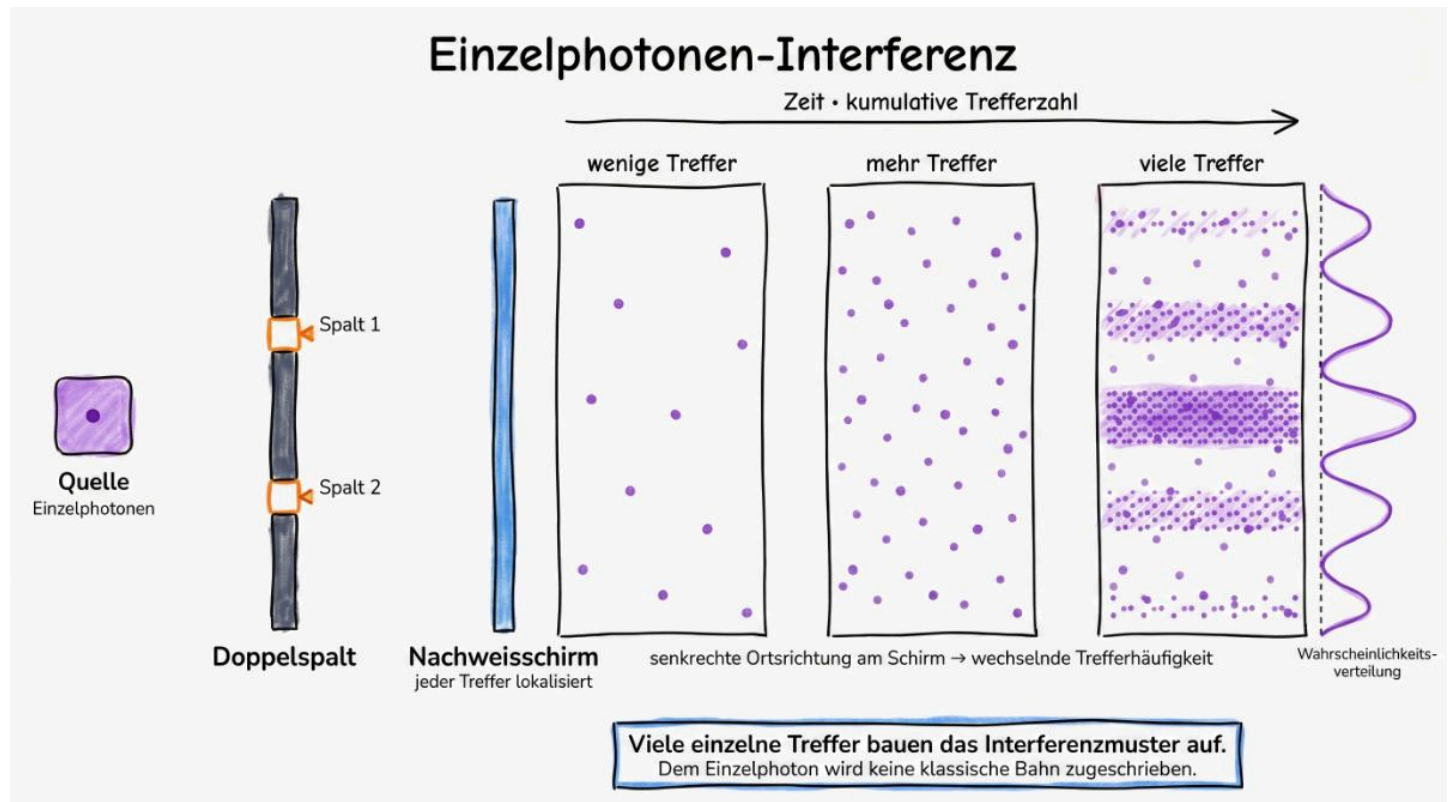
[Photonenmodell und Fotoeffekt 22bdd29e-00d3-5d43-97d6-8b442b8bfc8c](#)

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4](#)

Einzelphotonen-Interferenz

Lernziel-ID c5413852-abae-566b-b435-f9939209ca63

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Welle-Teilchen-Dualismus



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann deuten, wie sich aus vielen einzelnen, lokalisierten Photonennachweisen schrittweise ein relatives Häufigkeitsmuster aufbaut, das eine Interferenz-Wahrscheinlichkeitsverteilung sichtbar macht, ohne den Einzelereignissen klassische Bahnen zuzuschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Impuls von Photonen

d2860d7f-32ff-5d74-b2f8-b7bfc8d75aec

S. 265

Wird direkt vorausgesetzt von

Quanteninterferometer mit Phasen und Weginformation deuten

52b6722a-b3b2-5d2d-a507-0215532b0422

S. 388

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Materiewellen und Quantencharakter](#) 2c3f9ee1-fe78-5583-8eb1-fa6369b95905

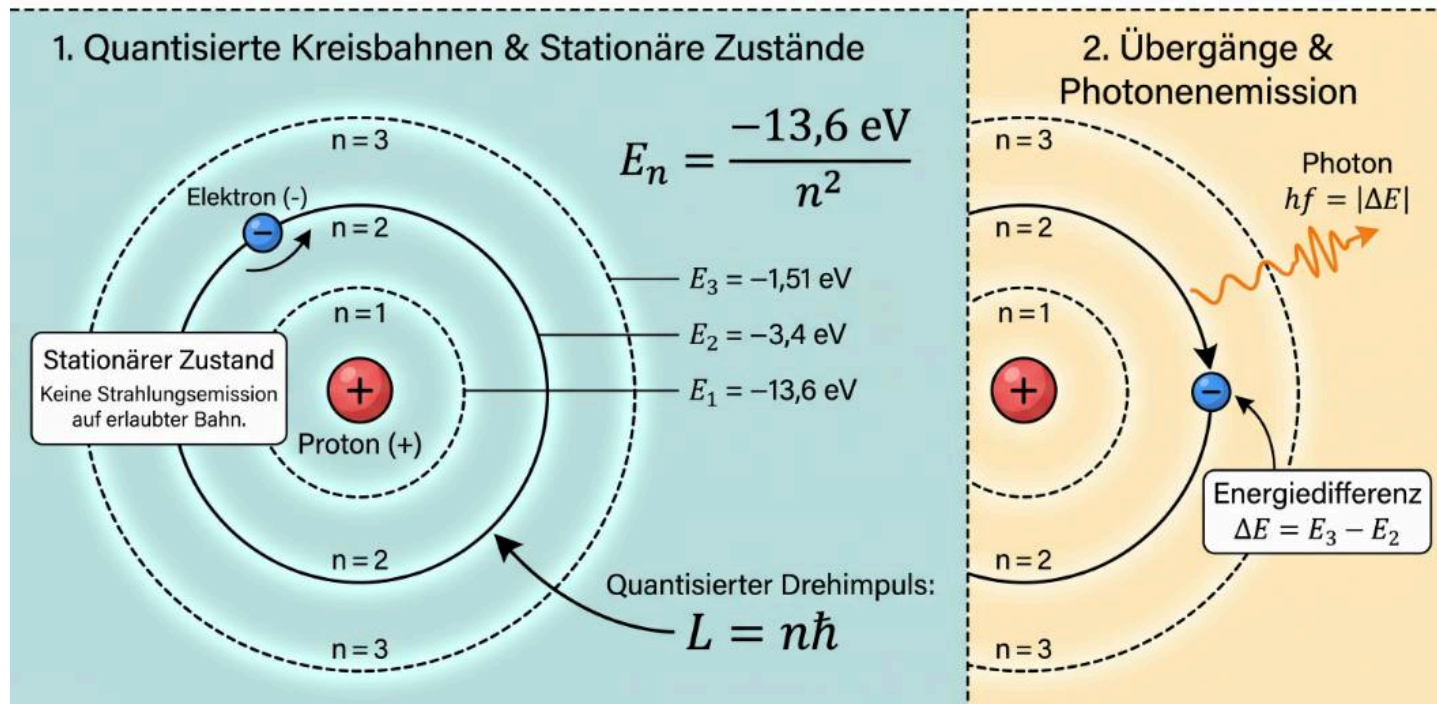
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Bohr'sche Postulate und Quantisierung

Lernziel-ID ce89fa04-bbd8-53b2-be01-812e3b3044ed

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Bohr'sche Postulate und Quantisierung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Bohr'schen Postulate formulieren und das Konzept der Quantisierung der Bahnen und Energieniveaus qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

De-Broglie-Wellen

dfa53498-34f5-5326-9d94-87e7b528caf3

S. 269

Wird direkt vorausgesetzt von

Energieniveaus des Wasserstoffatoms

d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

S. 274

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

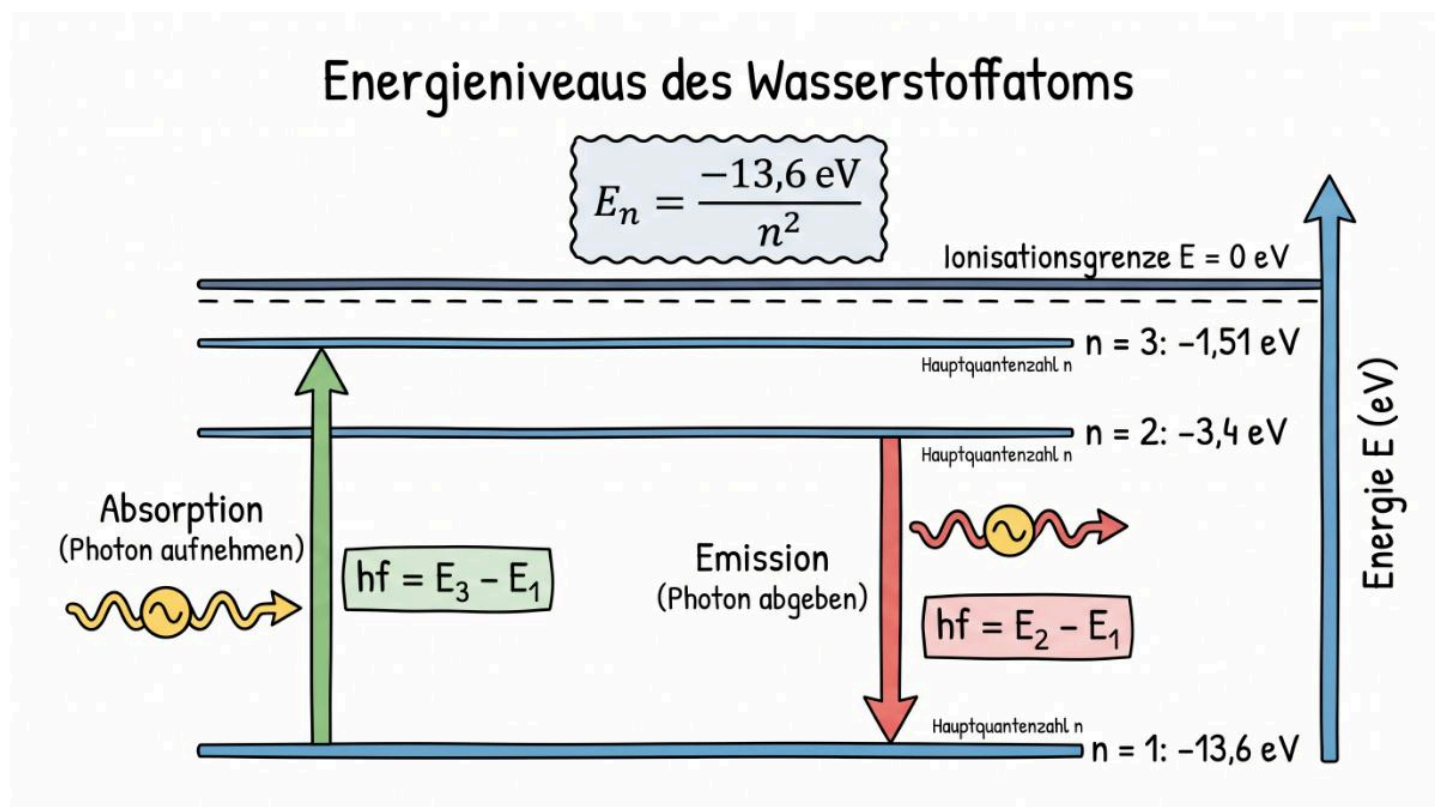
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

[Absorptionsspektren und Fluoreszenz deuten](#) d0eb16e9-9a52-5237-baca-ad5a14a4c59b

Energieniveaus des Wasserstoffatoms

Lernziel-ID d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Energieniveaus des Wasserstoffatoms mithilfe einer einfachen Formel angeben und Übergänge zwischen Niveaus mit der Energie abgegebener oder aufgenommener Photonen verknüpfen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bohr'sche Postulate und Quantisierung

ce89fa04-bbd8-53b2-be01-812e3b3044ed

S. 273

Wird direkt vorausgesetzt von

Orbitale des Wasserstoffatoms als Nachweiswahrscheinlichkeiten interpretieren

b1f00a6d-1a03-496c-b1bd-c1f2259f59a8

Franck-Hertz-Versuch

cf340ce4-8d91-5d22-a1d9-53bf408abdb3

S. 276

Energien wasserstoffähnlicher Ein-Elektronensysteme

bacae732-2016-5a83-bc61-d0f94ed5a0e4

S. 277

Röntgenspektren deuten

48e77690-17f7-5ebe-a8f7-87b2ee9820da

S. 278

Spektrallinien deuten

ea2d5085-4ec1-5e33-87e0-15edcad635bf

S. 280

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

51bc5513-6879-548f-b19a-9746b667f1a3

S. 281

Mehrelektronenatome mit Pauli-Prinzip und Energieniveaus deuten

badb0ef3-233d-560e-bc2a-9df99f09fe7d

S. 302

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q3 341ec911-6624-529c-8799-b5a5113ee907](#)

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen a94f9b05-](#)

[ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4](#)

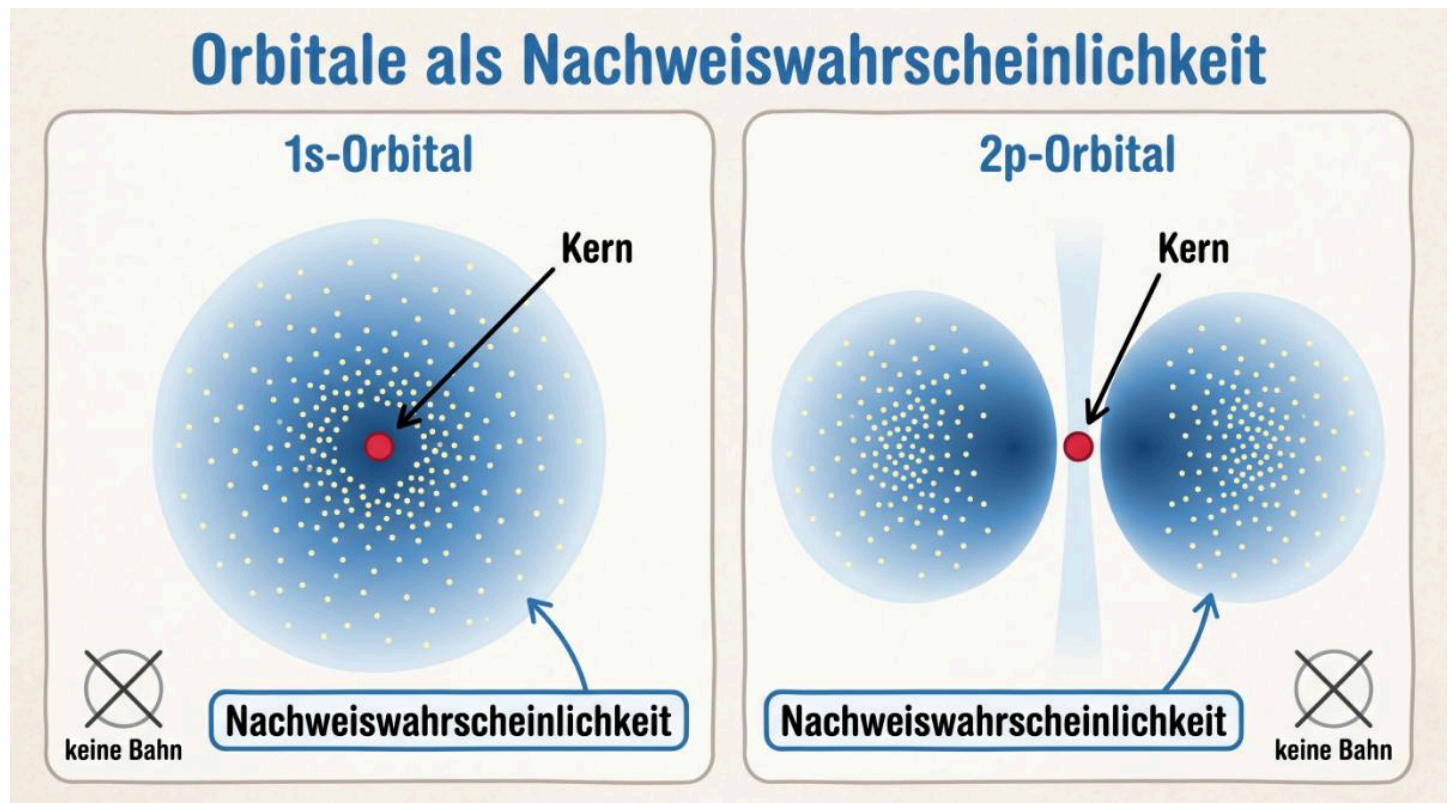
[Absorptionsspektren und Fluoreszenz deuten d0eb16e9-9a52-](#)

[5237-baca-ad5a14a4c59b](#)

Orbitale des Wasserstoffatoms als Nachweiswahrscheinlichkeiten interpretieren

Lernziel-ID b1f00a6d-1a03-496c-b1bd-c1f2259f59a8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Orbitale des Wasserstoffatoms als Veranschaulichung der Nachweiswahrscheinlichkeiten für das Elektron interpretieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms

d7244ce4-5409-5801-a1b4-b7ae35f391e1

S. 274

Wird direkt vorausgesetzt von

Historische Entwicklung der Atommodelle und Modellgrenzen fachlich einordnen

8ea46612-7f0d-4ef4-a732-9428e640ae92

S. 299

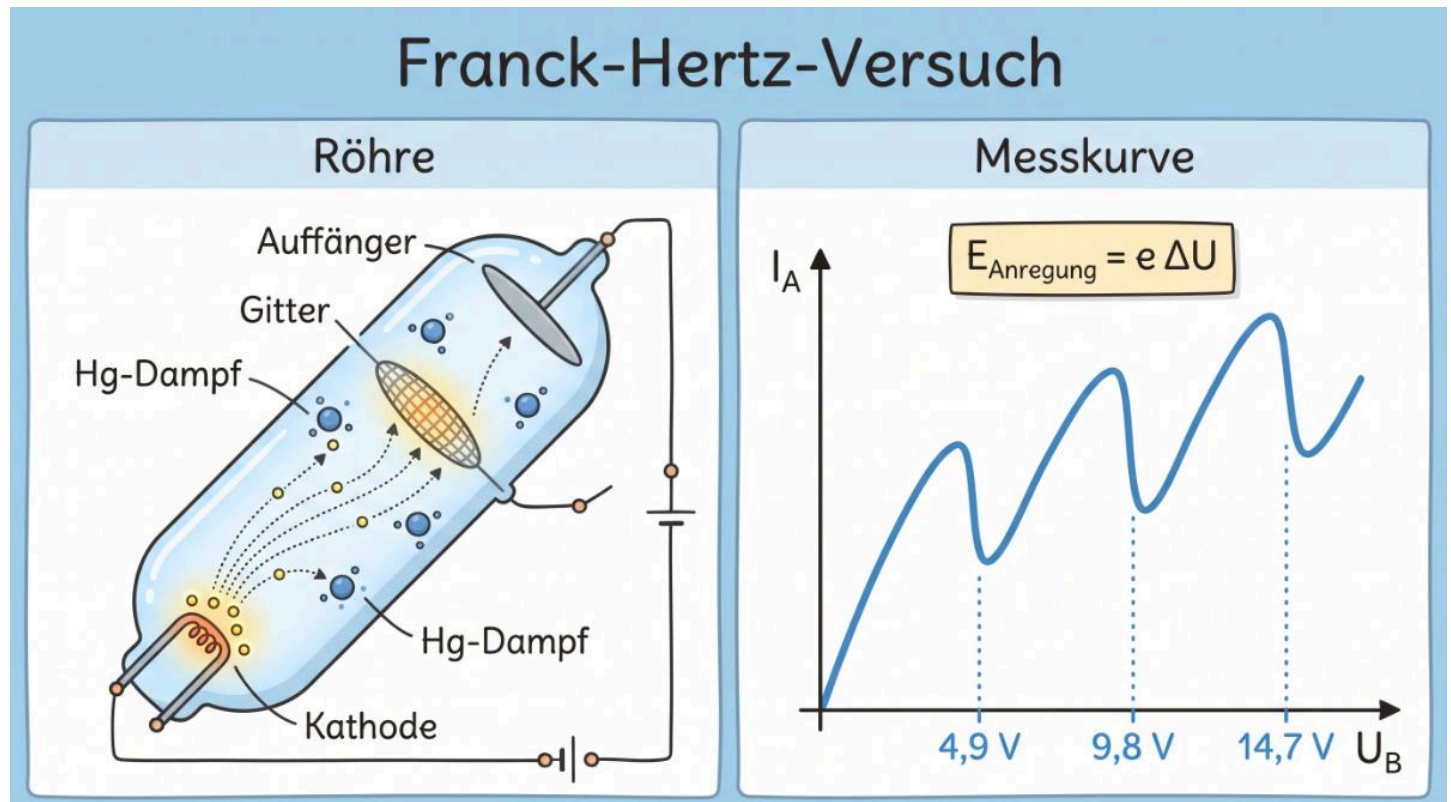
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Franck-Hertz-Versuch

Lernziel-ID cf340ce4-8d91-5d22-a1d9-53bf408abdb3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Franck-Hertz-Versuch beschreiben und zeigen, wie Stoßanregung und Spannungsabhängigkeit Hinweise auf diskrete Energieniveaus liefern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms

d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

S. 274

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Vorschlag C \(GK\) - Photoeffekt und Energiestufen 706703af-b936-5e64-8fe2-ab1128feaf49](#)

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4](#)

[Vorschlag D \(GK\) - Franck-Hertz und Energiestufen d82ac375-2aa8-578a-893a-025e0a27e60f](#)

Energien wasserstoffähnlicher Ein-Elektronensysteme

Lernziel-ID bacae732-2016-5a83-bc61-d0f94ed5a0e4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Energien wasserstoffähnlicher Ein-Elektronensysteme

Energie des Niveaus n $\rightarrow$ $E_n \approx -13,6 \text{ eV} \cdot Z^2/n^2$

Kernladungszahl

Hauptquantenzahl (ganzzahlig)

Hauptquantenzahl n	Wasserstoff H ($Z = 1$)	Helium-Ion He^+ ($Z = 2$)
$n = 1$	$-13,6 \text{ eV}$	$-54,4 \text{ eV}$
$n = 2$	$-3,40 \text{ eV}$	$-13,6 \text{ eV}$
$n = 3$	$-1,51 \text{ eV}$	$-6,04 \text{ eV}$
$n \rightarrow \infty$ $\leftarrow$ Ionisationsgrenze	0 eV	0 eV

Modellbedingungen

- Nichtrelativistisches Coulomb-Modell
- Ein Elektron
- Kernbewegung vernachlässigt

Doppeltes $Z \Rightarrow$ Vierfacher Betrag bei gleichem n (wegen Z^2)

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für wasserstoffähnliche Ein-Elektronensysteme Energieniveaus im nichtrelativistischen Coulomb-Modell bei vernachlässigter Kernbewegung mit $E_n \approx -13,6 \text{ eV} Z^2/n^2$ relativ zur Ionisationsgrenze berechnen und die Abhängigkeit von Kernladungszahl Z und Hauptquantenzahl n physikalisch deuten.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HE: Sek. II · LK
BY: Sek. II · G9 · LK
+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms
d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

S. 274

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs
[Erweiterte Spektralanalyse und Laser](#) 23530be9-66b6-57d7-9ff8-9c55dd5b1295

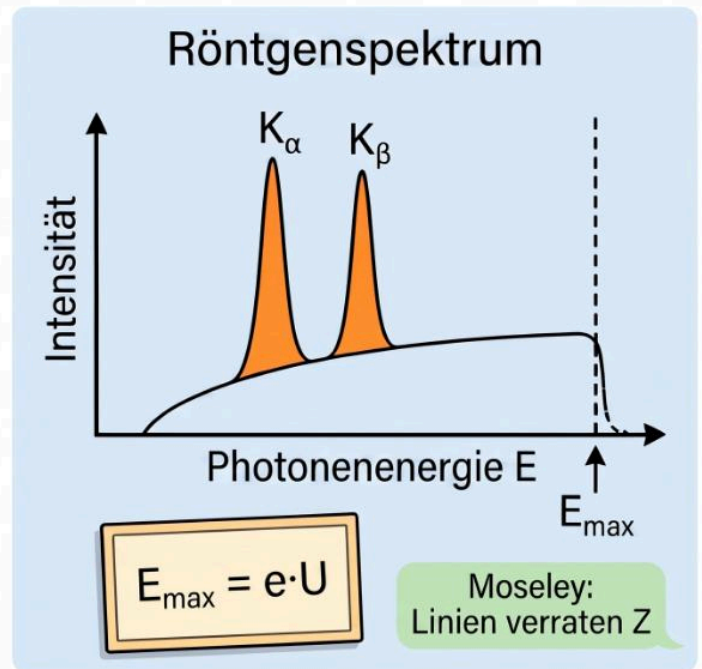
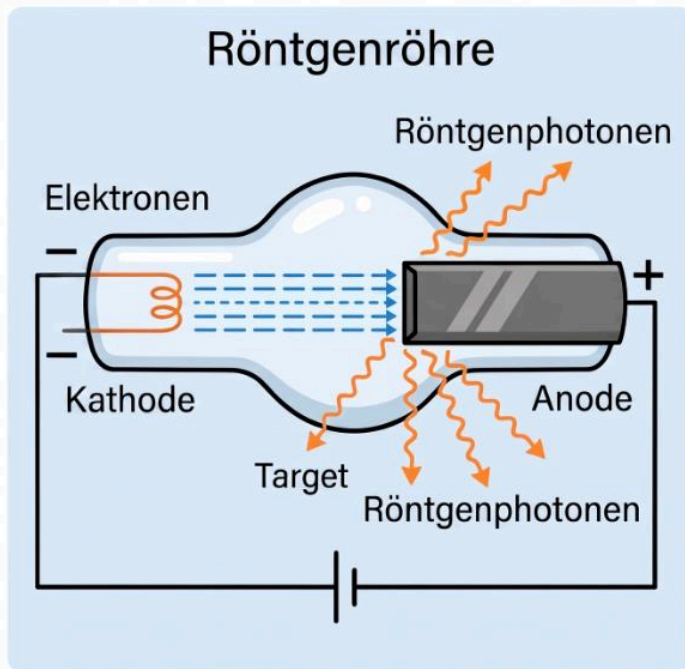
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Röntgenspektren deuten

Lernziel-ID 48e77690-17f7-5ebe-a8f7-87b2ee9820da

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Röntgenspektren deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Entstehung kontinuierlicher und diskreter Röntgenspektren sowie das Moseley-Gesetz erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms

d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

S. 274

Wird direkt vorausgesetzt von

Bragg-Bedingung anwenden (LK)

81c0d011-e6de-5489-8415-3b257c734a2e

S. 279

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

Erweiterte Spektralanalyse und Laser

[23530be9-66b6-57d7-9ff8-8c55dd5b1295](#)

Vorschlag C (LK) - Quantenanalyse mit

[Compton und Moseley](#) 422dcfaa-b082-57f0-

[a987-eec83a63937e](#)

Vorschlag D (LK) - Röntgen-CT in der

[Werkstoffprüfung](#) 5733c2c5-be2d-5879-89db-

[4ed4e5f3eff3](#)

Vorschlag D (LK) - Röntgen-

[Qualitätssicherung in der Batteriezellprüfung](#)

[5c6d2ec8-d692-5ad2-a72a-8a9e5544a6c7](#)

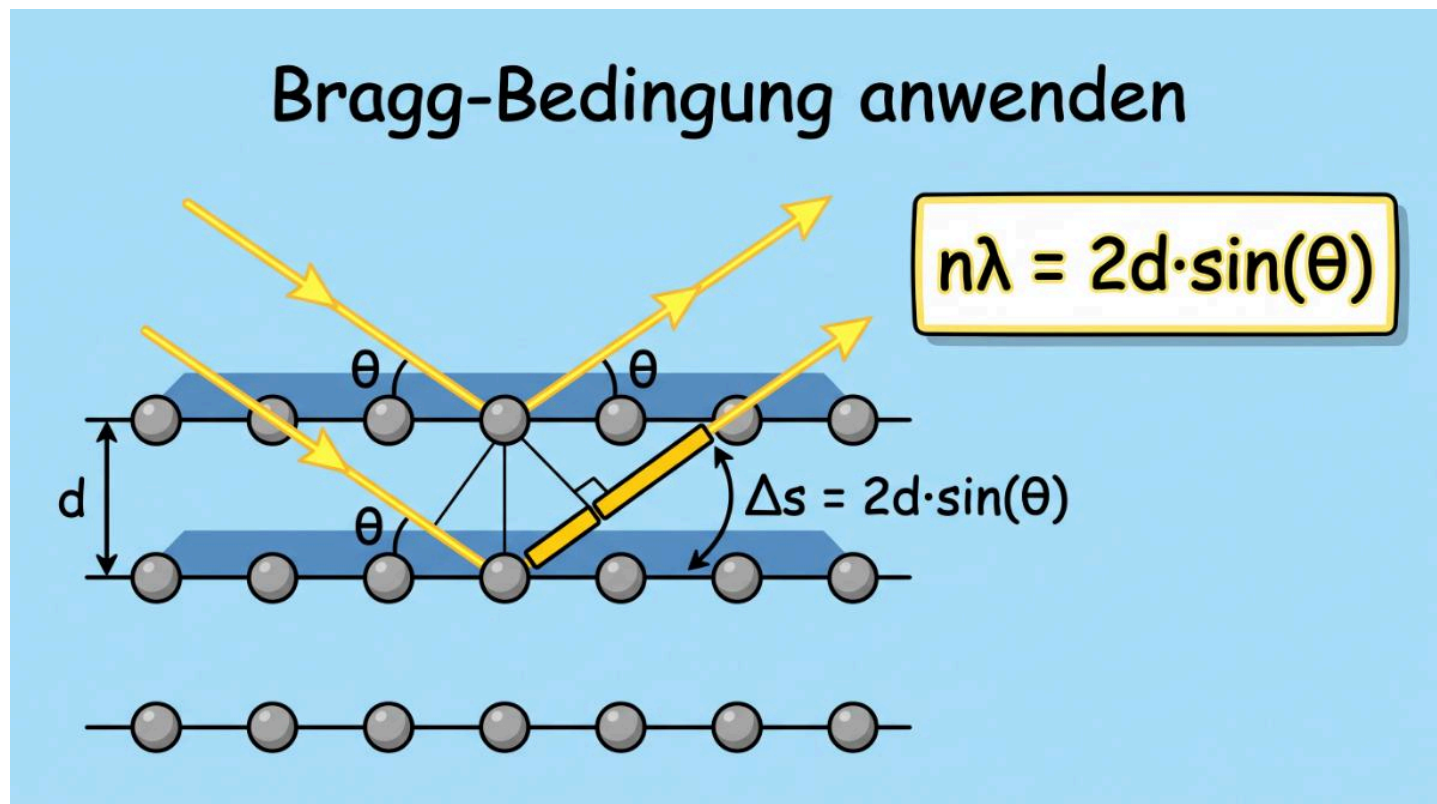
Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig

[lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Bragg-Bedingung anwenden (LK)

Lernziel-ID 81c0d811-e6de-5489-8415-3b257c734a2e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Bragg-Bedingung $n \cdot \lambda = 2d \sin(\theta)$ anwenden, Netzebenenabstände oder Wellenlängen berechnen und Ergebnisse bei Elektronen- oder Röntgenbeugung deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

De-Broglie-Wellen

dfa53498-34f5-5326-9d94-87e7b528caf3

S. 269

Röntgenspektren deuten

48e77690-17f7-5ebe-a8f7-87b2ee9820da

S. 278

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Erweiterte Spektralanalyse und Laser](#)

23539be9-66b6-57d7-9ff8-0c55dd5b1295

[Vorschlag C \(LK\) - Quantenanalyse mit](#)

[Compton und Moseley](#) 422dcfaa-b082-57f0-

a987-eec83a63937e

[Vorschlag D \(LK\) - Röntgen-CT in der](#)

[Werkstoffprüfung](#) 5733c2c5-be2d-5879-89db-

4ed4e5f3eff3

[Vorschlag D \(LK\) - Röntgen-](#)

[Qualitätssicherung in der Batteriezellprüfung](#)

5c6d2ec8-d692-5ad2-a72a-8a9e5544a6c7

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig](#)

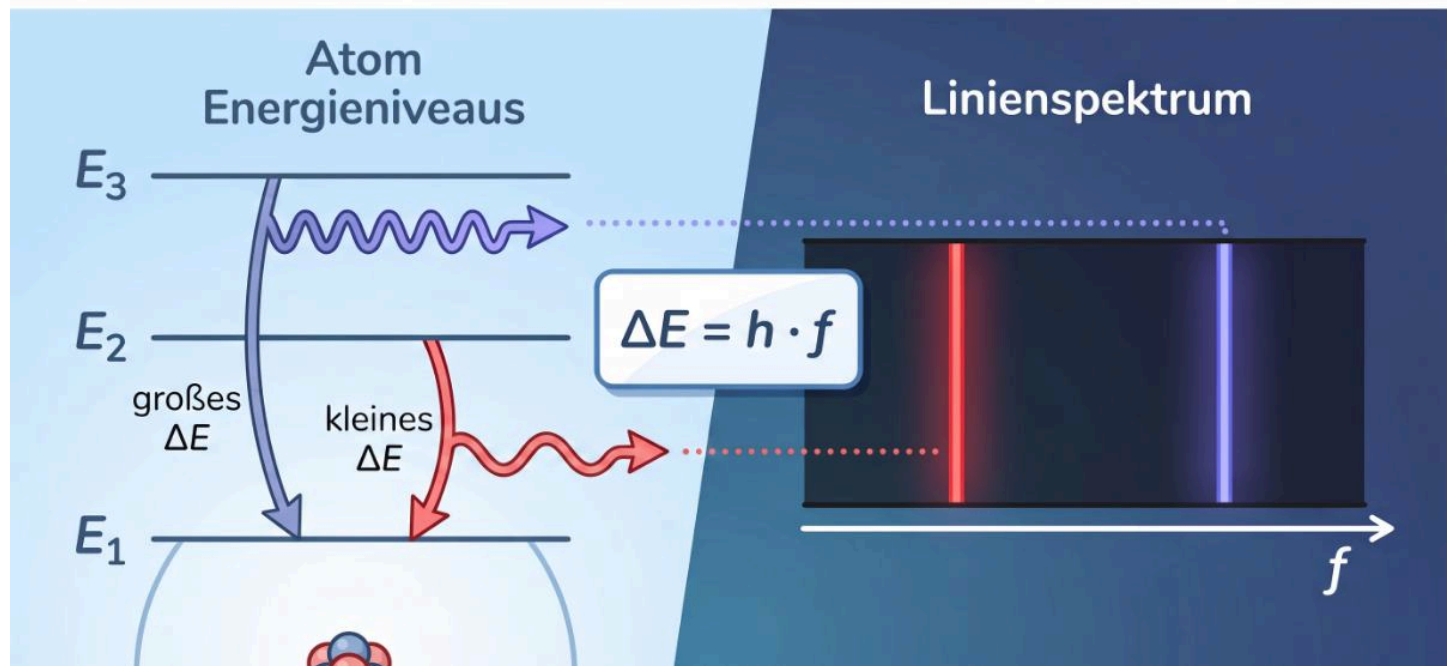
[lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Spektrallinien deuten

Lernziel-ID ea2d5085-4ec1-5e33-87e0-15edcad635bf

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Spektrallinien deuten



Lernzielbeschreibung

Spektrallinien mit Bohr/Schrödinger-Modell begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms

d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

S. 274

Wird direkt vorausgesetzt von

Planetenatmosphären mit Spektren untersuchen

e28381b4-50ef-5cac-bfa4-b7c8e03aef62

S. 304

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Erweiterte Spektralanalyse und Laser](#)
23530be9-66b6-57d7-9ff8-0c55dd5b1295

[Vorschlag C \(LK\) - Quantenanalyse mit Compton und Moseley](#) 422dcfaa-b082-57f0-a987-eec83a63937e

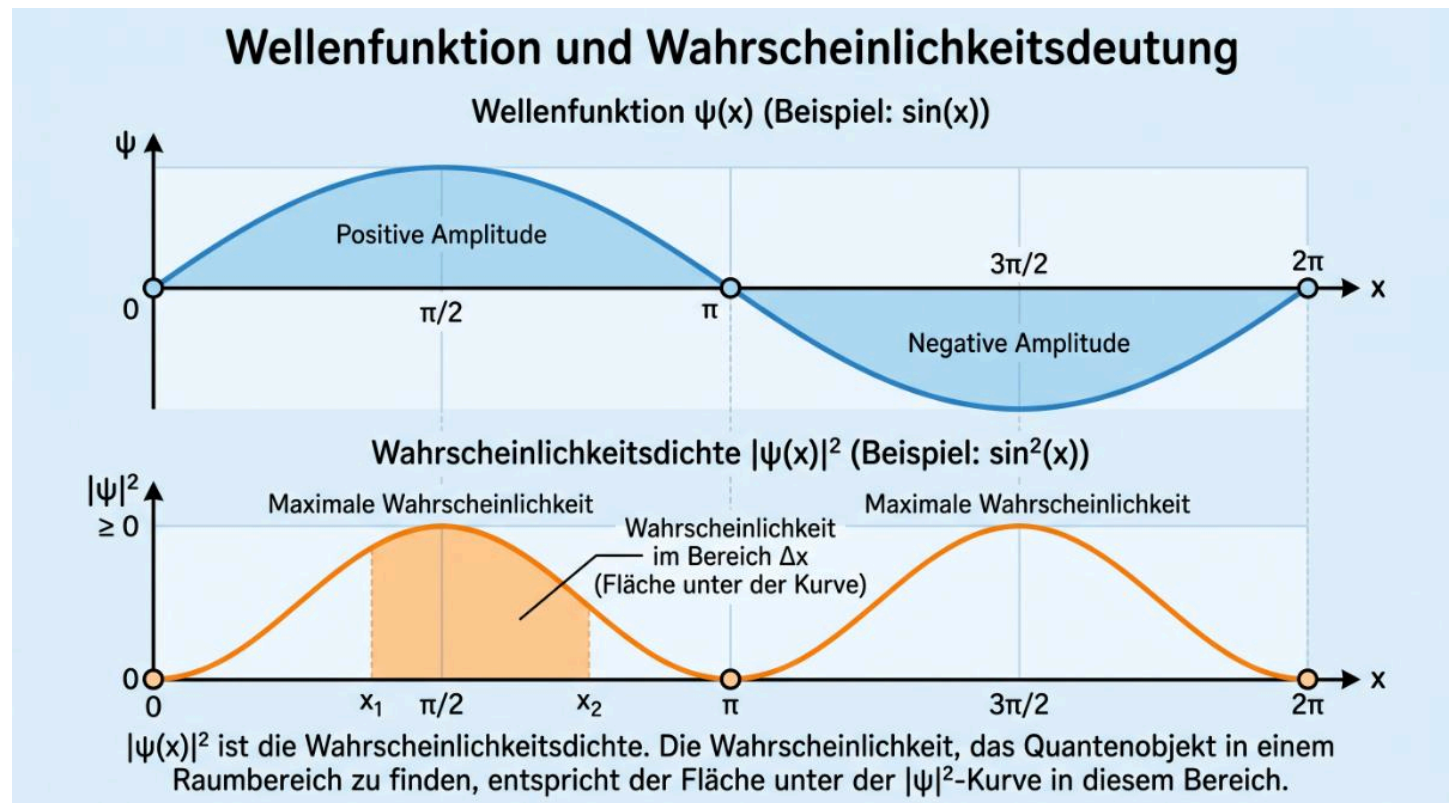
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

[Vorschlag C \(LK\) - Quantenanalyse einer Spektrallampe](#) e73de7c5-5f09-5e84-8a95-8d764b422ec3

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

Lernziel-ID 51bc5513-6879-548f-b19a-9746b667f1a3

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann qualitativ erläutern, wie das Betragsquadrat der quantenmechanischen Wellenfunktion eine Wahrscheinlichkeitsdichte angibt und daraus die Wahrscheinlichkeit für den Nachweis eines Quantenobjekts in einem Raumbereich folgt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms S. 274
d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

Wird direkt vorausgesetzt von

Grenzen des Potentialtopf-Modells ef6d5067-96b0-5388-87dd-5ac4e6a3e313 S. 282	Diskrete Energien im unendlichen Potentialtopf berechnen d05a146f-7fcd-56ae-b9b9-b54203328579 S. 283	Intervallwahrscheinlichkeiten im unendlichen Potentialtopf berechnen f2538793-8b0a-5c3b-b216-5d329a4e87bd S. 284	Orts-Impuls-Unbestimmtheit 9e881b3b-68cd-5f52-819f-c2e33b5ba631 S. 285
α-Zerfall durch Tunneffekt 76bcbdc3-3093-5e6a-952e-aa36eb8f97ee S. 291	Standardmodell: Teilchenfamilien 4e046c1c-bcc7-5e3c-9f71-f80d69027483 S. 292	Zeitentwicklung von Quantenzuständen einordnen d5bfff282-741f-4cc5-9622-b77584fddc5a S. 380	Potentialtopfmodell für Kerne 6e7c35e0-7a38-5996-a42e-005038eff0db S. 433

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Lernkarten - Q4 266b6cf8-d49d-5197-862c-9998f9cf179a5](#)

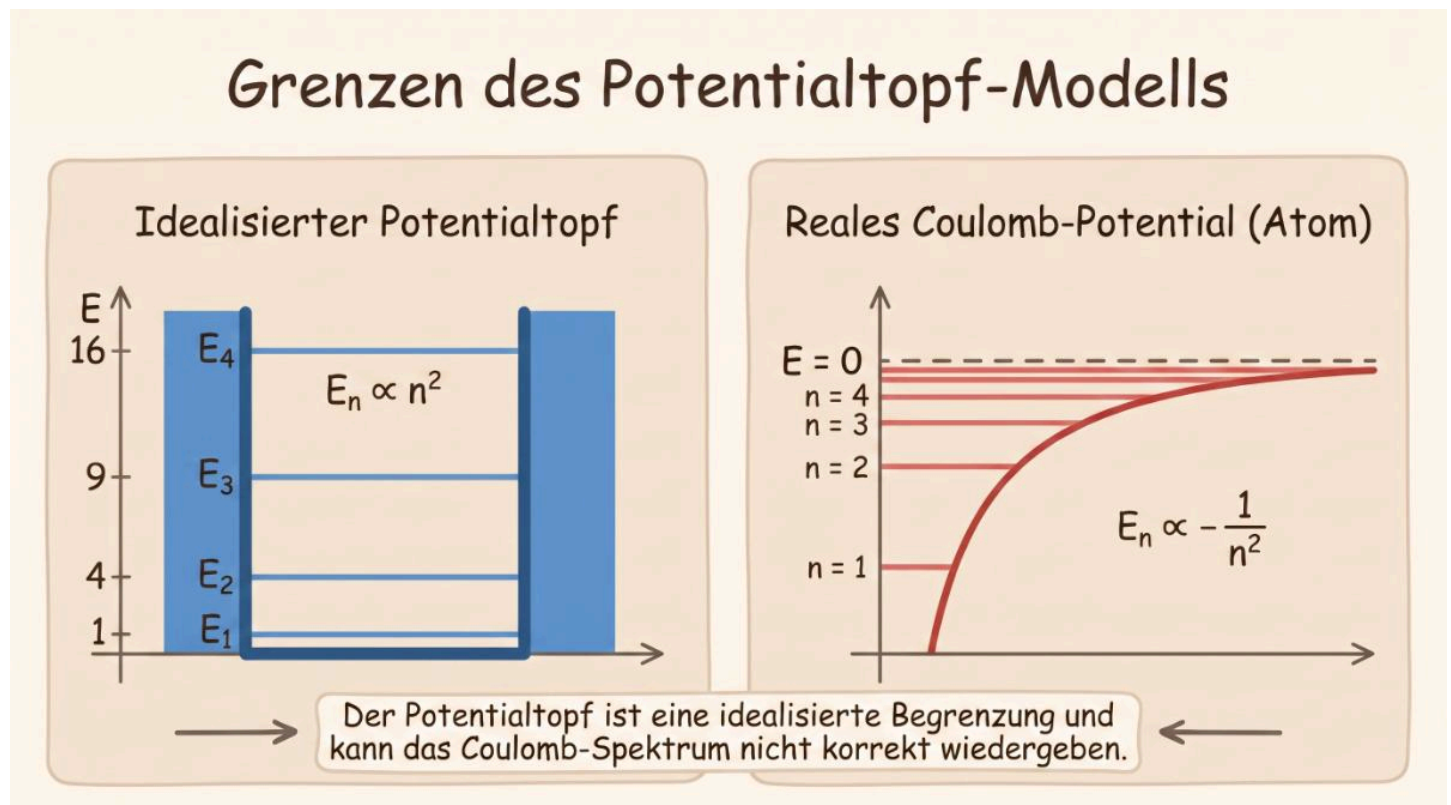
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 4a58df57-f791-502f-8b0d-9ba155e46035](#)

Grenzen des Potentialtopf-Modells

Lernziel-ID ef6d5067-96b0-5388-87dd-5ac4e6a3e313

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte >

Quantenmechanisches Atommodell im Potenzialtopf



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das idealisierte unendliche Kastenpotential mit dem atomaren Coulomb-Potential vergleichen und daraus Aussagegrenzen des Kastenmodells für Atome erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

S. 281

Wird direkt vorausgesetzt von

Potentialverläufe und Atombindung quantenmechanisch plausibilisieren

S. 289

Tunneleffekt und Rastertunnelmikroskop

S. 290

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

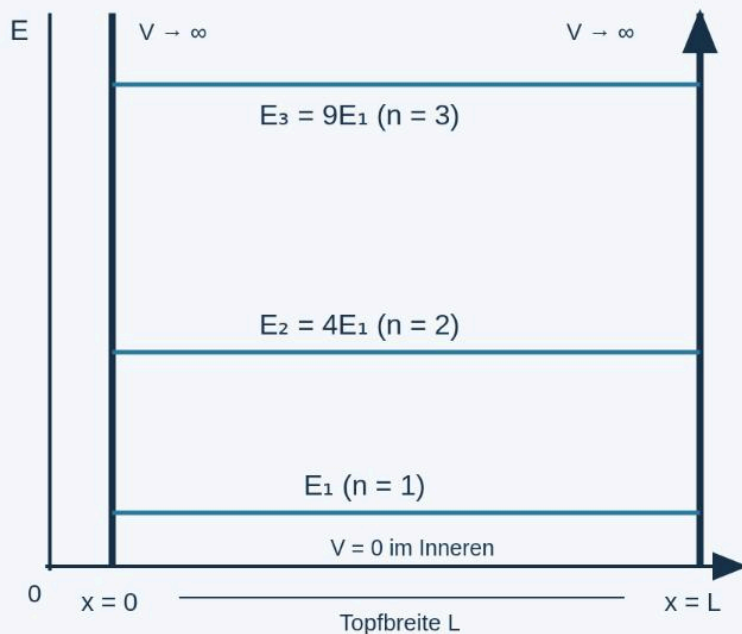
Diskrete Energien im unendlichen Potenzialtopf berechnen

Lernziel-ID d05a146f-7fcd-56ae-b9b9-b54203328579

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte >

Unendlicher Potenzialtopf: Energien und Intervallwahrscheinlichkeiten

Diskrete Energien im unendlichen Potenzialtopf



$$E_n = n^2 h^2 / (8m_e L^2)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

h : Planck-Konstante

m_e : Elektronenmasse

Modell: ein Elektron,
unendlich hohe Wände

Keine erlaubte Energie bei $n = 0$.

Bei gleichem n : doppelte Breite $L \rightarrow$ ein Viertel der Energie

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein Elektron im eindimensionalen Potenzialtopf der Breite L mit unendlich hohen Wänden und $V = 0$ im Inneren die erlaubten Energien $E_n = n^2 h^2 / (8m_e L^2)$ für $n = 1, 2, \dots$ berechnen und ihre Abhängigkeit von Topfbreite und Quantenzahl physikalisch deuten.

Geltung

BW, HE: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung](#)

51bc5513-6879-546f-b19a-9746b667f1a3

S. 281

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

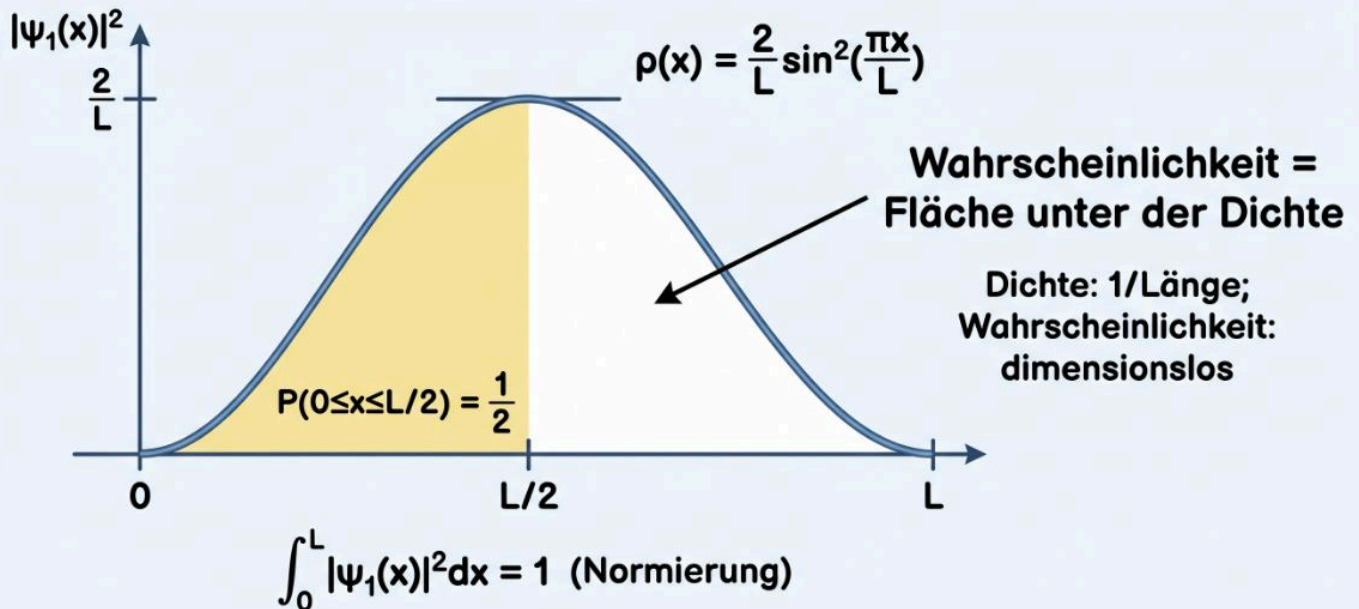
Intervallwahrscheinlichkeiten im unendlichen Potenzialtopf berechnen

Lernziel-ID f2538793-8b0a-5c3b-b216-5d329a4e87bd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte >

Unendlicher Potenzialtopf: Energien und Intervallwahrscheinlichkeiten

Intervallwahrscheinlichkeit im Potenzialtopf



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine gegebene, auf $[0, L]$ normierte Wellenfunktion eines Elektrons im eindimensionalen Potenzialtopf mit unendlich hohen Wänden die Nachweiswahrscheinlichkeit in einem Intervall durch $P(x_1 \leq x \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} |\psi(x)|^2 dx$ mit $0 \leq x_1 \leq x_2 \leq L$ berechnen und als Fläche unter der Wahrscheinlichkeitsdichte deuten.

Geltung

HE: Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

51bc5513-6879-548f-b19a-9746b667f1a3

S. 281

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

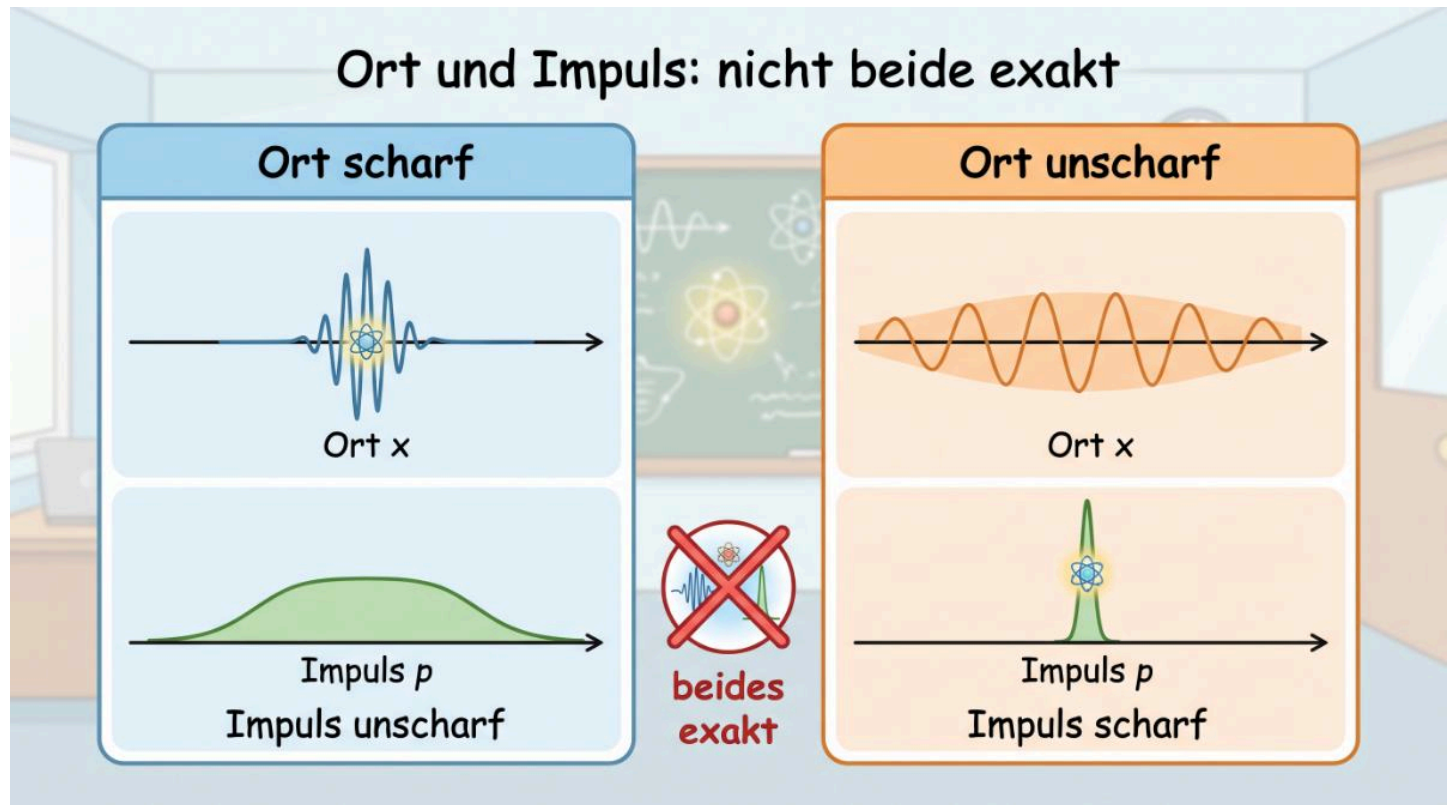
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Nachweisbereiche im Potenzialtopf vergleichen](#) 2f8d4250-66c5-54e9-abb8-80735dc408d2

Orts-Impuls-Unbestimmtheit

Lernziel-ID 9e881b3b-68cd-5f52-819f-c2e33b5ba631

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Orts-Impuls-Unbestimmtheit qualitativ formulieren und erläutern, warum Zustände mit gleichzeitig exakt bestimmtem Ort und Impuls nicht präpariert werden können.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

51bc5513-6879-548f-b19a-9746b667f1a3

S. 281

Wird direkt vorausgesetzt von

Das Messproblem in der Quantenphysik

b05da028-65e4-5cd1-a13c-6c1a95b6dfdf

S. 286

Koinzidenznachweis einzelner Photonen

aef1e312-6a0c-5323-9202-c22ae84086f2

S. 287

Standardmodell: Teilchenfamilien

4e046c1c-bcc7-5e3c-9f71-f80d69027483

S. 292

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Das Messproblem in der Quantenphysik

Lernziel-ID b05da028-65e4-5cd1-a13c-6c1a95b6dfff

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte

Das Messproblem in der Quantenphysik

vor der Messung



Vorhersage: Wahrscheinlichkeitsverteilung

nach der Messung



Einzelmessung: ein Ergebnis
Die Messung verändert den Zustand.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die mögliche Zustandspräparation oder -änderung durch eine Quantenmessung erläutern, den sogenannten Kollaps der Wellenfunktion als modellabhängige Beschreibung einordnen und dies von klassischer Messunsicherheit unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen

S. 209

72effc66-87f4-5f5e-8d36-1547677365fb

Orts-Impuls-Unbestimmtheit

S. 285

9e881b3b-68cd-5f52-819f-c2e33b5ba631

Wird direkt vorausgesetzt von

Realitätsbegriff in der Quantenphysik diskutieren

S. 385

727d0946-7019-50ed-8fc6-85db12508733

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

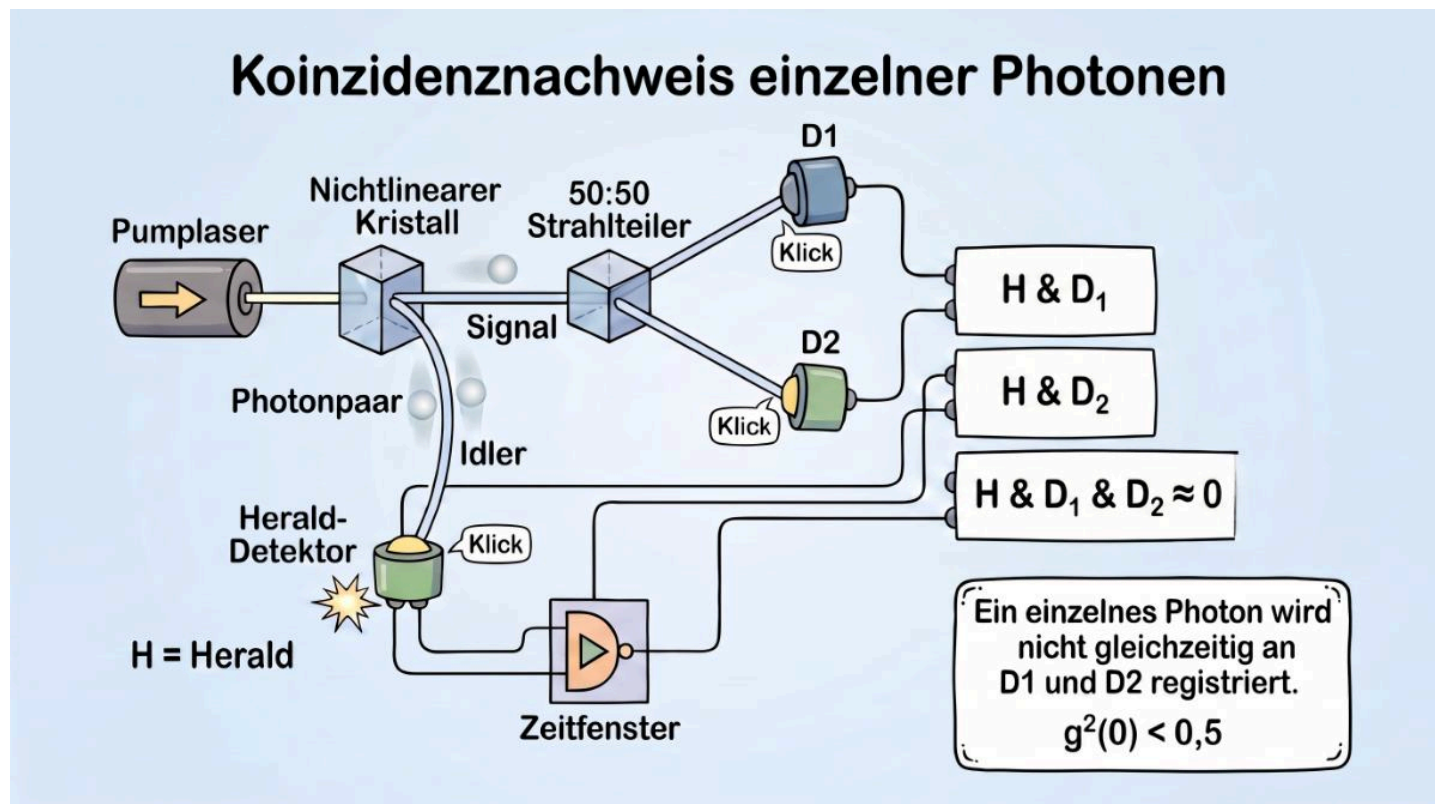
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Koinzidenznachweis einzelner Photonen

Lernziel-ID aef1e312-6a0c-5323-9202-c22ae84086f2

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Koinzidenzmessungen zum Nachweis einzelner Photonen qualitativ erklären und begründen, wie unterdrückte gleichzeitige Nachweise an den beiden Ausgängen eines Strahlteilers bei geeigneter Einzelphotonenpräparation die Unteilbarkeit eines Photons beim Nachweis stützen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Orts-Impuls-Unbestimmtheit

9e881b3b-68cd-5f52-819f-c2e33b5ba631

S. 285

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

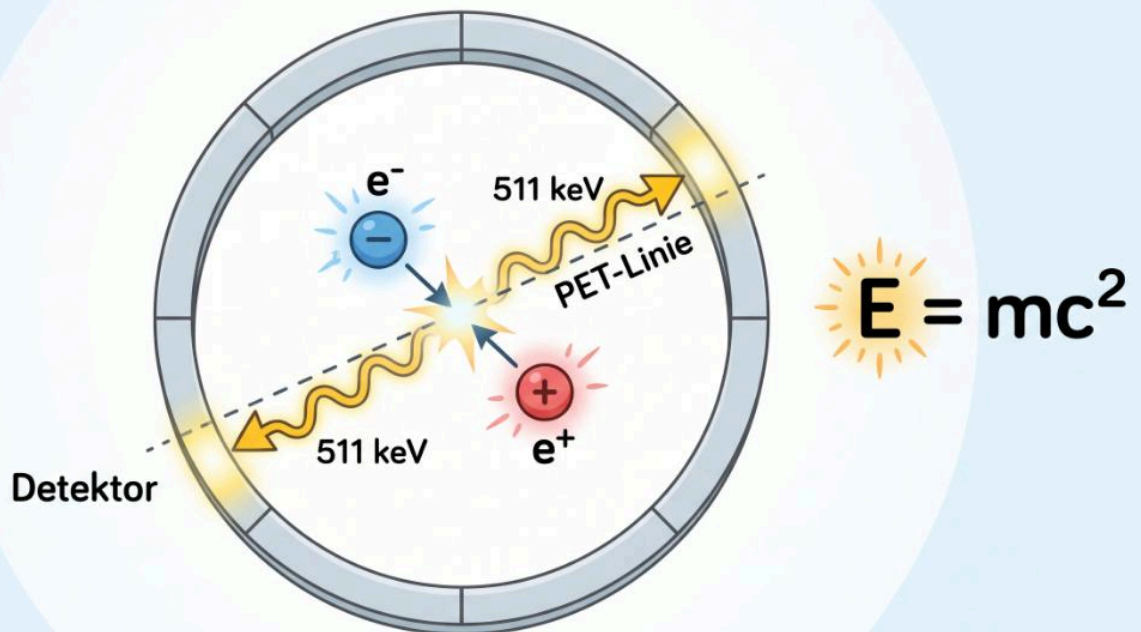
[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Antimaterie und Paarvernichtung

Lernziel-ID 48e3d6c2-00bf-5afd-8846-ba3dbd01e96d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte

Antimaterie: Paarvernichtung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Positron als Antiteilchen des Elektrons beschreiben und erklären, wie bei der Vernichtung eines annähernd ruhenden Elektron-Positron-Paares unter Energie- und Impulserhaltung zwei nahezu entgegengesetzt ausgesandte Photonen entstehen, die in der PET als Messsignal genutzt werden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Impuls von Photonen

d2869d7f-32ff-5d74-b2f8-b7bfc8d75aec

S. 265

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

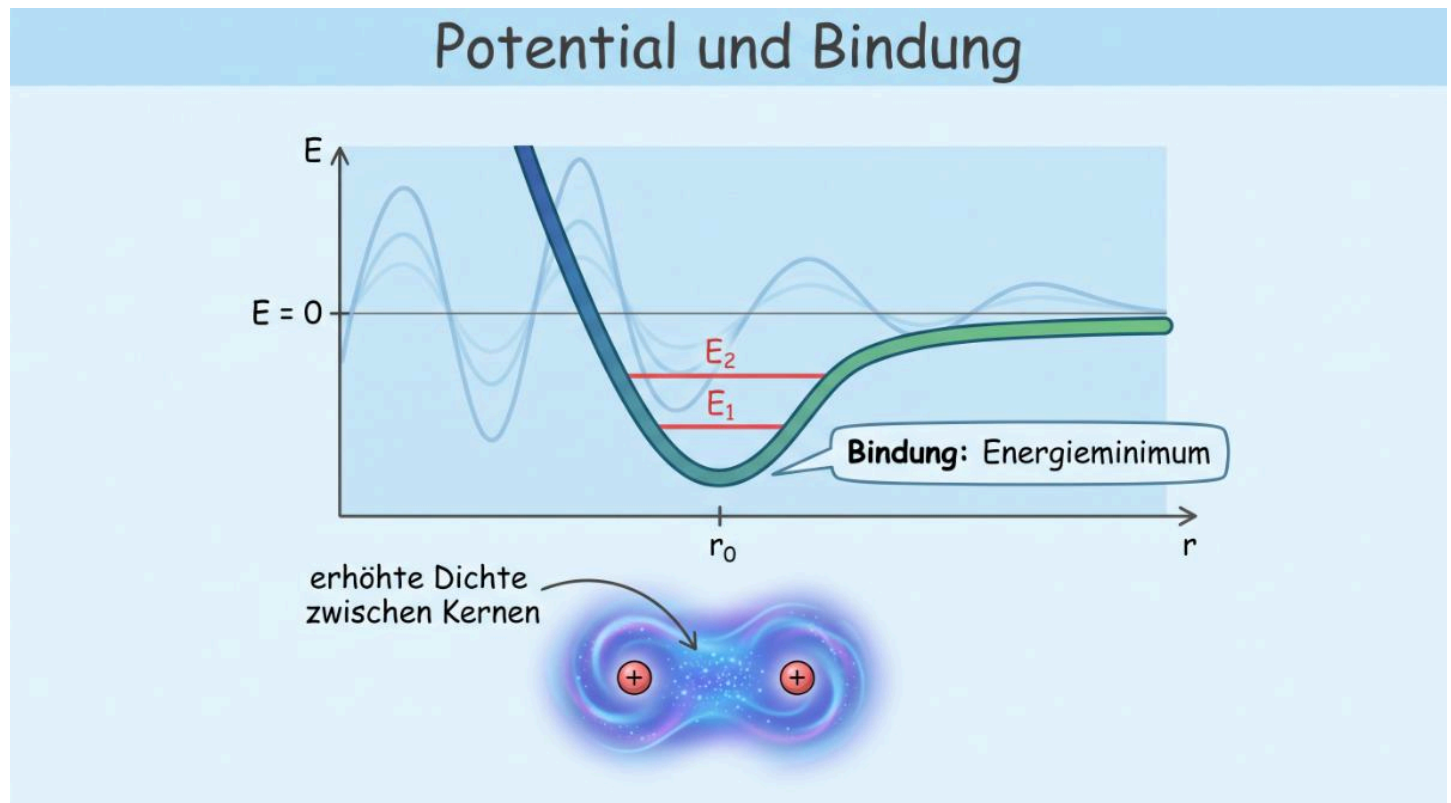
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Potentialverläufe und Atombindung quantenmechanisch plausibilisieren

Lernziel-ID 43adaa0b-1f37-5d55-a496-6900555274a1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einfache Potentialverläufe mithilfe von Simulationen untersuchen, Wellenfunktionen und Energieniveaus qualitativ vergleichen und damit das Zustandekommen von Atombindung plausibel machen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grenzen des Potentialtopf-Modells

ef6d5067-96b0-5388-87dd-5ac4e6a3e313

S. 282

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

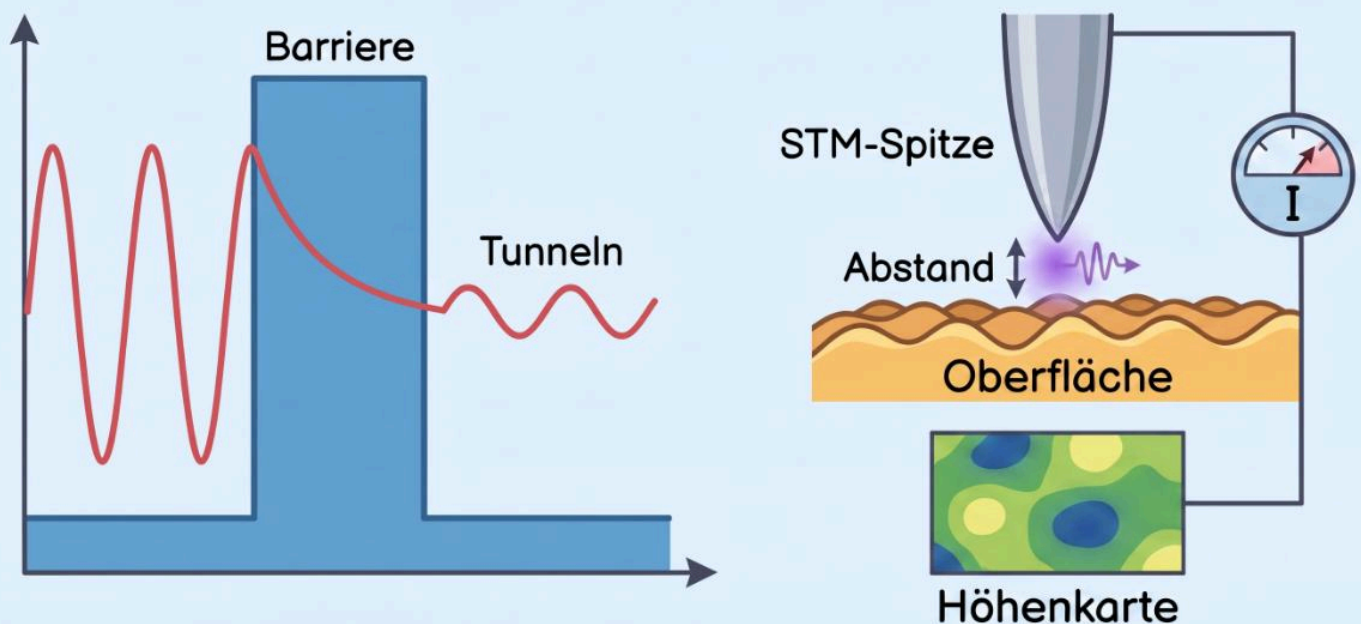
[Quantenmechanisches Atommodell im Potenzialtopf](#) cc2d5e8e-4599-54ac-b8de-87c8cfd39ea7

Tunneleffekt und Rastertunnelmikroskop

Lernziel-ID 2ec48368-ac5b-55f9-a396-5a5fe4e1e874

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Technische Anwendungen der Quantenphysik

Tunneleffekt im Rastertunnelmikroskop



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Tunneleffekt qualitativ beschreiben und Aufbau, Funktionsprinzip sowie Anwendungen eines Rastertunnelmikroskops erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grenzen des Potentialtopf-Modells

ef6d5067-96b0-5388-87dd-5ac4e6a3e313

S. 282

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

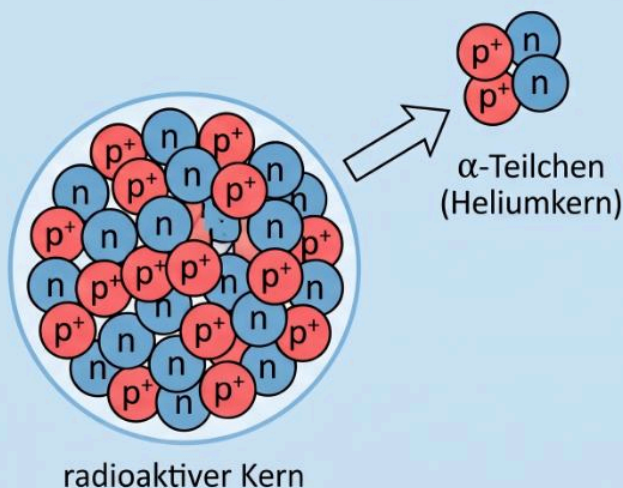
[Laser, Tunneleffekt und Quantenanwendungen](#) a3e22e70-6629-5c74-a8ae-a8c4f55c72a9

α -Zerfall durch Tunneleffekt

Lernziel-ID 76bcbdc3-3003-5e6a-952e-aa36eb8f97ee

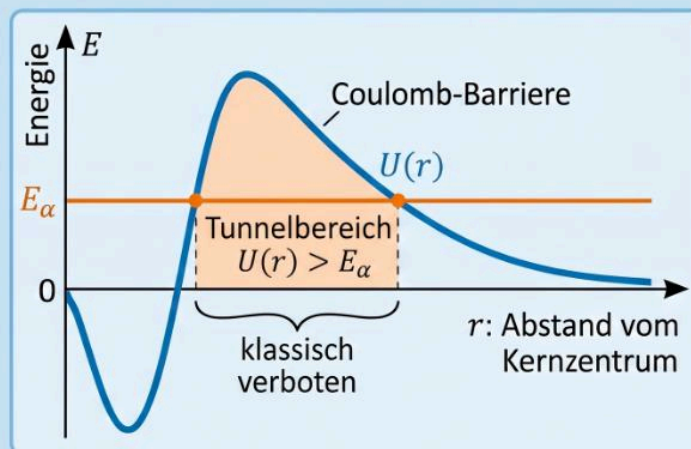
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik

α -Zerfall durch Tunneleffekt



radioaktiver Kern

α -Teilchen
(Heliumkern)



Quantenmechanisch: Austrittswahrscheinlichkeit trotz E_α unter der Barrierenhöhe.

Die Energie bleibt erhalten; das Teilchen geht nicht über die Barriere.

schematisch, nicht maßstäblich

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den α -Zerfall mithilfe des Tunneleffekts qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energiefreisetzung bei Kernreaktionen mit Masse-Energie-Äquivalenz erklären

S. 197

7d78da7f-6af5-440a-9d6b-6cab4bee8dd2

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

S. 281

51bc5513-6879-548f-b19a-9746b667f1a3

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

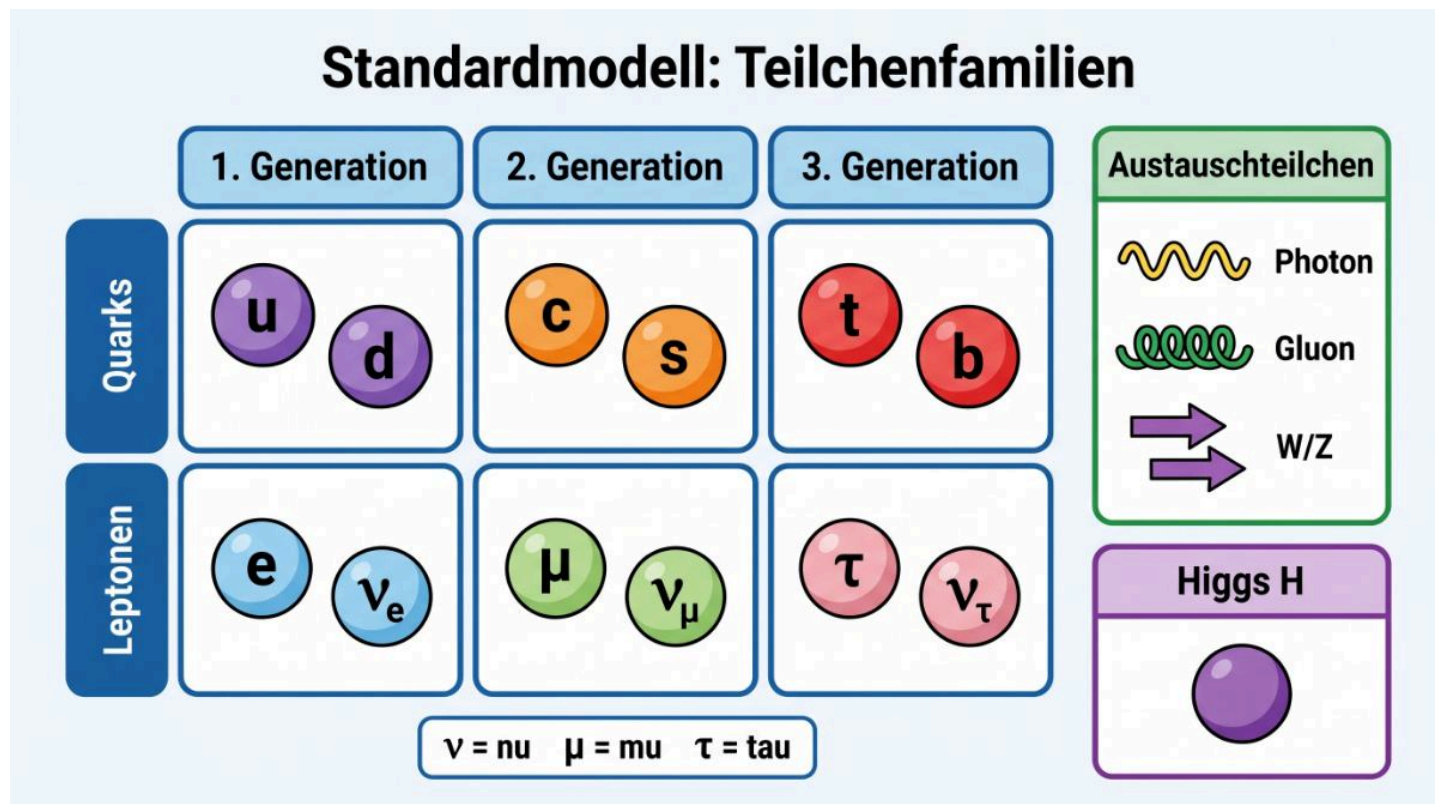
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Kernreaktionen und Kernmodelle](#) 5a5bc118-4420-5bb7-94c3-67837f2ce0dd

Standardmodell: Teilchenfamilien

Lernziel-ID 4e046c1c-bcc7-5e3c-9f71-f80d69027483

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Elementarteilchen und Standardmodell



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Standardmodell als Ordnungsschema beschreiben und Quarks, Leptonen sowie deren grundlegende Eigenschaften benennen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

S. 281

Orts-Impuls-Unbestimmtheit

S. 285

Wird direkt vorausgesetzt von

Hadronen aus Quarks deuten

S. 293

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

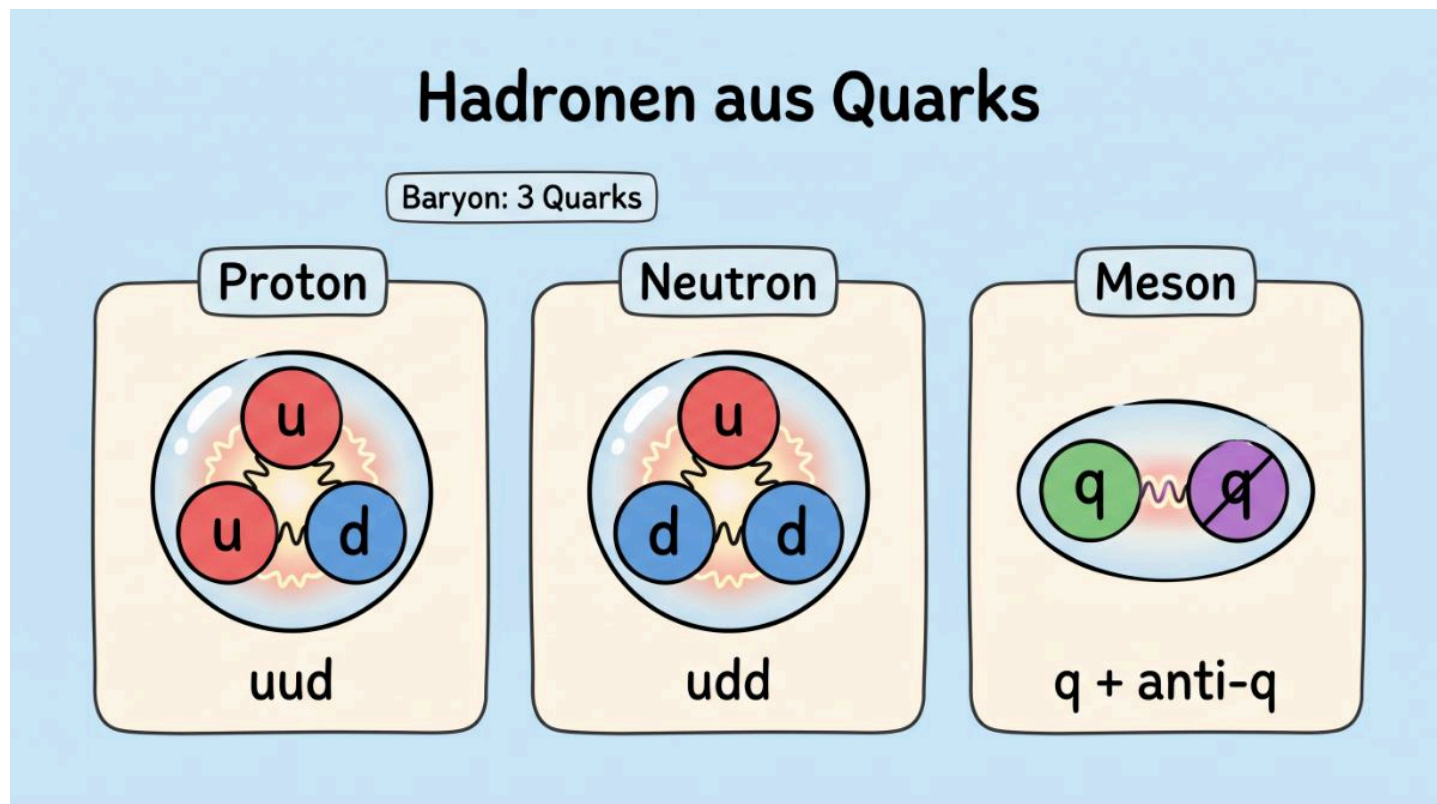
[Standardmodell und Teilchenphysik](#) 15cb40f1-e2d3-5754-9e7b-e8888fe78340

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Hadronen aus Quarks deuten

Lernziel-ID 4b8b5f4c-c222-57b5-a2f2-ef2efacc03dd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Elementarteilchen und Standardmodell



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Protonen, Neutronen und ausgewählte Mesonen als Quark-Systeme beschreiben und die Bedeutung der Quarkstruktur für Materiemodelle erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Standardmodell: Teilchenfamilien

4e046c1c-bcc7-5e3c-9f71-f80d69027483

S. 292

Wird direkt vorausgesetzt von

Fundamentale Wechselwirkungen

8eb6456b-d915-50ed-a076-2b23c2e5420c

S. 294

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

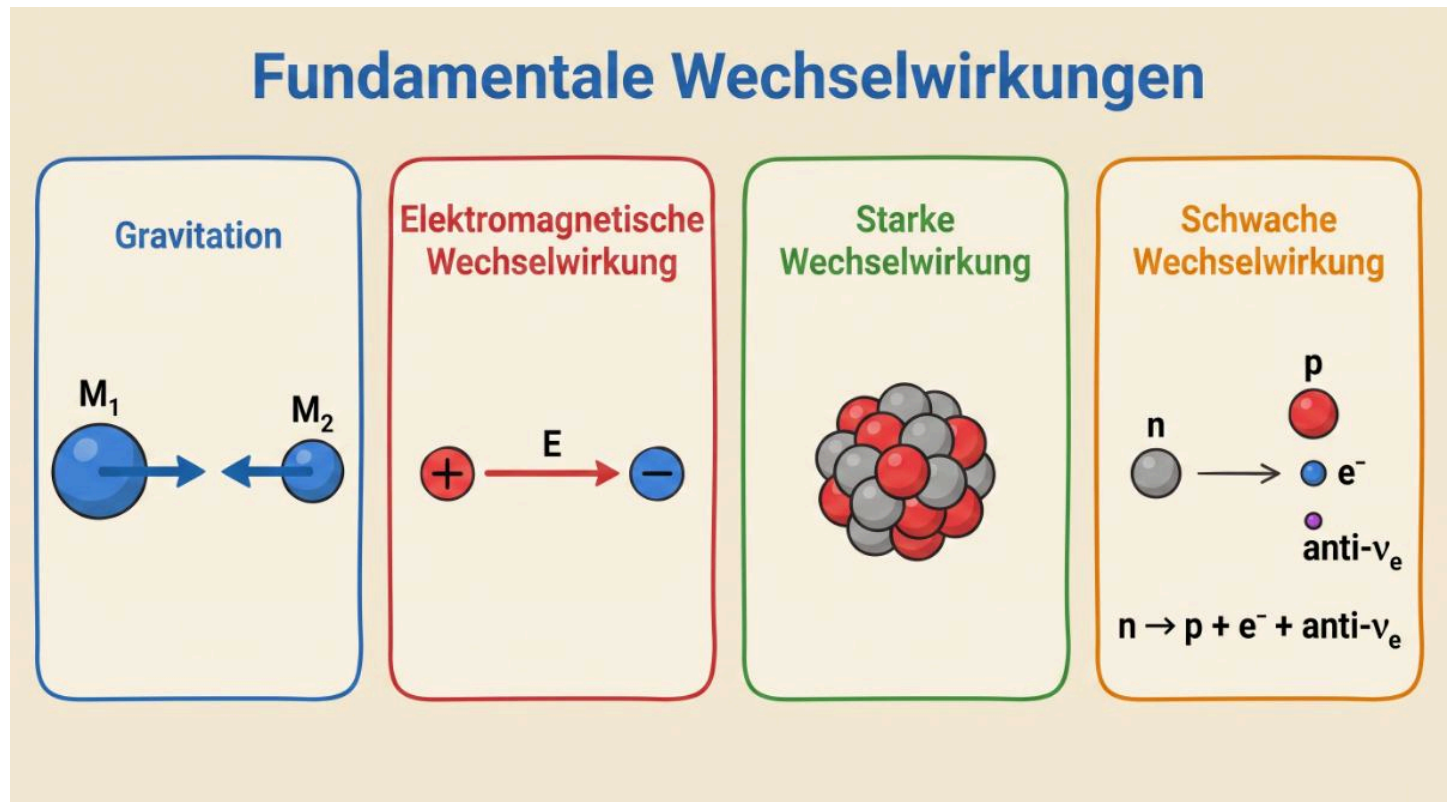
[Standardmodell und Teilchenphysik](#) 15cb40f1-e2d3-5754-9e7b-e8888fe78340

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Fundamentale Wechselwirkungen

Lernziel-ID 8eb6456b-d915-50ed-a076-2b23c2e5420c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Elementarteilchen und Standardmodell



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die vier fundamentalen Wechselwirkungen unterscheiden und deren Rolle bei atomaren, nuklearen und kosmischen Prozessen qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Hadronen aus Quarks deuten

4b8b5f4c-c222-57b5-a2f2-ef2efacc03dd

S. 293

Wird direkt vorausgesetzt von

Teilchenphysik in der Forschung (CERN)

2fab2e3a-1558-5e67-aed0-15fc51c737cd

S. 295

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

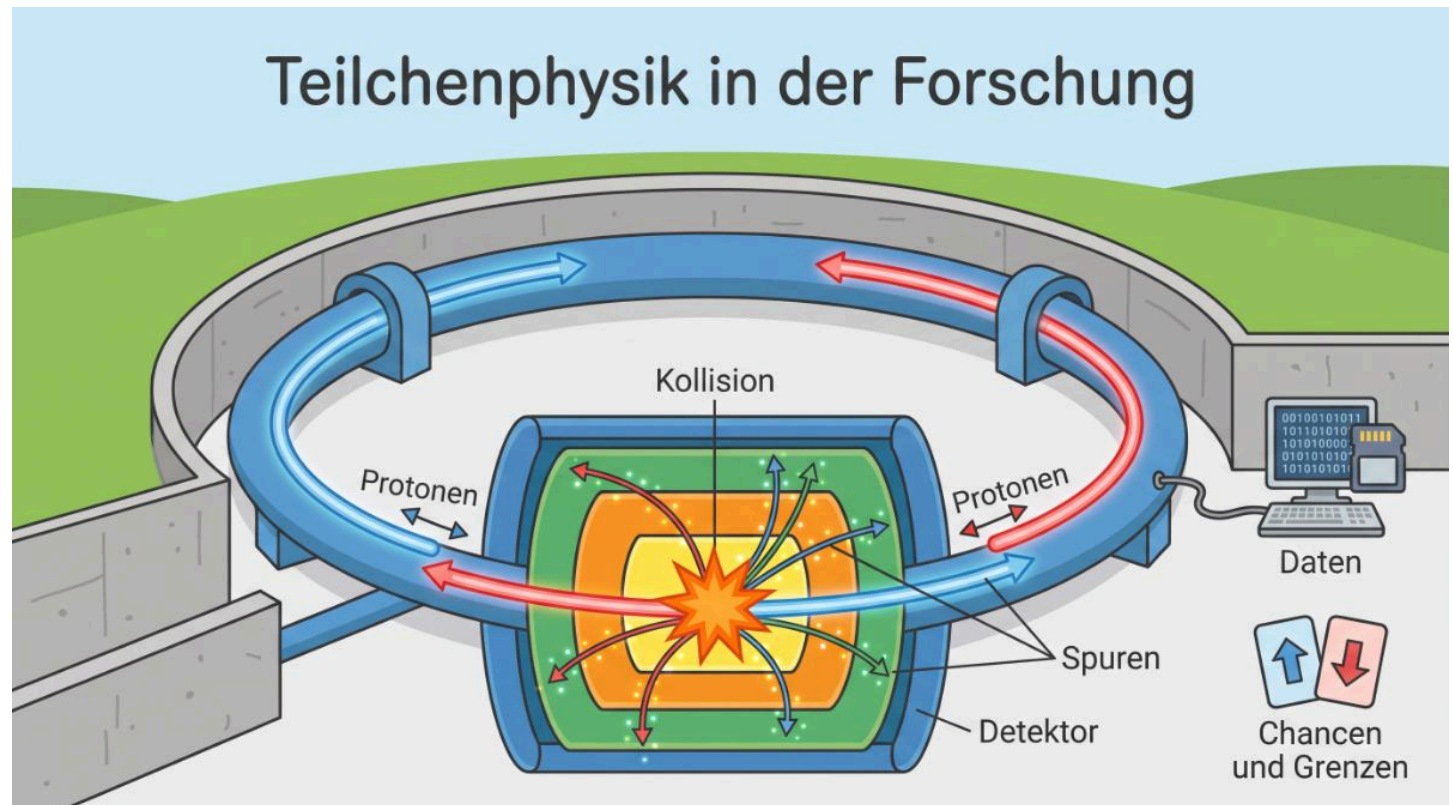
[Standardmodell und Teilchenphysik](#) 15cb40f1-e2d3-5754-9e7b-e8888fe78340

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Teilchenphysik in der Forschung (CERN)

Lernziel-ID 2fab2e3a-1558-5e67-aed0-15fc51c737cd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Elementarteilchen und Standardmodell



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Ziele und Methoden aktueller Teilchenphysik (z. B. Beschleunigerexperimente) erläutern und Chancen sowie Grenzen großer Forschungsanlagen bewerten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Fundamentale Wechselwirkungen

8eb6456b-d915-50ed-a076-2b23c2e5420c

S. 294

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

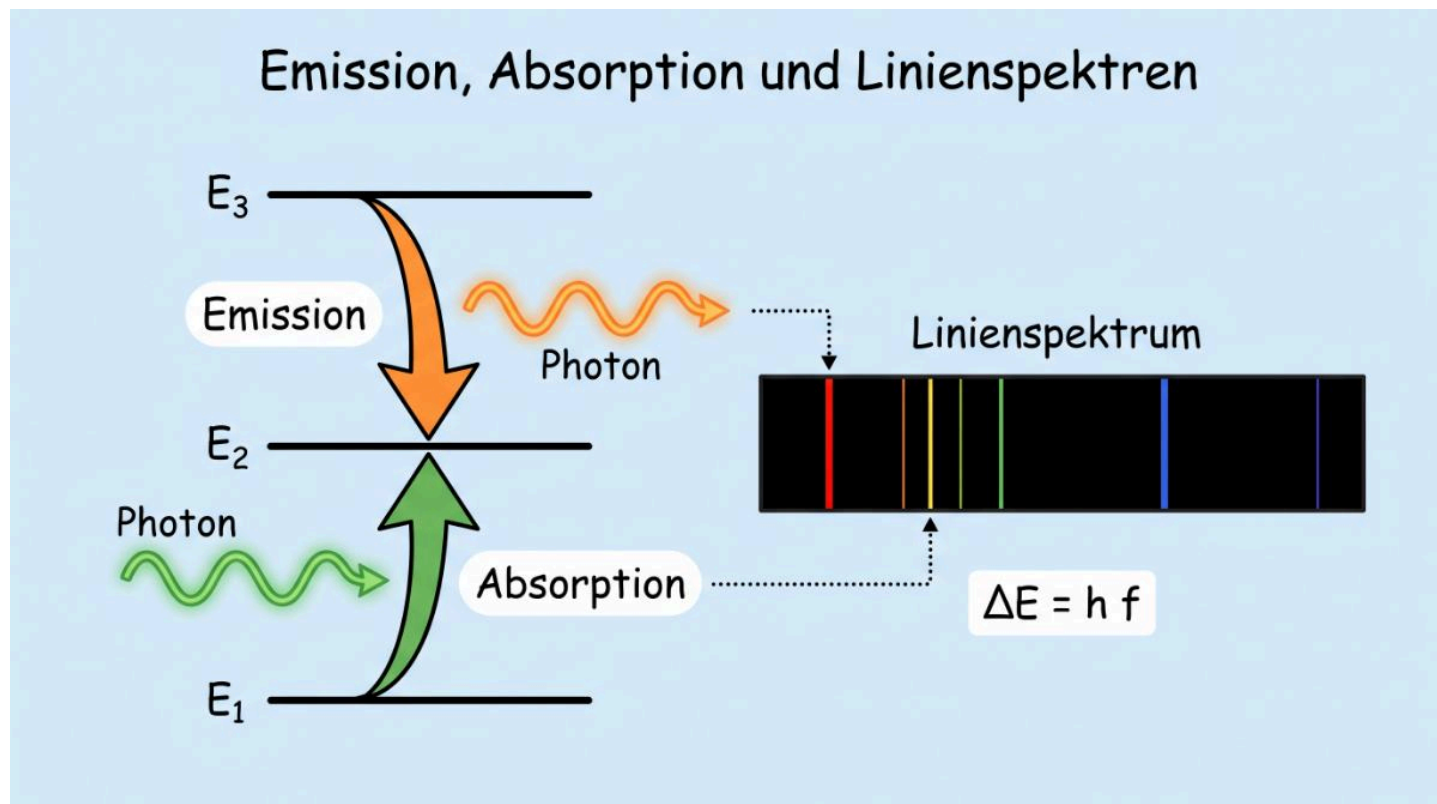
[Standardmodell und Teilchenphysik](#) 15cb40f1-e2d3-5754-9e7b-e8888fe78349

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Emission, Absorption und Linienspektren

Lernziel-ID 904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Emission und Absorption von Photonen im Energieniveauschema darstellen und den Zusammenhang zwischen diskreten Spektrallinien und Energieniveaudifferenzen erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Impuls von Photonen

S. 265

Wird direkt vorausgesetzt von

Bedeutung von Flammenfärbung, Linienspektren und Spektralanalyse für Modelle diskreter Energiezustände interpretieren S. 297	Charakteristisches Röntgenspektrum mit Energieniveaus der Atomhülle erklären S. 298	Rydberg-Formel anwenden S. 300	Laserprinzip (Vertiefung: Resonator-Moden) S. 301	Mehrelektronenatome mit Pauli-Prinzip und Energieniveaus deuten S. 302	Laserprinzip und Anwendungen S. 303
Fraunhoferlinien in Sternspektren deuten S. 305	Radialgeschwindigkeiten aus Dopplerverschiebungen bestimmen S. 306	Sterne anhand ihrer Spektren klassifizieren S. 307			

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Vorschlag C \(GK\) - Compton-Effekt und Energiestufenmodell](#)
06100588-17bb-58c6-91dd-2349c88dd987

[Vorschlag C \(GK\) - Fotoeffekt und Energiestufen](#)
5e64-8fe2-ab1128feaf49

[Prüfungsaufgabe: Spektrallinien und Photonen deuten](#)
88e8-5e26-8506-656366d9ce3c

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)
5a13-8364-44c1c98be8e4

[Vorschlag D \(GK\) - Balmer-Auswertung und Teilchenwellen](#)
c3c24489-4907-585f-8b56-2cb069aa6bf2

[Absorptionsspektren und Fluoreszenz deuten](#)
9a52-5237-baca-ad5a14a4c59b

[Vorschlag D \(GK\) - Franck-Hertz und Energiestufen](#)
578a-893a-025e0a27e60f

[Vorschlag C \(LK\) - Quantenanalyse einer Spektrallampe](#)
8a95-8d764b422ec3

Bedeutung von Flammenfärbung, Linienspektren und Spektralanalyse für Modelle diskreter Energiezustände interpretieren

Lernziel-ID c14857d3-634f-4a59-9a3f-8d0638fc5784

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Flammenfärbung und Spektralanalyse

The diagram is divided into three main sections: **Flamme**, **Linienspektrum**, and **Energieniveaus**.

- Flamme:** Shows two Bunsen burners. The left one has a yellow flame and is labeled 'Na'. The right one has a red flame and is labeled 'Li'.
- Linienspektrum:** Shows two spectra. The top one for 'Na' has a single bright yellow line. The bottom one for 'Li' has a single bright red line.
- Energieniveaus:** Shows an atomic model with three energy levels: E_1 (bottom), E_2 (middle), and E_3 (top). A yellow arrow points from E_2 to E_3 , and a red arrow points from E_2 to E_1 . The equation $\Delta E = h \cdot f$ is shown above the levels. Below the diagram, it says: **Bedeutung:** Übergänge zwischen diskreten Energiezuständen führen zu spezifischen **Spektrallinien**.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Bedeutung von Flammenfärbung, Linienspektren und Spektralanalyse für die Entwicklung von Modellen diskreter Energiezustände der Elektronen in der Atomhülle fachlich interpretieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

Historische Entwicklung der Atommodelle und Modellgrenzen fachlich einordnen

8ea46612-7f0d-4ef4-a732-9428e640ae92

S. 299

Planetenatmosphären mit Spektren untersuchen

e28381b4-50ef-5cac-bfa4-b7c8e03aef82

S. 304

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

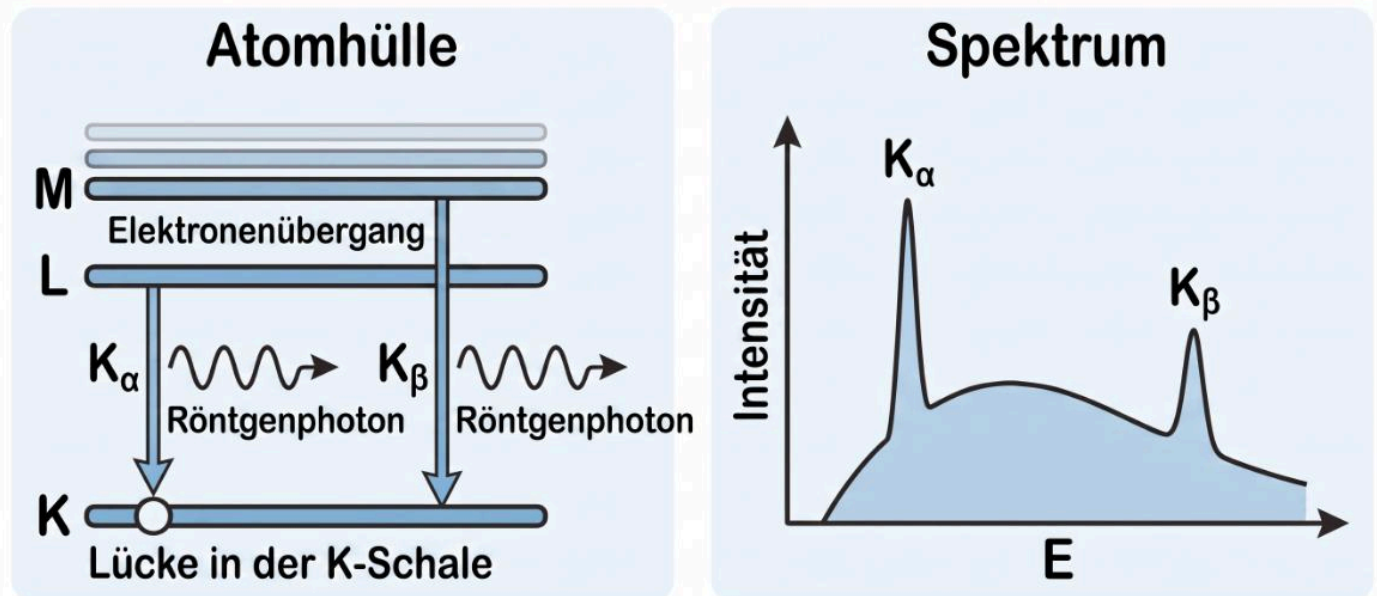
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Charakteristisches Röntgenspektrum mit Energieniveaus der Atomhülle erklären

Lernziel-ID 7e9e814c-fe12-42a9-8d80-e09e7fb52964

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Charakteristisches Röntgenspektrum



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das charakteristische Röntgenspektrum mithilfe von Energieniveaus der Atomhülle erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

Historische Entwicklung der Atommodelle und Modellgrenzen fachlich einordnen

8ea46612-7f0d-4ef4-a732-9428e640ae92

S. 299

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

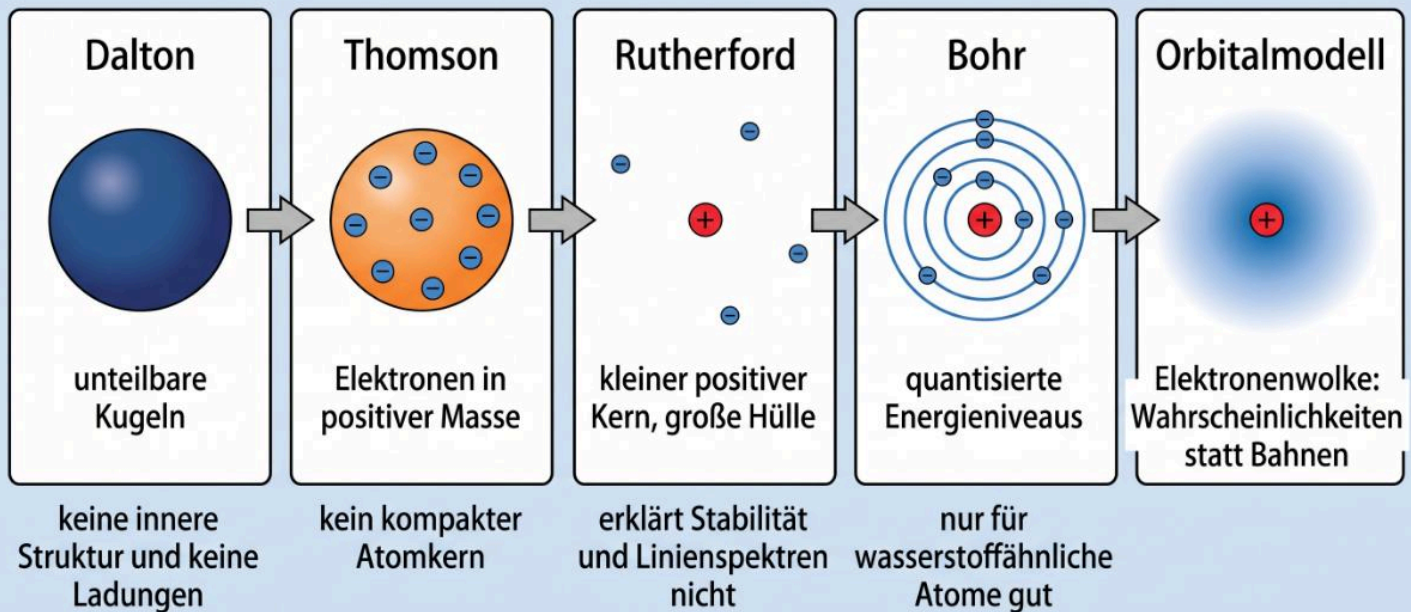
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Historische Entwicklung der Atommodelle und Modellgrenzen fachlich einordnen

Lernziel-ID 8ea46612-7f0d-4ef4-a732-9428e640ae92

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Atommodelle: Fortschritt und Grenzen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an der historischen Entwicklung der Atommodelle spezifische Eigenschaften und Grenzen naturwissenschaftlicher Modelle fachlich herausarbeiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Orbitale des Wasserstoffatoms als Nachweiswahrscheinlichkeiten interpretieren

S. 275

b1f00a6d-1a03-496c-b1bd-c1f2259f59a8

Bedeutung von Flammenfärbung, Linienspektren und Spektralanalyse für Modelle diskreter Energiezustände interpretieren

S. 297

c14857d3-634f-4a59-9a3f-8d0638fc5784

Charakteristisches Röntgenspektrum mit Energieniveaus der Atomhülle erklären

S. 298

7e9e814c-fe12-42a9-8d80-e09e7fb52964

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

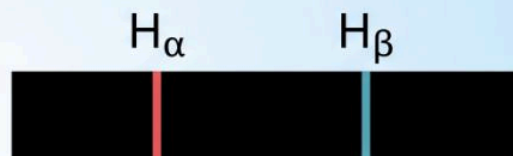
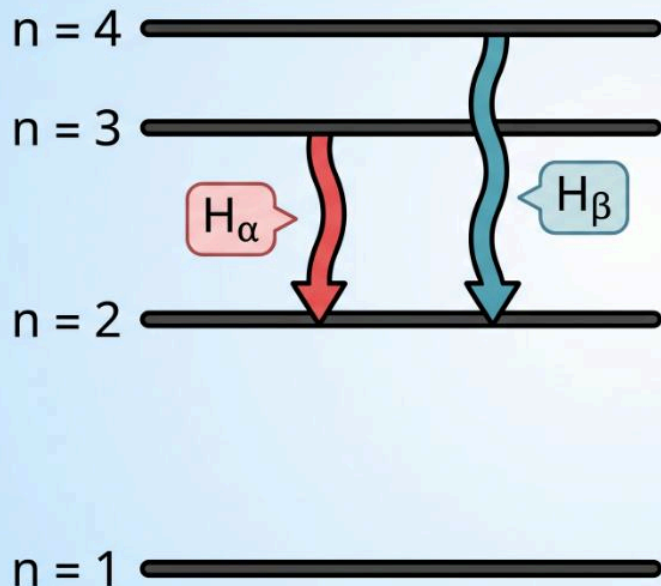
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Rydberg-Formel anwenden

Lernziel-ID 974a2d1c-2225-519d-965f-7744fe8aafd5

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Rydberg-Formel und Spektrallinien



$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$n_2 > n_1$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mithilfe der Rydberg-Formel Wellenlängen von Spektrallinien bestimmen und den Bezug zu Energieniveaus verdeutlichen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[LK Abi-Klausur 2](#) 320732e8-1c44-5fa4-9a47-972243cfc32a

[Vorschlag C \(GK\) - Compton-Effekt und Energiestufenmodell](#) 66100588-17bb-58c6-91dd-2349c880dd87

[Vorschlag C \(GK\) - Fotoeffekt und Energiestufen](#) 706703af-b936-5e64-8fe2-ab1128feaf49

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

[Vorschlag D \(GK\) - Balmer-Auswertung und Teilchenwellen](#) c3c24489-4907-585f-8b56-2cb069aa6bf2

[Vorschlag D \(GK\) - Franck-Hertz und Energiestufen](#) d82ac375-2aa8-578a-893a-025e0a27e60f

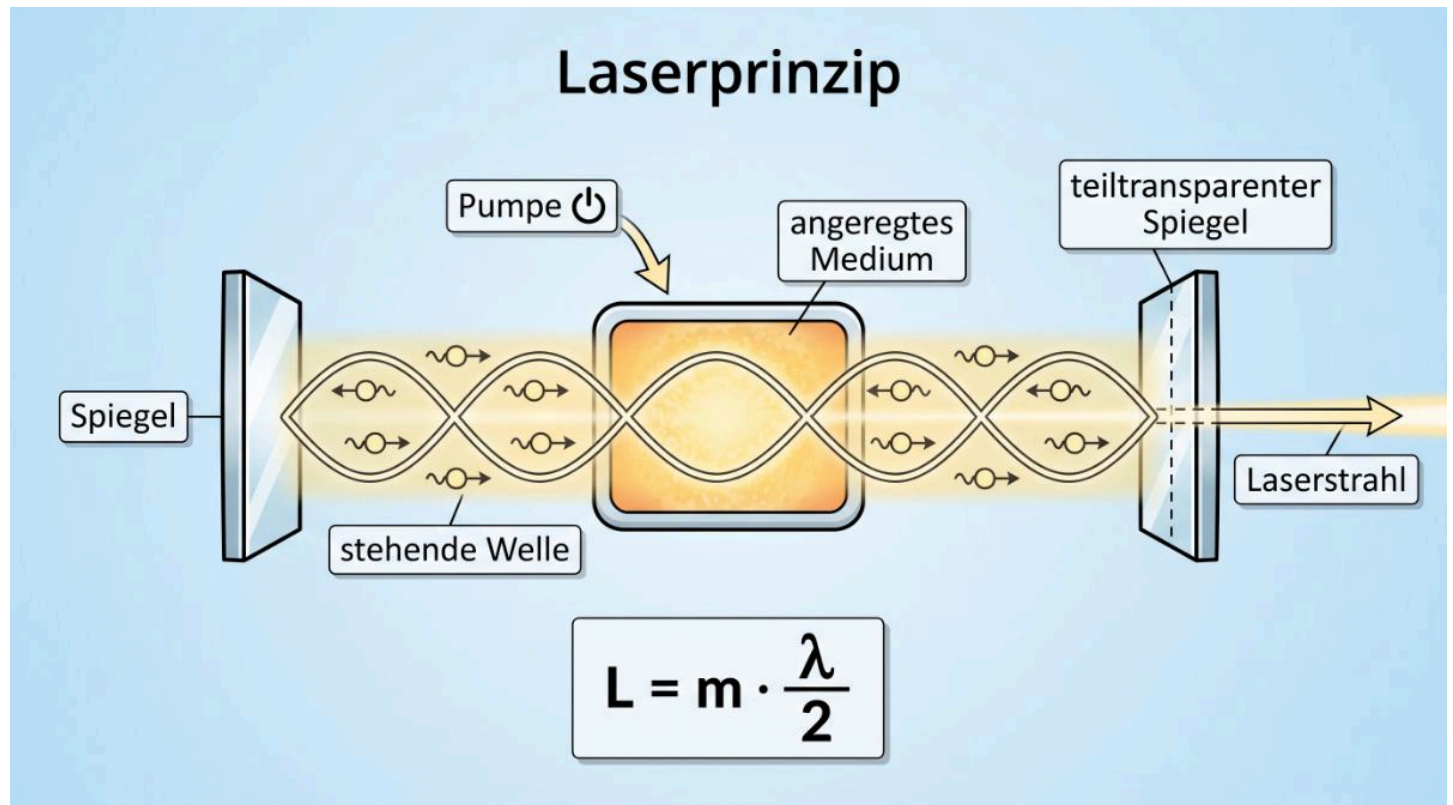
[Vorschlag C \(LK\) - Quantenanalyse einer Spektrallampe](#) e73de7c5-5f09-5e84-8a95-8d764b422ec3

[LK Abi-Klausur 1](#) ed3a6f6b-2ca3-51c2-8f00-58e11eb02401

Laserprinzip (Vertiefung: Resonator-Moden)

Lernziel-ID 0172ca41-cc42-51d6-94ad-f0f4680059e4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Resonatorprinzip und die Modenbildung im Laser erläutern und deren Bedeutung für die Lichtverstärkung deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Erweiterte Spektralanalyse und Laser](#) 23530be9-66b6-57d7-9ff8-9c55dd5b1295

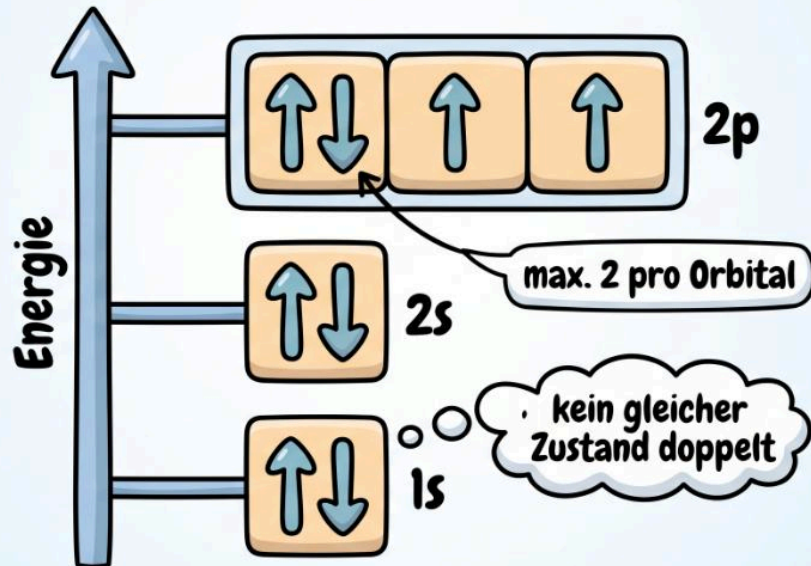
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Mehrelektronenatome mit Pauli-Prinzip und Energieniveaus deuten

Lernziel-ID badb0ef3-233d-560e-bc2a-9df99f09fe7d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Atomvorstellungen

Pauli-Prinzip und Energieniveaus



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Mehrelektronensysteme qualitativ deuten, indem sie die Besetzung von Energieniveaus nach dem Pauli-Prinzip (kein vollständiger Ein-Elektronenzustand einschließlich Spin ist doppelt besetzt) mit einem Energieniveauschema der Atomhülle verknüpft.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HE: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieniveaus des Wasserstoffatoms
d7244ce4-5409-58d1-a1b4-bfae35f391e1

S. 274

Emission, Absorption und Linienspektren
904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

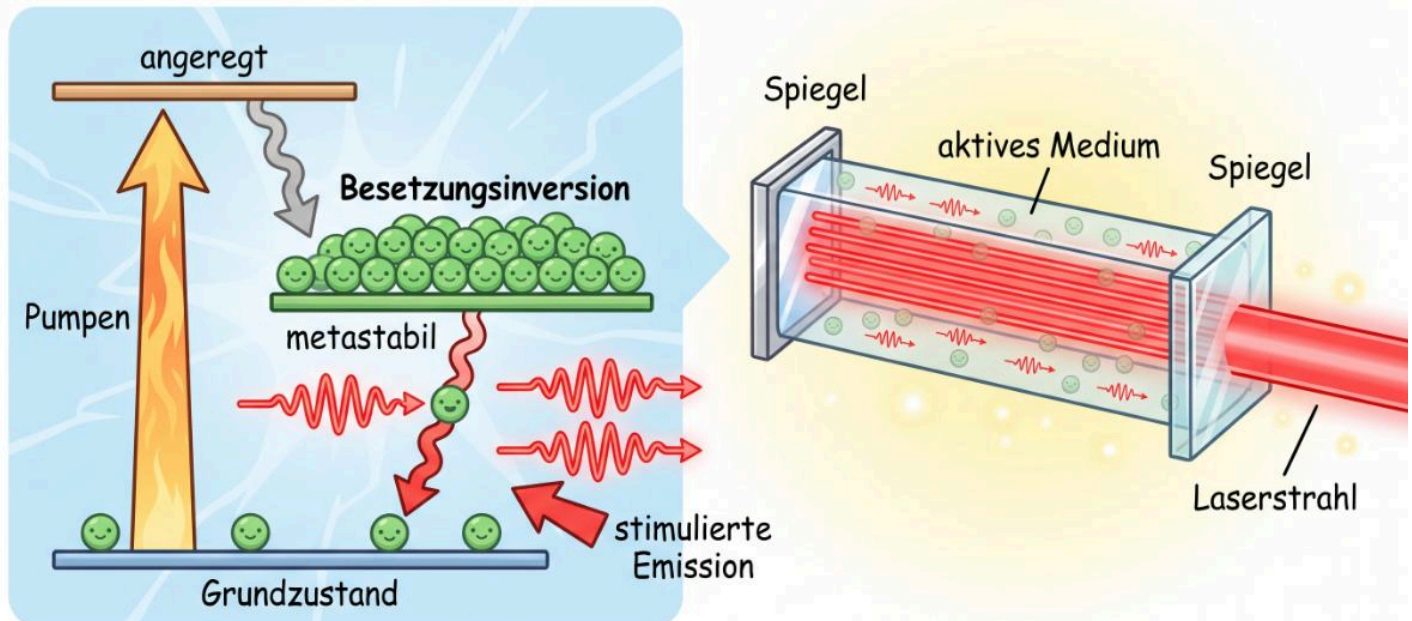
Keine

Laserprinzip und Anwendungen

Lernziel-ID 75f7139f-0f07-5cec-bcea-4f139502b528

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Technische Anwendungen der Quantenphysik

Laserprinzip



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann metastabile Niveaus, Besetzungsinversion und stimulierte Emission beschreiben sowie Aufbau, Funktionsprinzip und Anwendungen von Lasern erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

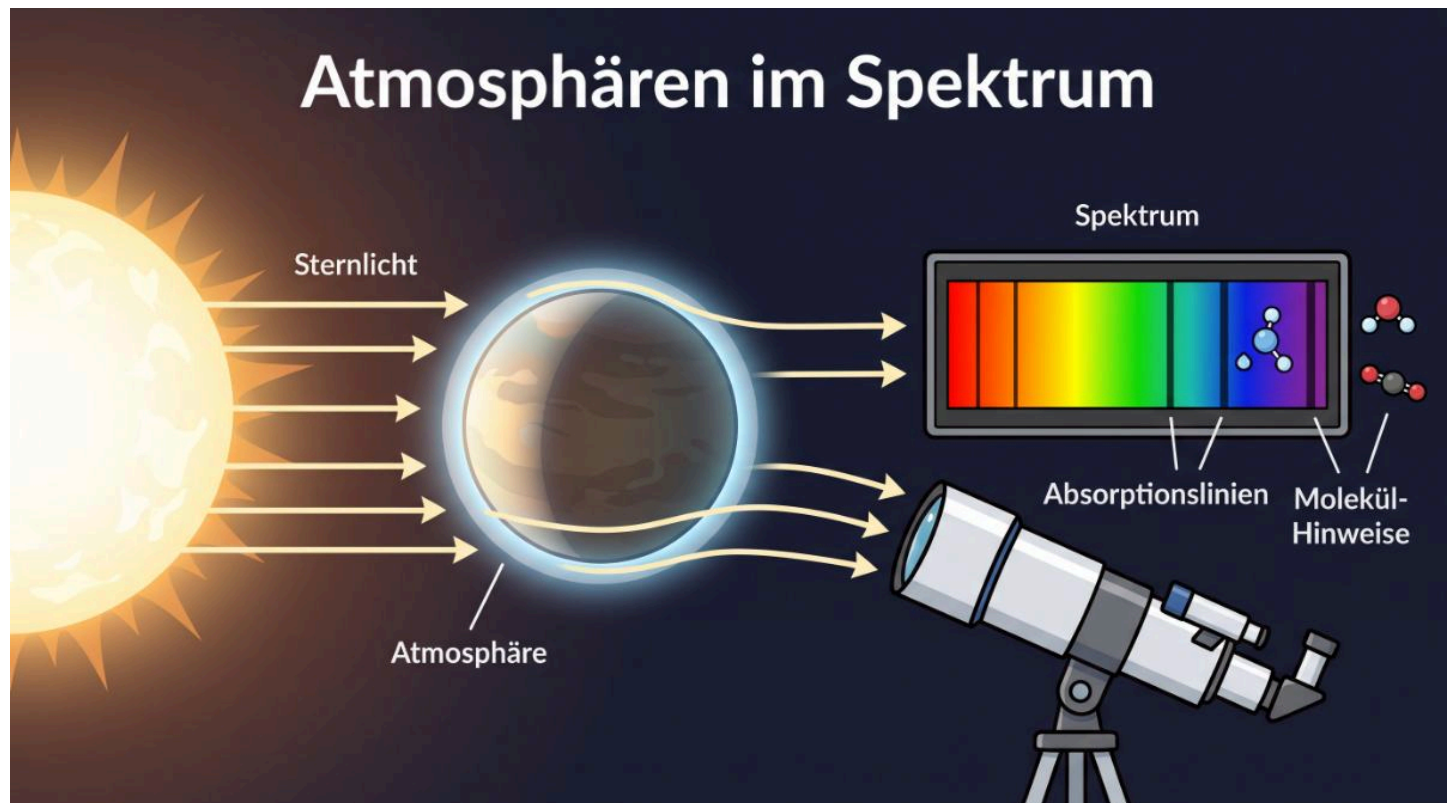
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Laser, Tunneleffekt und Quantenanwendungen](#) a3e22e70-6629-5c74-a8ae-a8c4f55c72a9

Planetenatmosphären mit Spektren untersuchen

Lernziel-ID e28381b4-50ef-5cac-bfa4-b7c8e03aef82

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erläutern, wie Spektren zur Untersuchung von Planetenatmosphären genutzt werden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Spektrallinien deuten

ea2d5085-4ec1-5e33-87e0-15edcad635bf

S. 280

Bedeutung von Flammenfärbung, Linienspektren und Spektralanalyse für Modelle diskreter Energiezustände interpretieren S. 297

c14857d3-634f-4a59-9a3f-8d0638fc5784

Wird direkt vorausgesetzt von

Exoplanetensuche und Habitabilität quellenkritisch beurteilen

e2014db8-c97f-5ce1-82c5-2a42741f4a61

S. 308

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

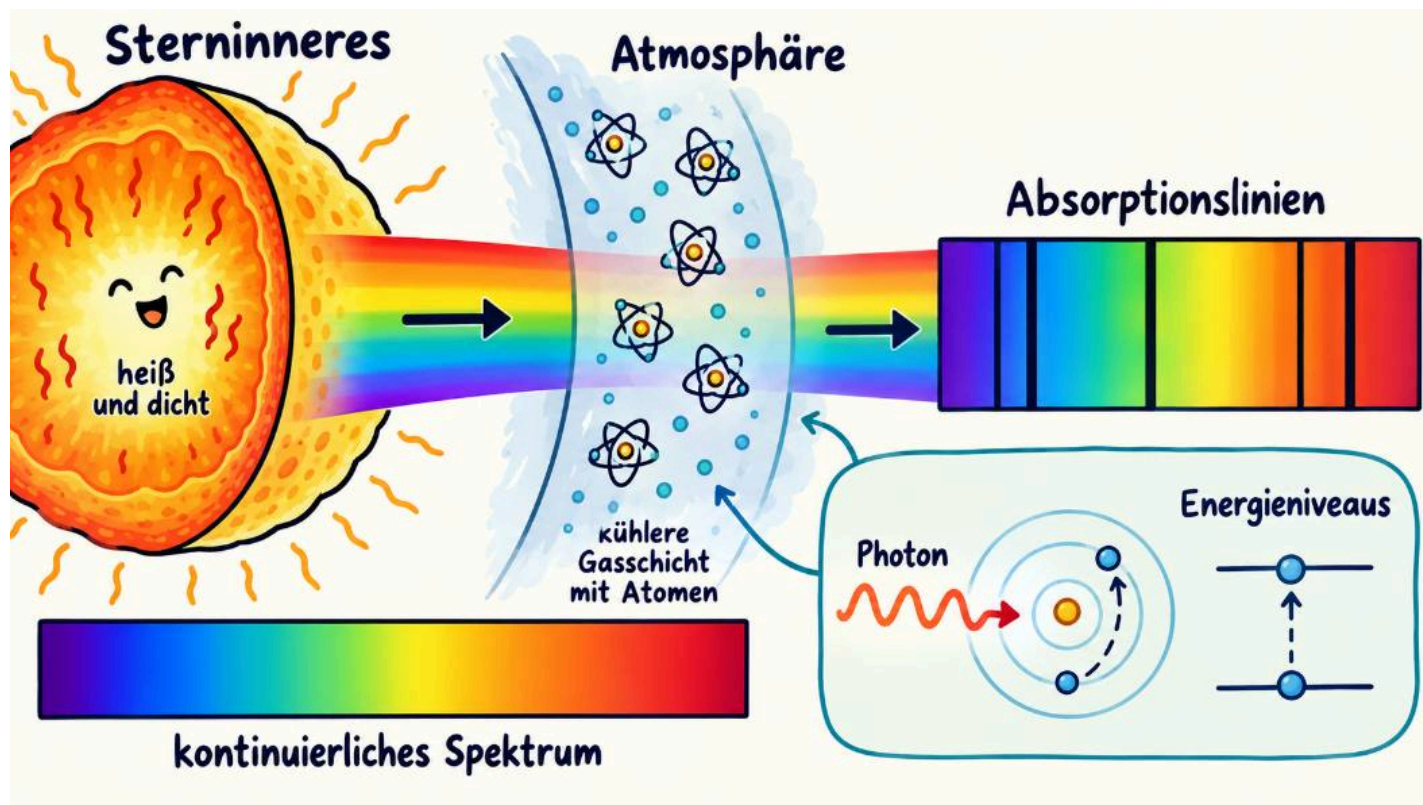
[Einen Exoplanetenkandidaten und sein Transmissionsspektrum beurteilen](#) f61c424e-f091-5f9d-9d58-c1bd29733fc8

Fraunhoferlinien in Sternspektren deuten

Lernziel-ID f9c025ce-4327-5de7-8288-a3358e14a576

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Sternspektren und Temperaturoesetze auswerten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Fraunhoferlinien in Sternspektren als Absorptionslinien deuten und ihre Entstehung durch selektive Absorption in der Sternatmosphäre mithilfe eines Energieniveaumodells erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

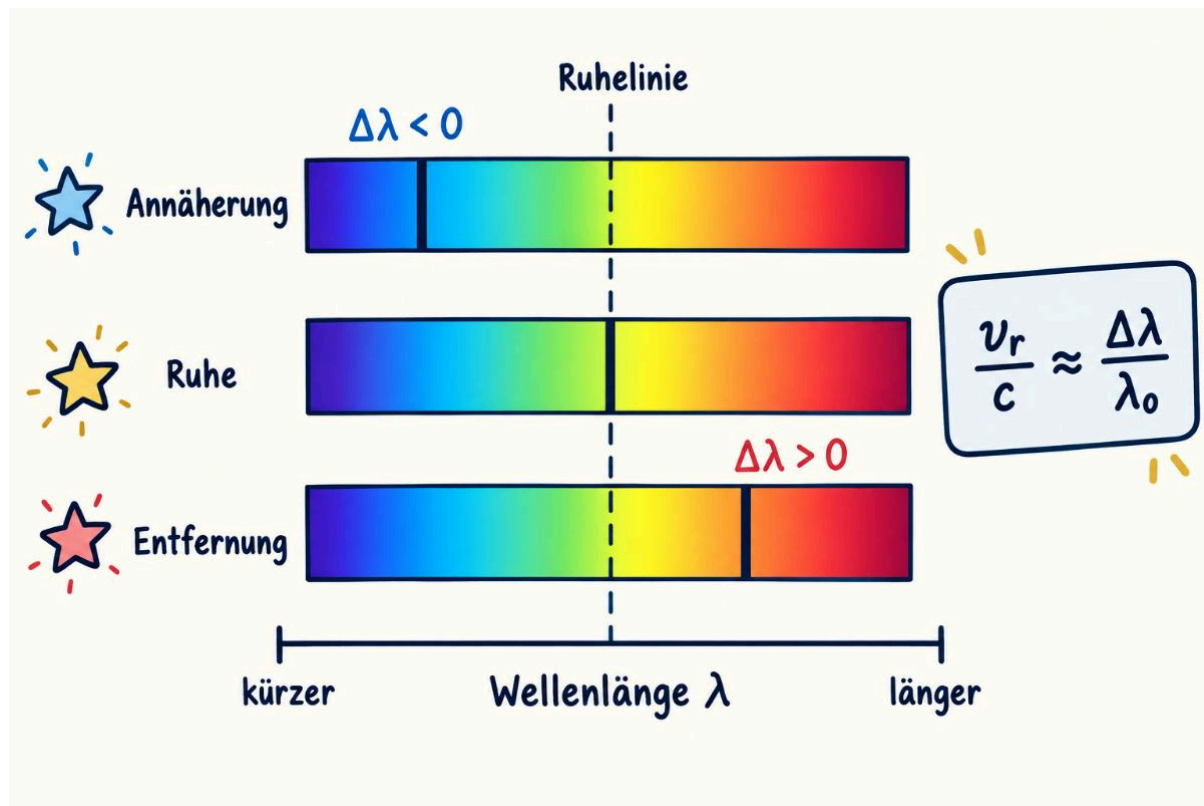
Keine

Radialgeschwindigkeiten aus Dopplerverschiebungen bestimmen

Lernziel-ID ce037050-f94c-5828-883a-76385c84d1f7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Parallaxe, Dopplereffekt und Sternspektren auswerten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Richtung und Betrag der Radialgeschwindigkeit eines Sterns aus der Verschiebung identifizierter Spektrallinien bestimmen und Vorzeichen, Bezugssystem sowie Messunsicherheit erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

Wird direkt vorausgesetzt von

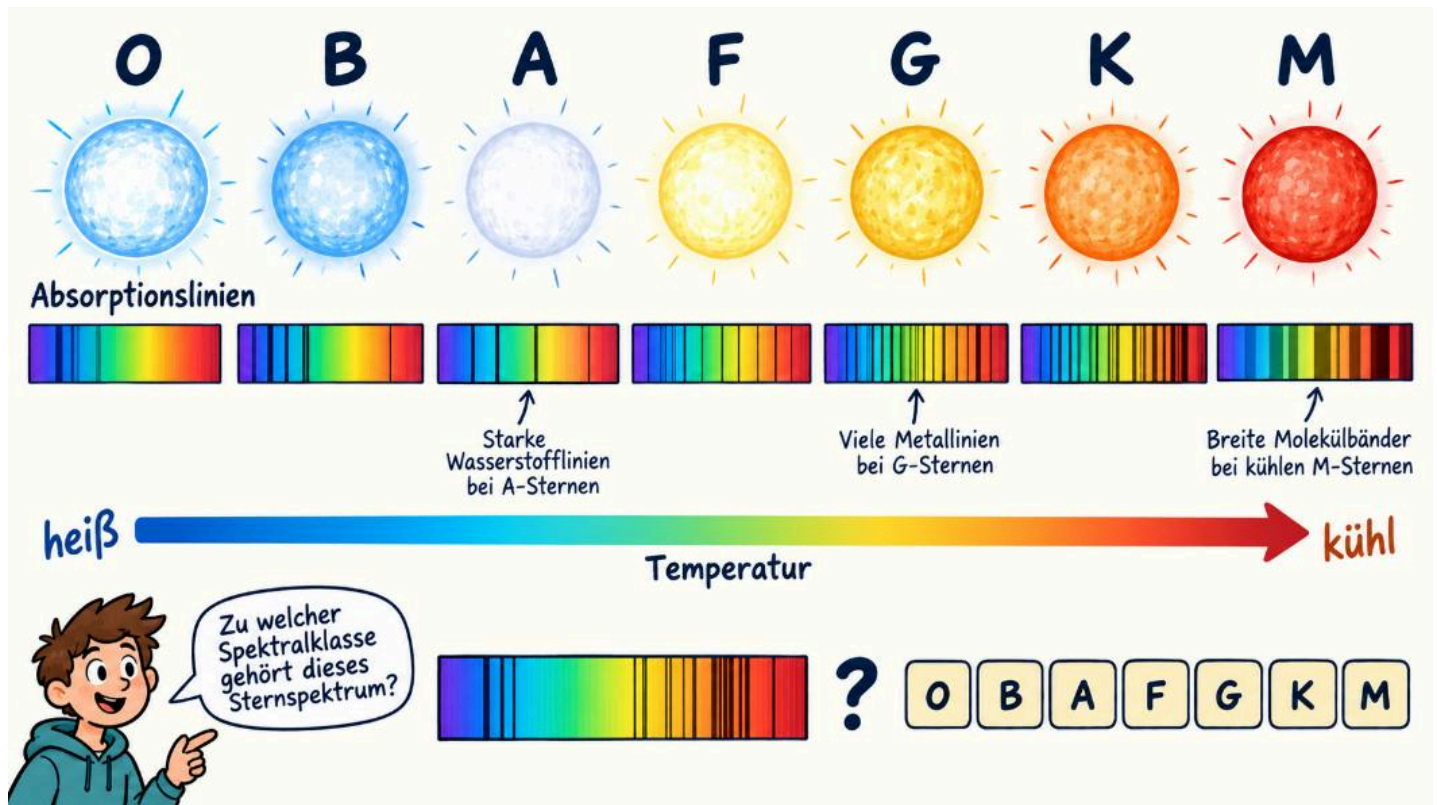
Keine

Sterne anhand ihrer Spektren klassifizieren

Lernziel-ID 5c5d6698-c056-5850-8ecd-6dd87fb44549

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Parallaxe, Dopplereffekt und Sternspektren auswerten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Sternspektren anhand charakteristischer Absorptionslinien einer Spektralklasse zuordnen und die Zuordnung mit Linienmustern und Oberflächentemperatur begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Emission, Absorption und Linienspektren

904670af-8e4c-543e-bc9b-e6248d87a10d

S. 296

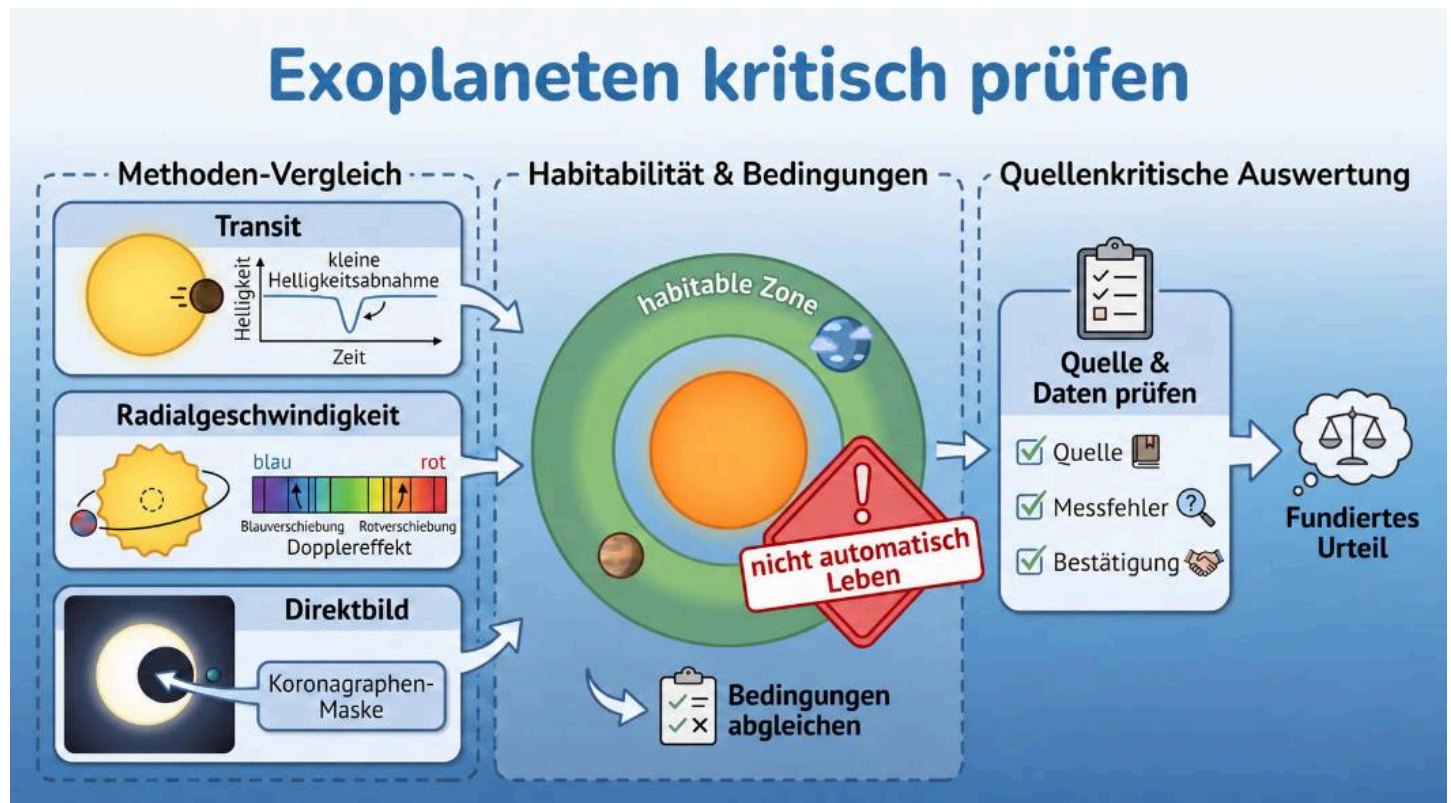
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Exoplanetensuche und Habitabilität quellenkritisch beurteilen

Lernziel-ID e2014db8-c97f-5ce1-82c5-2a42741f4a61

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Aussagen zur Habitabilität von Exoplaneten beurteilen, indem sie Nachweismethoden vergleicht, Lebensbedingungen anhand physikalischer Kriterien mit denen der Erde abgleicht und digitale Quellen quellenkritisch auswertet.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Exoplanetenkandidaten mit der Transitmethode erklären 49bb609a-bfb7-5391-9120-f5fc737efb9a	S. 180	Exoplanetenkandidaten mit Stern- Radialbewegungen erklären 6dca3b9a-c872-543b-808f-97e855f5fafd	S. 181	Planetenatmosphären mit Spektren untersuchen e28381b4-50ef-5cac-bfa4-b7c8e03aef82	S. 304
--	--------	---	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

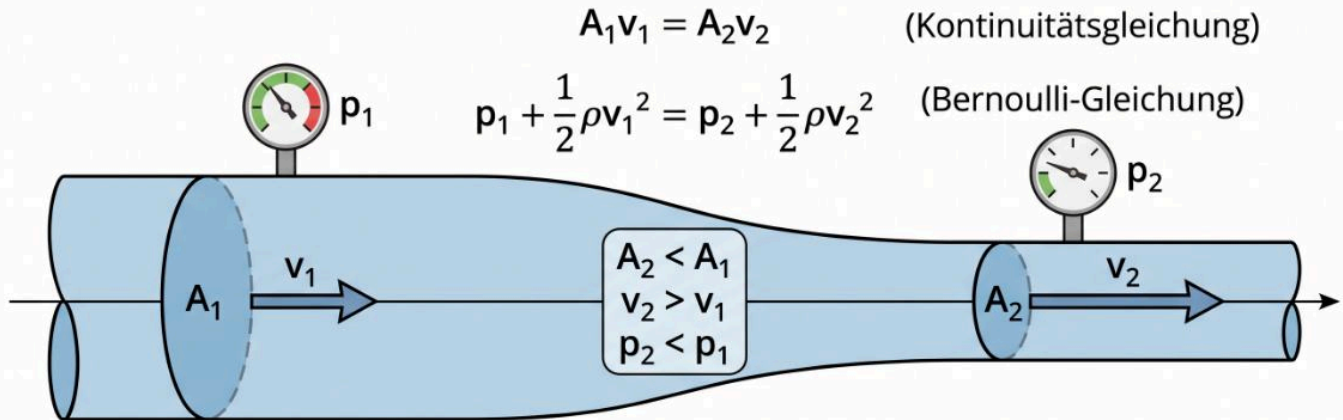
Keine

Strömungsbeispiele mit passenden Modellen erklären

Lernziel-ID 333ca92b-a92c-46a9-86be-dea8ddbd43e0

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele

STRÖMUNGSBEISPIELE MIT PASSENDEN MODELLEN ERKLÄREN



Voraussetzungen:

- stationär
- inkompressibel
- reibungsarm
- gleiche Höhe
- Betrachtung entlang einer Stromlinie

Sind Reibung oder Turbulenz wichtig? Dann Modellgrenzen prüfen.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an ausgewählten Strömungsbeispielen die Aussagen und Voraussetzungen der jeweils verwendeten Gesetze oder Kennzahlen qualitativ erläutern, etwa der Kontinuitätsgleichung, der Bernoulli-Gleichung, des Stokes-Gesetzes oder der Reynolds-Zahl.

Geltung

RP: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

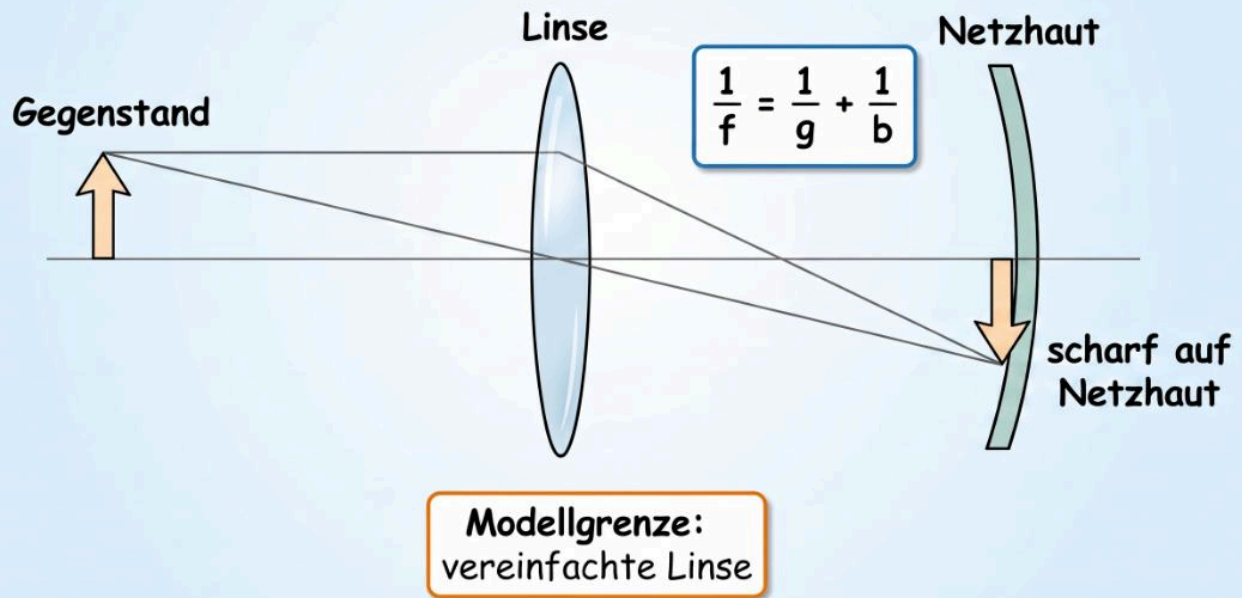
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Linseauge mit geometrischer Optik modellieren

Lernziel-ID 84ddb244-e560-592f-9d43-e84c801fe5b4

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Biophysik

Linseauge als Modell



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Linseauge mit Strahlenkonstruktion, Linsengleichung und Simulationen modellieren, Bedingungen scharfen Sehens quantitativ deuten und Modellgrenzen benennen.

Geltung

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

MV, SN: Sek. I · G8

SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Linsenabbildungen qualitativ beschreiben und konstruieren 078ce4d2-3193-4cd0-ae59-4fb8ab16e9e5	S. 47	Sehvorgang und Fehlsichtigkeiten qualitativ erklären 90e1e6cf-4092-41d6-81f7-5206f9d68f84	S. 48
Wird direkt vorausgesetzt von			
Sehschwächen mit dem Linse-Schirm-Modell untersuchen ce14a7e7-7e2a-517f-a465-78ba3fbe414d	S. 326	Linsenaugen im Tierreich physikalisch vergleichen 8fe0ebf1-8256-53d2-9b01-fdb945e57a59	S. 334

Schalldruckpegel und Hoerrisiken quantitativ beurteilen

Lernziel-ID 8ac61062-f63e-5935-96ae-84014906c368

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Biophysik

Schalldruckpegel und Risiko



100 dB
Schutz nötig





85 dB
Risiko bei langer Dauer





40 dB
ruhig



Formel

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

Beziehung

+20 dB → 10x Schalldruck



Faktoren

- ☒  Pegel
- ☒  Dauer
- ☒  Abstand

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Zusammenhaenge zwischen messbaren Schallgroessen und empfundener Lautstaerke mathematisch nutzen und Gesundheitsgefaehrungen durch hohe Schalldruckpegel begruendet beurteilen.

Geltung

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

RP: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

SN: Sek. I · G8

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Tonhöhe, Lautstärke und Geräusche unterscheiden

10aad90e-a1db-42b6-8d1e-1d856e14b47d

S. 43

Lärmbelastung des Gehörs beurteilen

da0837c7-95a7-5a6a-81db-f33cb7f42d85

S. 45

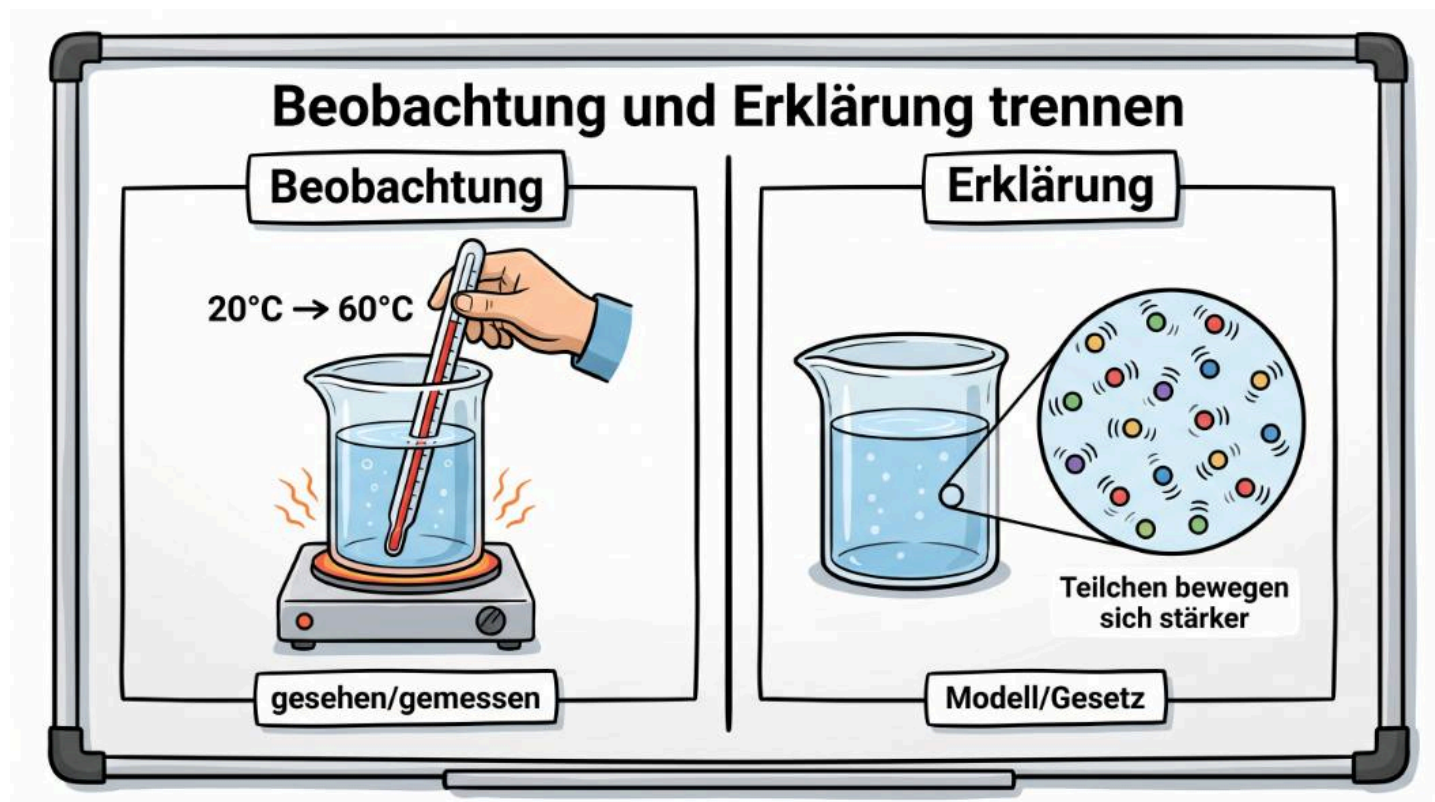
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Beobachtung und Erklärung unterscheiden

Lernziel-ID 5355fee0-0477-5570-a234-561477bf77ba

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Denk- und Arbeitsweisen](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Beobachtungen, die auf Sinneseindrücken oder Messungen beruhen, von physikalischen Erklärungen mithilfe von Gesetzen und Modellen unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Physikalische Aussagen empirisch überprüfen

da26294f-4316-5bd5-a37a-bd89397b3b8b

S. 313

Funktion physikalischer Modelle erläutern

e5bc2227-d900-585f-8ac0-9d3f1cb40e27

S. 314

Experimentelle Untersuchungen fachgerecht dokumentieren

ad62f563-4fee-5399-8d9c-03a214658aa9

S. 328

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

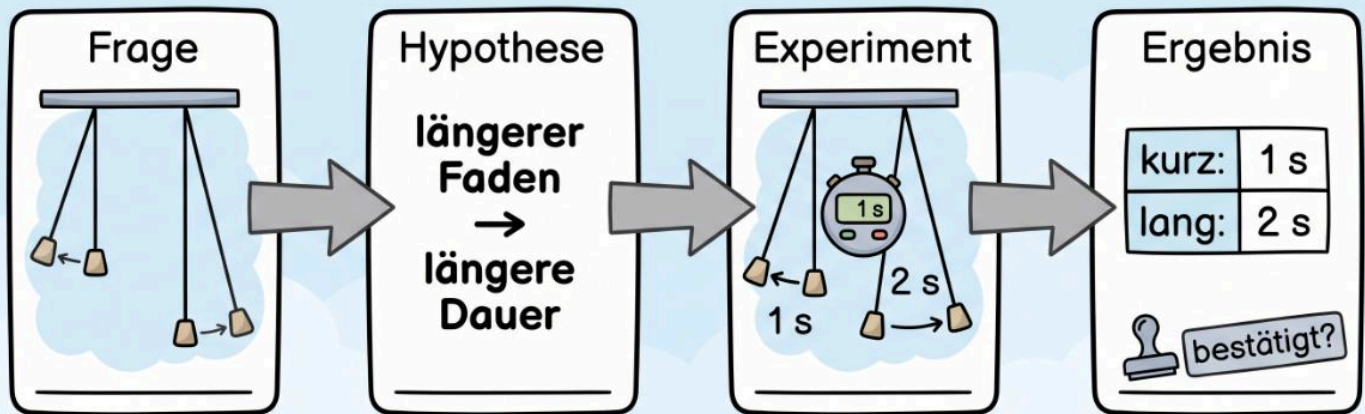
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Physikalische Aussagen empirisch überprüfen

Lernziel-ID da26294f-4316-5bd5-a37a-bd89397b3b8b

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Denk- und Arbeitsweisen](#)

Aussagen empirisch prüfen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an Beispielen erläutern, dass physikalische Aussagen durch Fragestellung, Hypothese, Experiment und Bestätigung oder Widerlegung überprüfbar sind.

Geltung

BW: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Beobachtung und Erklärung unterscheiden

5355fee0-9477-5570-a234-561477bf77ba

S. 312

Wird direkt vorausgesetzt von

Experimente planen und Messdaten auswerten

d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1

S. 323

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

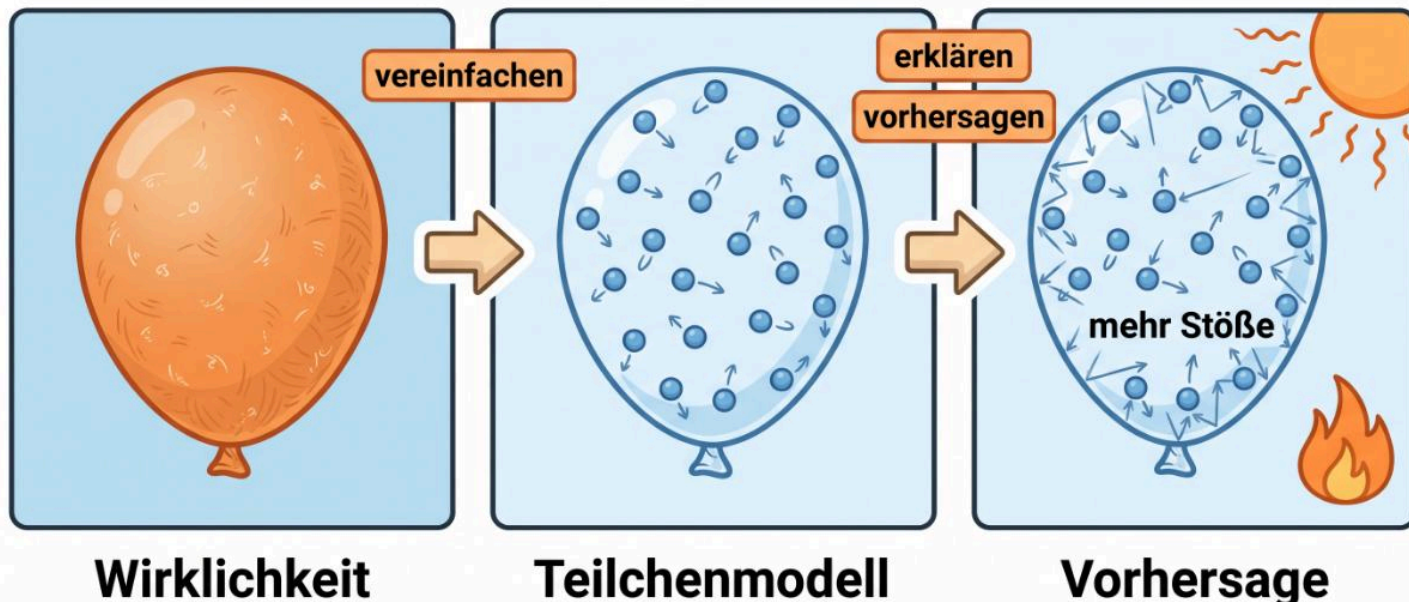
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Funktion physikalischer Modelle erläutern

Lernziel-ID e5bc2227-d900-585f-8ac0-9d3f1cb40e27

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Denk- und Arbeitsweisen](#)

Was ein Modell leistet



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an Beispielen wie Strahlenmodell, Teilchenmodell, Atommodell oder Elementarmagnetmodell erläutern, wie physikalische Modelle ausgewählte Eigenschaften vereinfacht darstellen und unter ihren Modellannahmen Erklärungen oder Vorhersagen ermöglichen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Beobachtung und Erklärung unterscheiden

5355fee0-0477-5570-a234-561477bf77ba

S. 312

Wird direkt vorausgesetzt von

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e

S. 329

Physikalische Bewertungen begründet formulieren

b378c8b3-5e83-5abf-8243-b0f345037bfc

S. 336

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Brechung und Linsen mit dem Strahlenmodell untersuchen](#) 44985d9f-7b49-52e4-86ec-eddc7b70429f

SI-Einheiten in physikalischen Beispielen nutzen

Lernziel-ID 3ed3279e-c524-5230-a277-dda89493df6d

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Denk- und Arbeitsweisen

SI-Einheiten nutzen



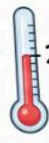
Länge: 2 m



Zeit: 5 s



Masse: 1 kg



Temperatur: 293 K



Kraft: 10 N

Größe	Einheit
Länge	m
Zeit	s
Masse	kg
Temperatur	K
Kraft	N

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Funktion des SI-Einheitensystems erläutern und einfache physikalische Größen mit passenden SI-Einheiten angeben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Astronomische Groessenordnungen und Einheiten 7c986fca-1129-5eff-a17e-0a04bb7346ee	Experimente planen und Messdaten auswerten d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1	Physikalische Informationen aus Quellen auswerten d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e
S. 316	S. 323	S. 329

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073230d3fc4f

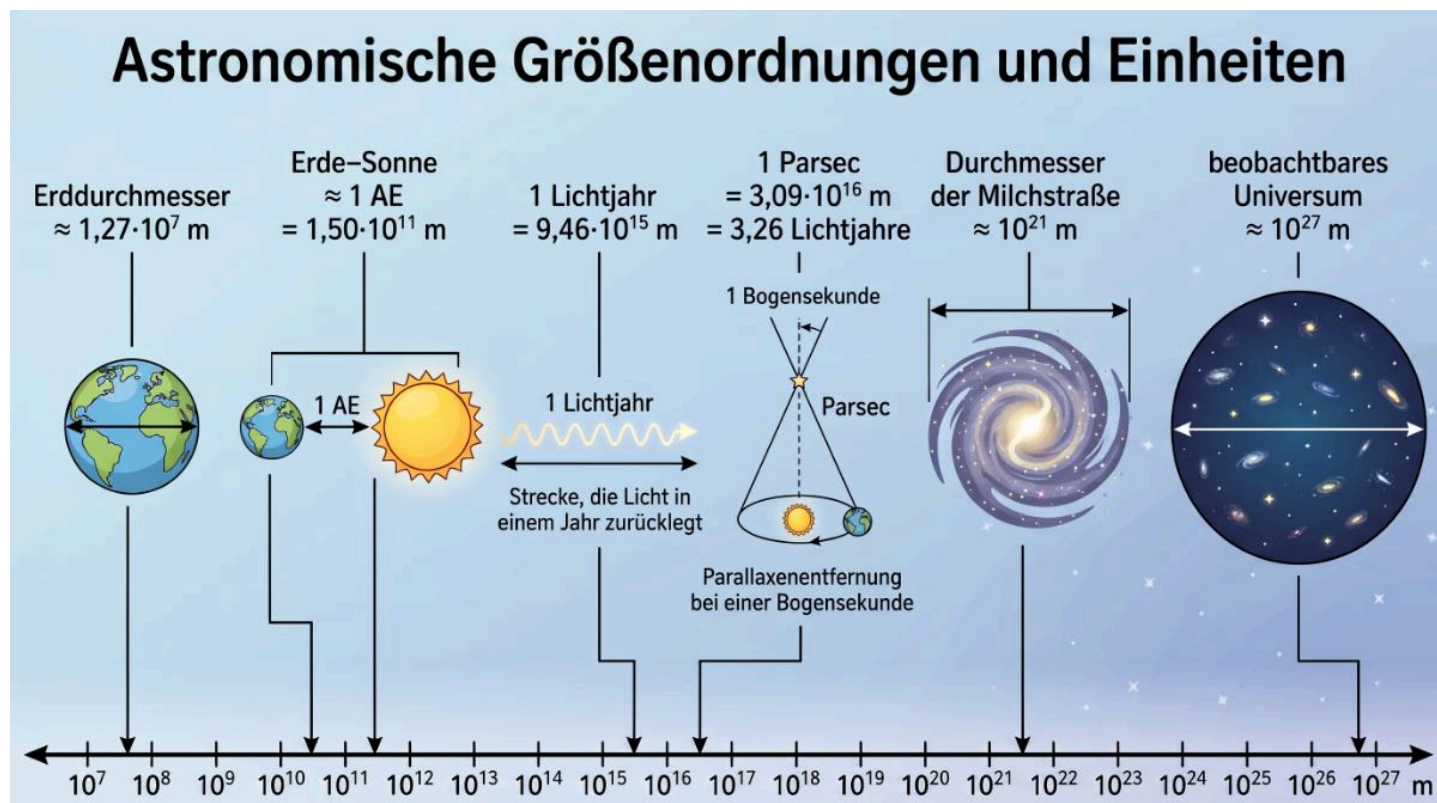
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Astronomische Größenordnungen und Einheiten

Lernziel-ID 7c986fca-1129-5eff-a17e-0a04bb7346ee

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann astronomische Distanzen, Massen und Leuchtkräfte mit Einheiten wie Astronomischer Einheit, Lichtjahr, Parsec, Sonnenmasse und Sonnenleuchtkraft beschreiben und einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

SI-Einheiten in physikalischen Beispielen nutzen

S. 315

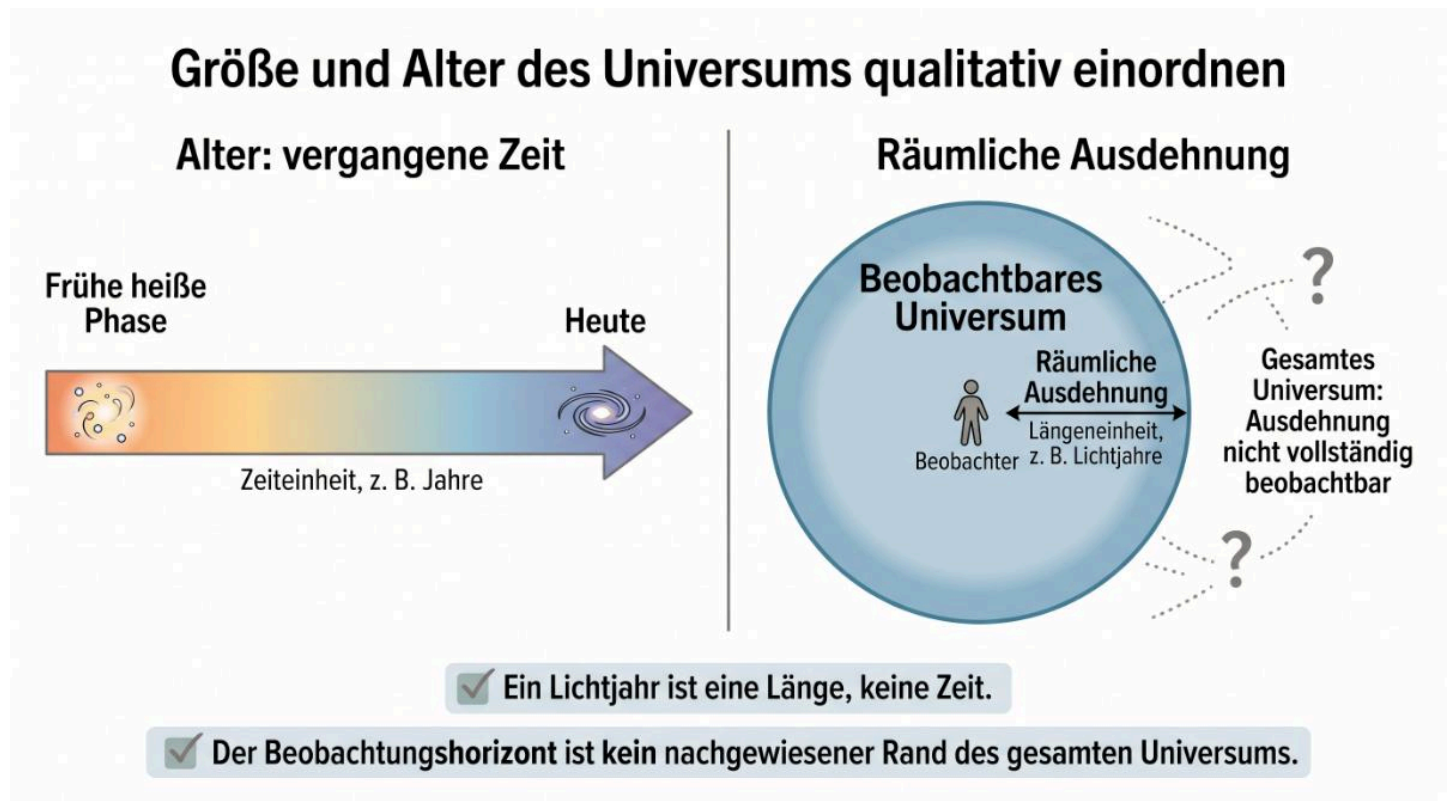
Wird direkt vorausgesetzt von

Größe und Alter des Universums qualitativ einordnen db0394ca-297c-5892-b414-525ec186f928	S. 317	Am Nachthimmel mit Sternkarte oder Software navigieren d024aa45-5dbb-51f7-87a6-9ba939858696	S. 318	Astronomische Einheit und ihre beobachtungsbasierte Bestimmung erklären 5cf160e5-e0c2-5552-b2cf-0f04871c5e7e	S. 320	Sonnenradius aus Beobachtungsdaten abschätzen bebc3738-0be6-52cf-83db-f8b948f7cf7b	S. 321
Sonnenleuchtkraft aus Solarkonstante und Entfernung abschätzen 9851bd02-ca48-5ce4-8e9f-9ec4af1c43b8	S. 322	Sonnenmasse aus Bahndaten abschätzen 5e9cd796-3887-5457-8a1f-26863ca7eb28	S. 424				

Größe und Alter des Universums qualitativ einordnen

Lernziel-ID db0394ca-297c-5892-b414-525ec186f928

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann qualitative Aussagen zu Größe und Alter des Universums einordnen und dabei räumliche Ausdehnung und vergangene Zeit sowie das beobachtbare und das gesamte Universum unterscheiden.

Geltung

BW: Sek. II · GK

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

RP: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern

S. 176

c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424

Astronomische Groessenordnungen und Einheiten

S. 316

7c986fca-1129-5eff-a17e-0a04bb7346ee

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Weltalter, Lichtlaufzeit und Ausdehnung auseinanderhalten](#) c77d28e5-a03e-5518-8c3a-55e9e9a2cea3

Am Nachthimmel mit Sternkarte oder Software navigieren

Lernziel-ID d024aa45-5dbb-51f7-87a6-9ba939858696

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Nachthimmel-Orientierung und Sichtbarkeit astronomischer Objekte erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für einen vorgegebenen Beobachtungsort und -zeitpunkt eine Sternkarte oder geeignete Software ausrichten und damit markante Sternbilder oder astronomische Objekte am Himmel auffinden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

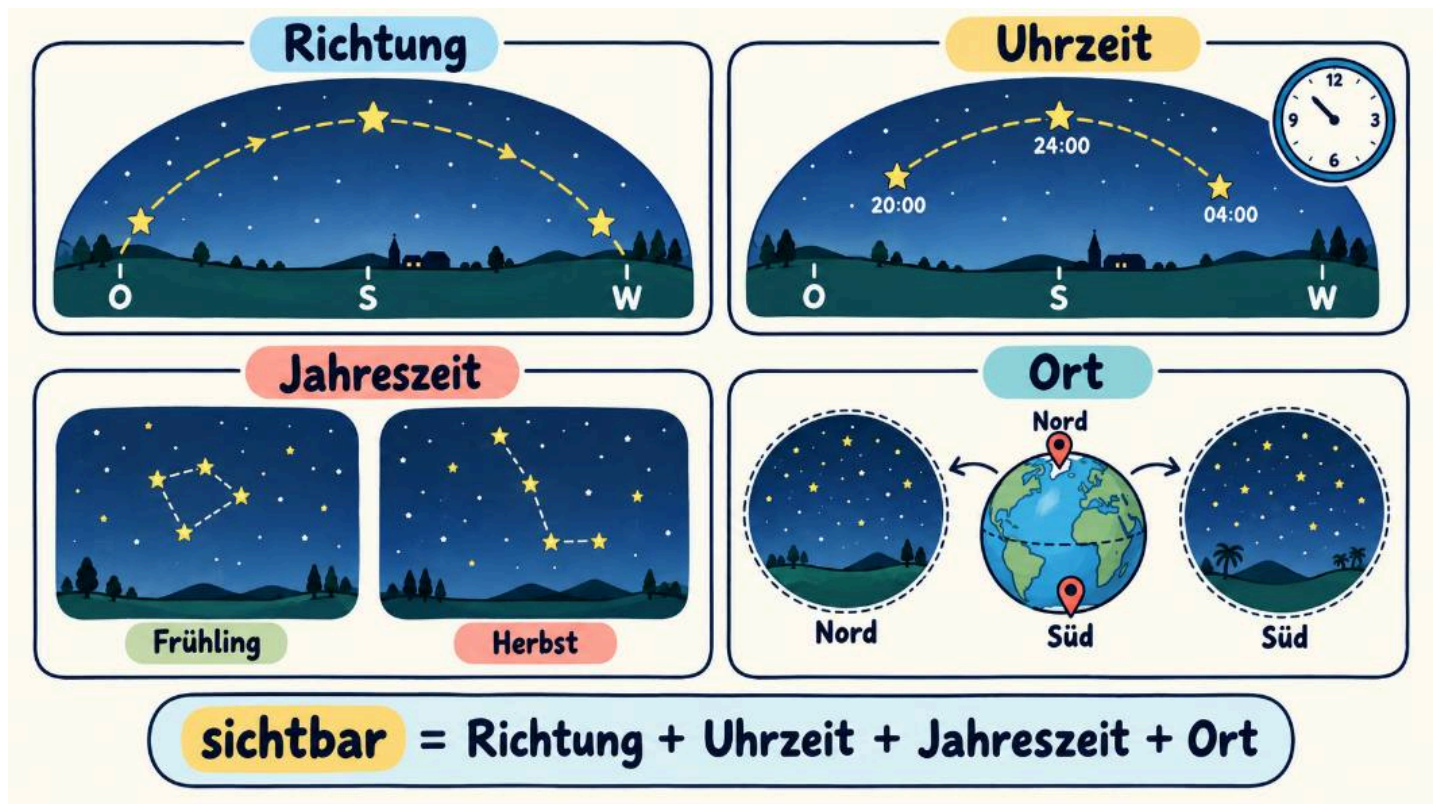
Astronomische Beobachtungsmethoden 2b700858-bc2e-5ddf-a791-b14d44160460	S. 175	Astronomische Groessenordnungen und Einheiten 7c986fca-1129-5eff-a17e-0a04bb7346ee	S. 316
Wird direkt vorausgesetzt von			
Räumlich-zeitliche Sichtbarkeit astronomischer Objekte begründen 0b8a4215-e6ed-56c8-88c3-b3a2a99723c7		S. 319	

Räumlich-zeitliche Sichtbarkeit astronomischer Objekte begründen

Lernziel-ID 0b8a4215-e6ed-56c8-88c3-b3a2a99723c7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Nachthimmel-Orientierung und Sichtbarkeit astronomischer Objekte erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann unter Berücksichtigung von Beobachtungsort, Uhrzeit und Jahreszeit grundlegende Aussagen darüber treffen und begründen, wann und wo ein astronomisches Objekt sichtbar ist.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Am Nachthimmel mit Sternkarte oder Software navigieren](#)

d024aa45-5dbb-51f7-87a6-9ba939858696

S. 318

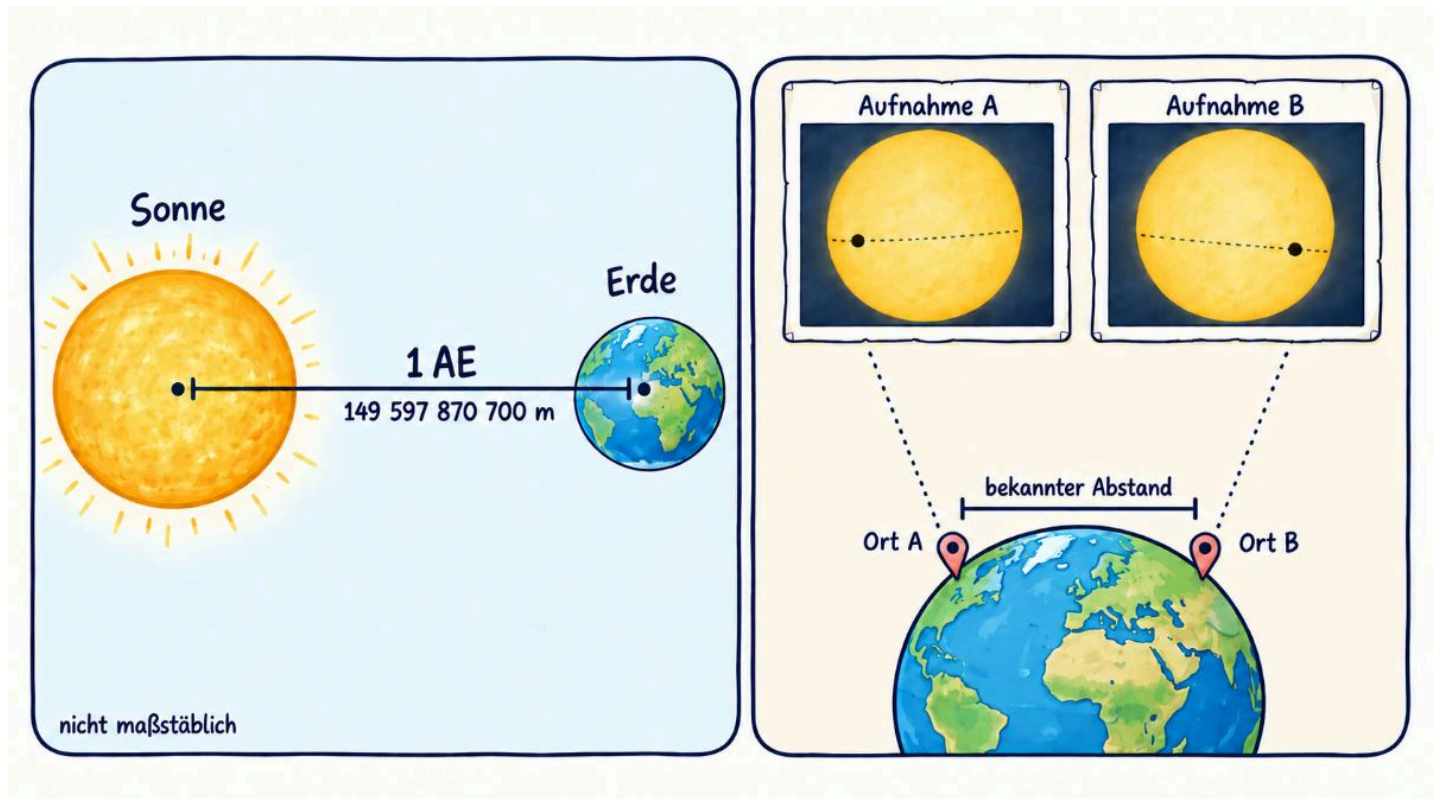
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Astronomische Einheit und ihre beobachtungsbasierte Bestimmung erklären

Lernziel-ID 5cf160e5-e0c2-5552-b2cf-0f04871c5e7e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Astronomische Einheit als Entfernungsmaß im Sonnensystem einordnen, dessen Wert in Metern heute exakt definiert ist, und aus Fachtexten sowie Beobachtungsdaten rekonstruieren, wie diese Länge vor der heutigen Definition erschlossen wurde.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entfernungsbestimmung

db6b8de4-21e0-58e8-a347-2ae39f538f92

S. 174

Astronomische Größenordnungen und Einheiten

7c986fca-1129-5eff-a17e-0a04bb7346ee

S. 316

Wird direkt vorausgesetzt von

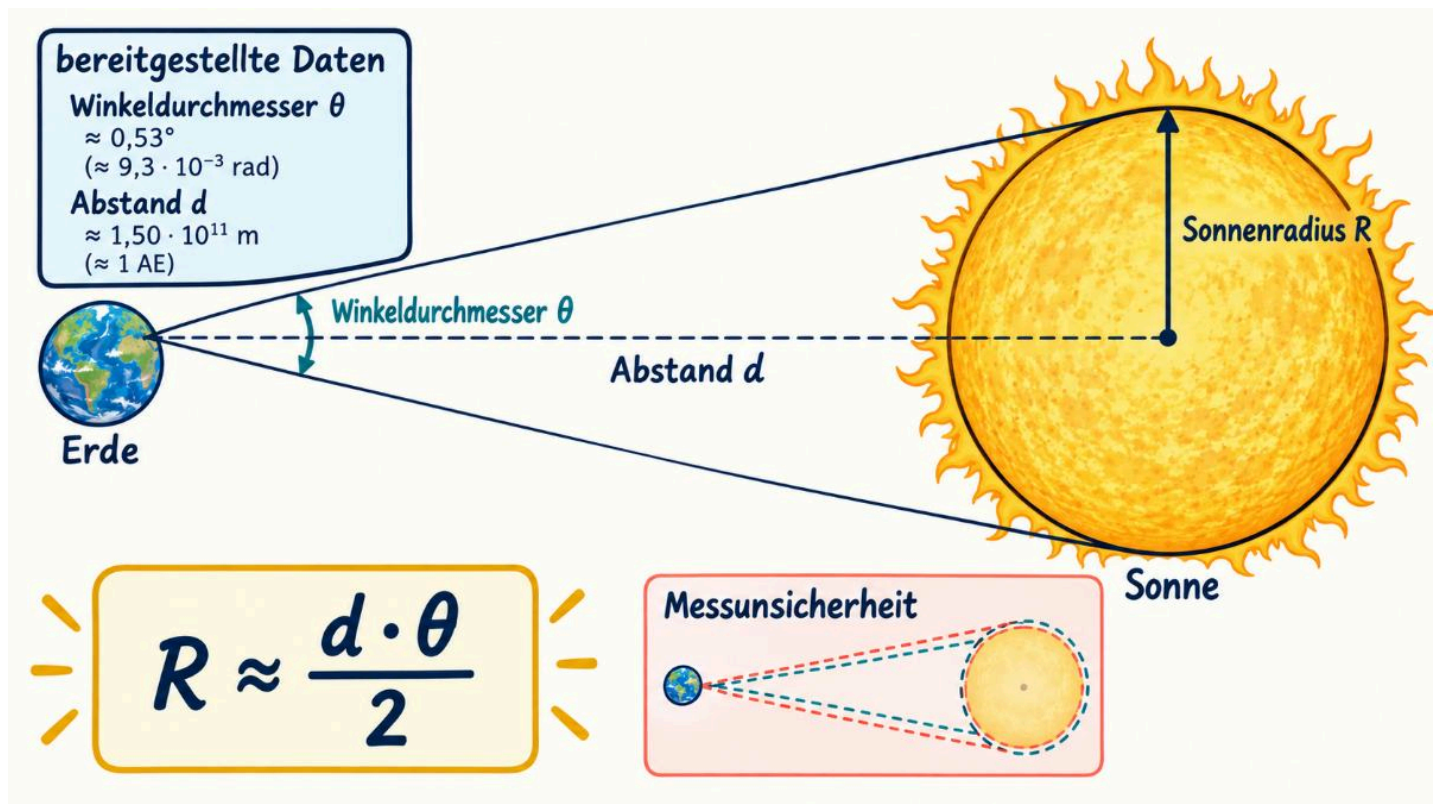
Keine

Sonnenradius aus Beobachtungsdaten abschätzen

Lernziel-ID bebc3738-0be6-52cf-83db-f8b948f7cf7b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Solare Zustandsgrößen aus Beobachtungen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus einem sicher gewonnenen oder bereitgestellten Winkeldurchmesser der Sonne und ihrer Entfernung mithilfe eines geometrischen Modells den Sonnenradius abschätzen und die Messunsicherheit berücksichtigen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Beobachtungsmethoden
2b700858-bc2e-5ddf-a791-b14d44160460

S. 175

Astronomische Größenordnungen und Einheiten
7c986fca-1129-5eff-a17e-0a04bb7346ee

S. 316

Wird direkt vorausgesetzt von

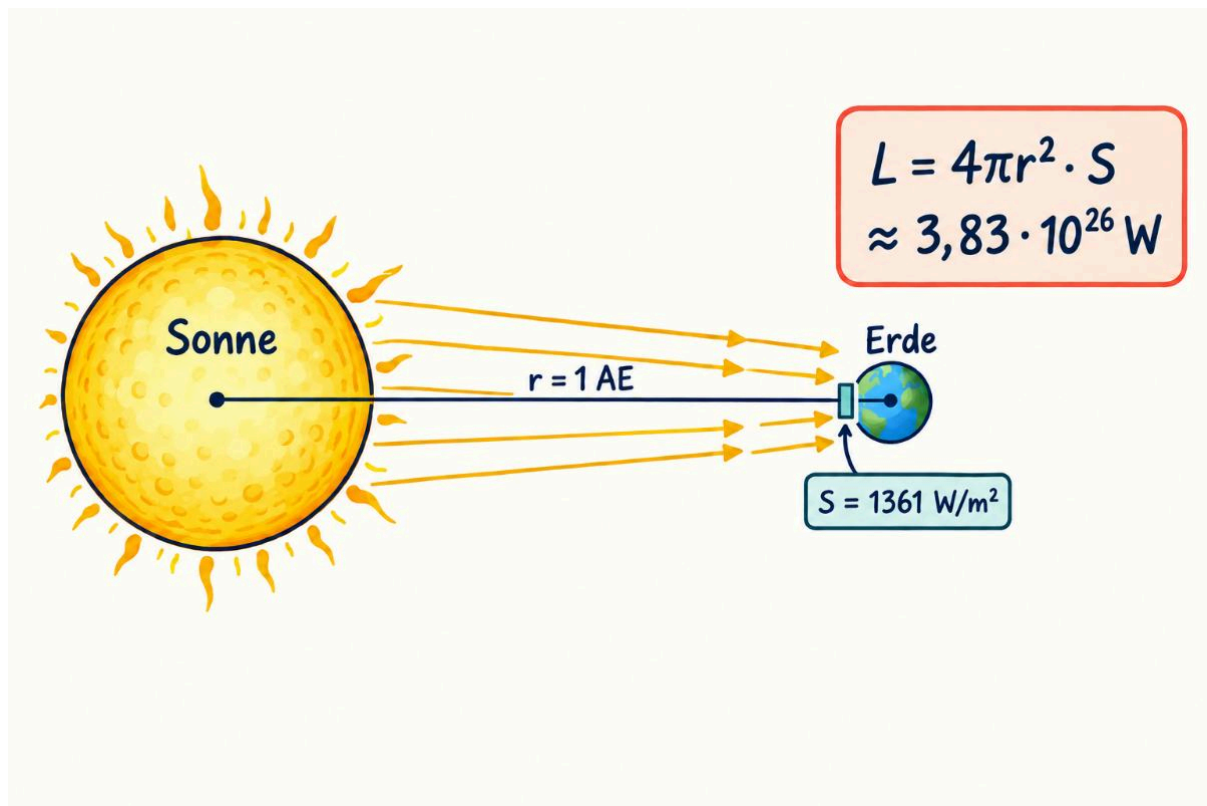
Keine

Sonnenleuchtkraft aus Solarkonstante und Entfernung abschätzen

Lernziel-ID 9851bd02-ca48-5ce4-8e9f-9ec4af1c43b8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Solare Zustandsgrößen aus Beobachtungen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Solarkonstante und Sonne-Erde-Abstand die Leuchtkraft der Sonne abschätzen und die gemessene Bestrahlungsstärke von der erschlossenen Gesamtleistung unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Beobachtungsmethoden

S. 175

Astronomische Groessenordnungen und Einheiten

S. 316

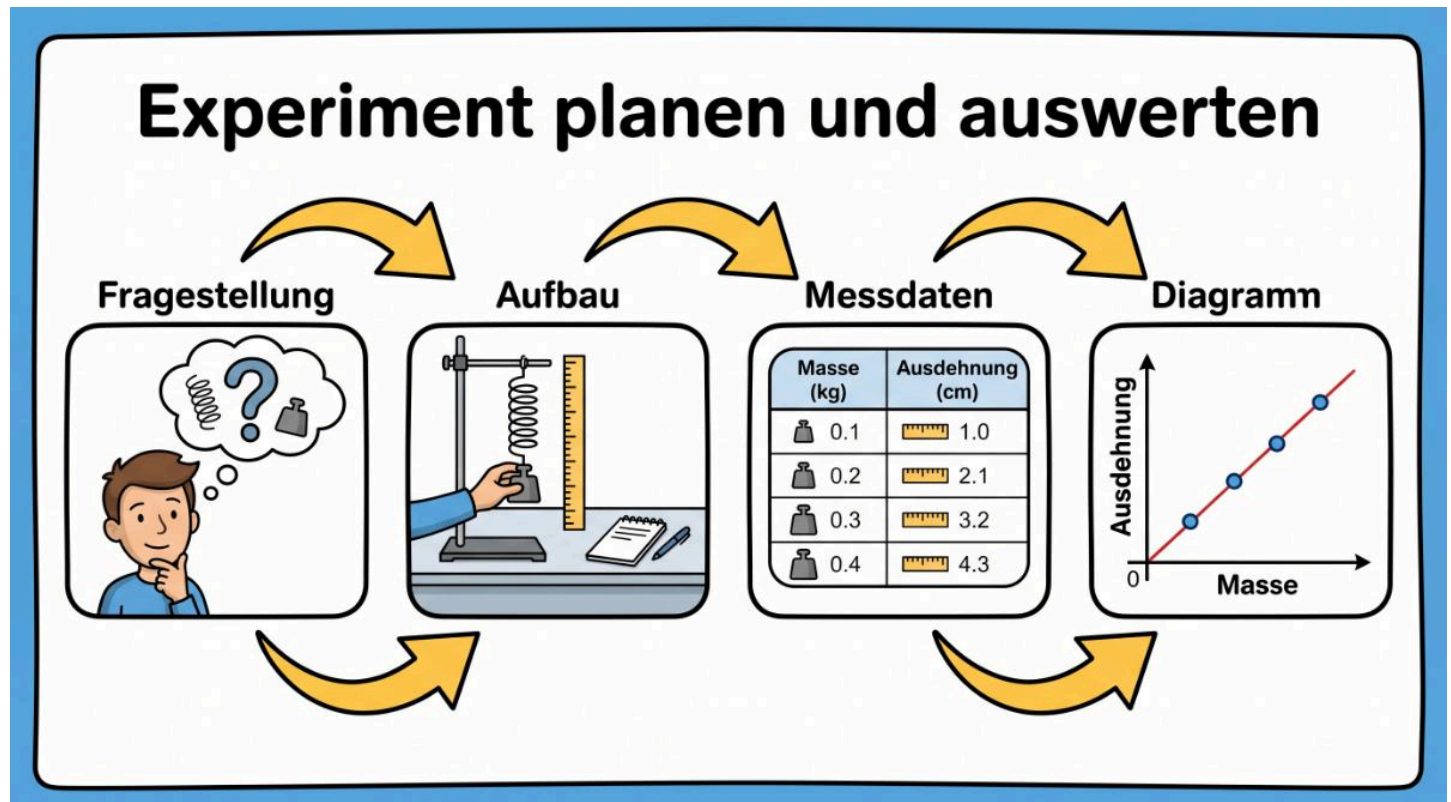
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Experimente planen und Messdaten auswerten

Lernziel-ID d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Denk- und Arbeitsweisen](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann zu einer physikalischen Fragestellung einen einfachen Versuchsaufbau planen, Messdaten strukturiert erfassen und mit passenden Darstellungen oder einfacher Mathematisierung auswerten.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Physikalische Aussagen empirisch überprüfen da26294f-4316-5bd5-a37a-bd89397b3b8b	S. 313	SI-Einheiten in physikalischen Beispielen nutzen 3ed3279e-c524-5230-a277-dda89493df6d	S. 315
--	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Kraft und Verformung experimentell untersuchen 450bd6b-6372-5b6a-b7e4-be15a0eb4b83	S. 324	Solarmodule in Schaltungen experimentell untersuchen 0dd1e39c-8557-5a4e-b467-caae964fff67	S. 325	Sehschwächen mit dem Linse-Schirm-Modell untersuchen ce14a7e7-7e2a-517f-a465-78ba3fbc414d	S. 326	Nervenleitungs-Messverfahren physikalisch beurteilen 2825b528-00ee-52d0-870e-686890cb1195	S. 327
Experimentelle Untersuchungen fachgerecht dokumentieren ad62f563-4fee-5399-8d9c-03a214658aa9	S. 328						

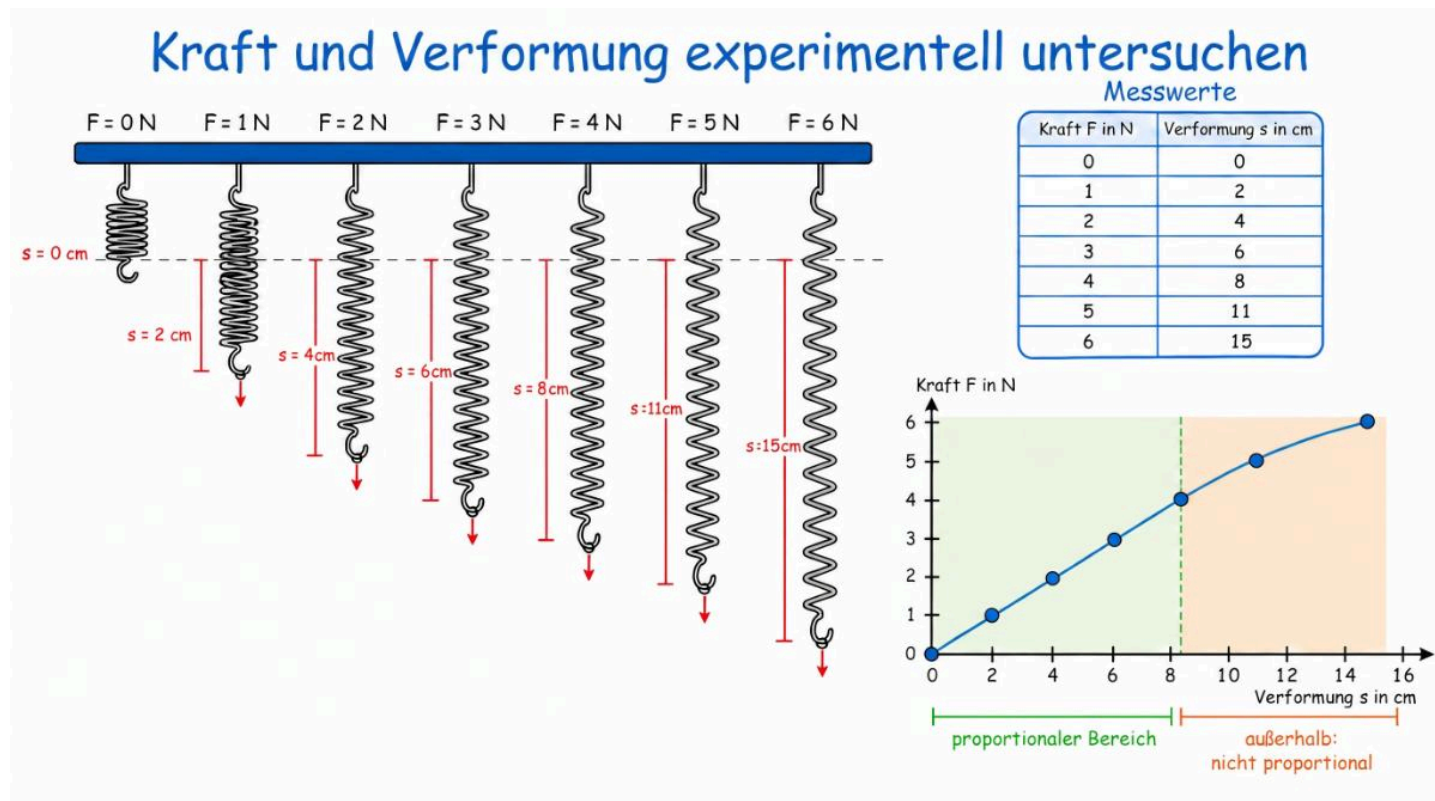
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Kraft und Verformung experimentell untersuchen

Lernziel-ID 45bbdf6b-6372-5b6a-b7e4-be15a0eb4b83

Physik > Sekundarstufe I > Mechanische Grundlagen (Sek I) > Kräfteigenschaften untersuchen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Zusammenhang zwischen Kraft und Verformung eines elastischen Körpers experimentell untersuchen, Messwerte tabellarisch und grafisch auswerten und begründet angeben, in welchem Messbereich Kraft und Verformung proportional sind.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BW, NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kräfte und Trägheit qualitativ erklären

S. 6

Experimente planen und Messdaten auswerten

S. 323

Wird direkt vorausgesetzt von

Lineare Rückstellkraft bei harmonischen Schwingungen beschreiben

S. 344

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Kräfte experimentell und grafisch untersuchen](#) d8bad724-83ea-518a-8415-928332ed4979

Solarmodule in Schaltungen experimentell untersuchen

Lernziel-ID 0dd1e39c-8557-5a4e-b467-caae964fff67

Physik > Sekundarstufe I > Spannung, Schaltungen und Sicherheit (Sek I)

Reihenschaltung



Minus von Modul 1 mit Plus von Modul 2 verbinden

freie Klemmen bilden den Ausgang

Modul 1 Modul 2

Parallelschaltung



beide Plusklemmen zusammen

beide Minusklemmen zusammen

Modul 1 Modul 2



Voltmeter parallel an Ausgang



Amperemeter in Strompfad

Neigung



Beschattung



U und I messen und vergleichen

Versuch	U (V)	I (A)	Bemerkung
1			
2			
3			
4			

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Stromstärke und Spannung von Solarmodulen in Reihen- und Parallelschaltungen messen, Einflussgrößen wie Neigung oder Beschattung variieren und Schlussfolgerungen für eine geeignete Nutzung ziehen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Stromstärke in einfachen Stromkreisen messen f1a078ae-6262-4444-a4bc-a5ab275621cf	S. 56	Spannung in einfachen Stromkreisen messen 28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba	S. 57	Reihen- und Parallelschaltungen für eine Funktion planen 61bebd9c-5819-4610-a03e-ea5e794fc954	S. 61	Experimente planen und Messdaten auswerten d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1	S. 323
---	-------	--	-------	---	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Photovoltaische Kennlinien und Maximum-Power-Point untersuchen 62876b2e-7cf0-5de6-ad04-d4ee95b7f80e	S. 342
---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Photovoltaik und Solarenergie](#) e52a4cc8-2ccd-5cef-b022-55b554417c4a

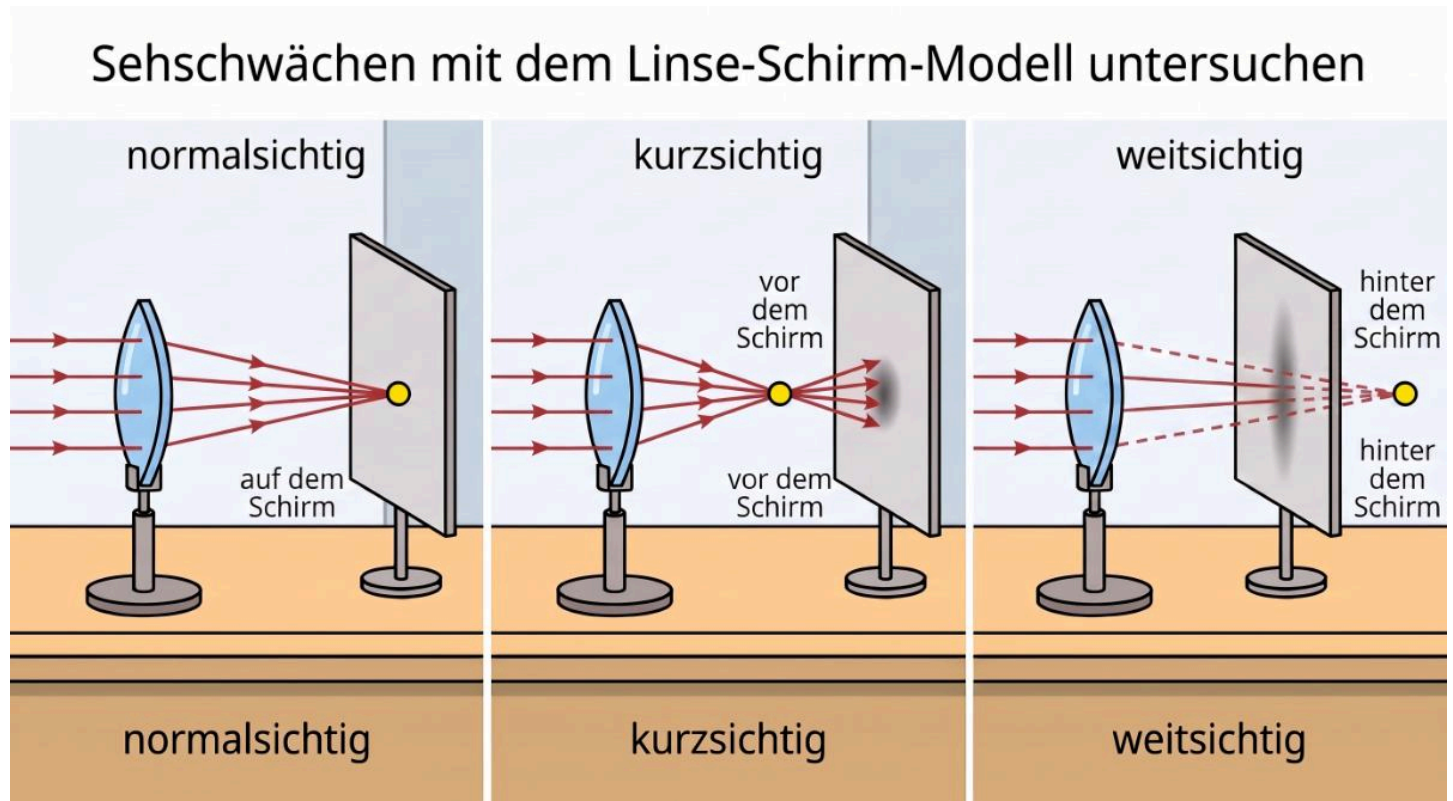
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Solarmodule experimentell verschalten und nutzen](#) def74475-7126-5e55-8517-498951118f26

Sehschwächen mit dem Linse-Schirm-Modell untersuchen

Lernziel-ID ce14a7e7-7e2a-517f-a465-78ba3fbe414d

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Kurz- und Weitsichtigkeit mit dem Linse-Schirm-Modell experimentell untersuchen und Ergebnisse mit Vorhersagen der Linsengleichung vergleichen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Linsenaug mit geometrischer Optik modellieren](#)
84ddb244-e560-592f-9d43-e84c801fe5b4

S. 310

[Experimente planen und Messdaten auswerten](#)
d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1

S. 323

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

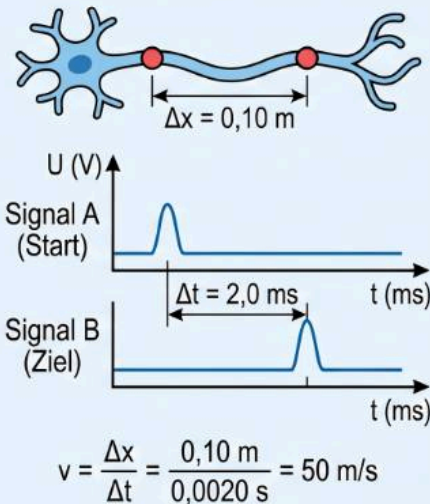
Nervenleitungs-Messverfahren physikalisch beurteilen

Lernziel-ID 2825b528-00ee-52d0-870e-686890cb1195

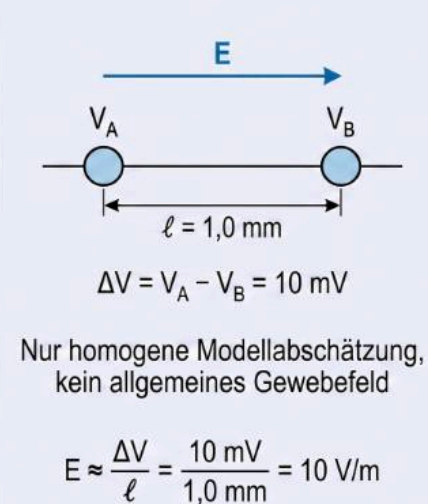
Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik

Nervenleitungs-Messverfahren physikalisch beurteilen

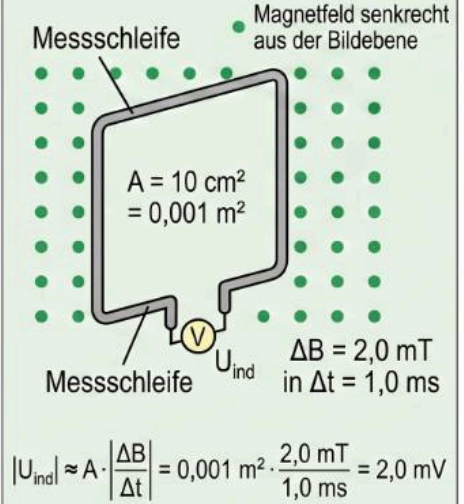
1. Vorgegebene Signale (Signalmessung)



2. Feldabschätzung im vereinfachten Modell (Elektrisches Feld)



3. Induktive Störung der Messschleife (Magnetische Induktion)



Schlussfolgerung: Zeitverzögerung und Störspannungen unterscheiden; erst dann Eignung des Verfahrens begründen.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Eignung eines vorgegebenen Verfahrens zur Messung der Signalleitungsgeschwindigkeit in Nervenzellen begründen, indem sie die für dieses Verfahren relevanten elektrischen oder magnetischen Felder abschätzt und gegebenenfalls auftretende Induktionsspannungen aus der zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses erklärt.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Induktion durch Änderung des magnetischen Flusses
1a037489-3c95-540b-8cae-0acd360358ee

S. 226

Experimente planen und Messdaten auswerten
d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1

S. 323

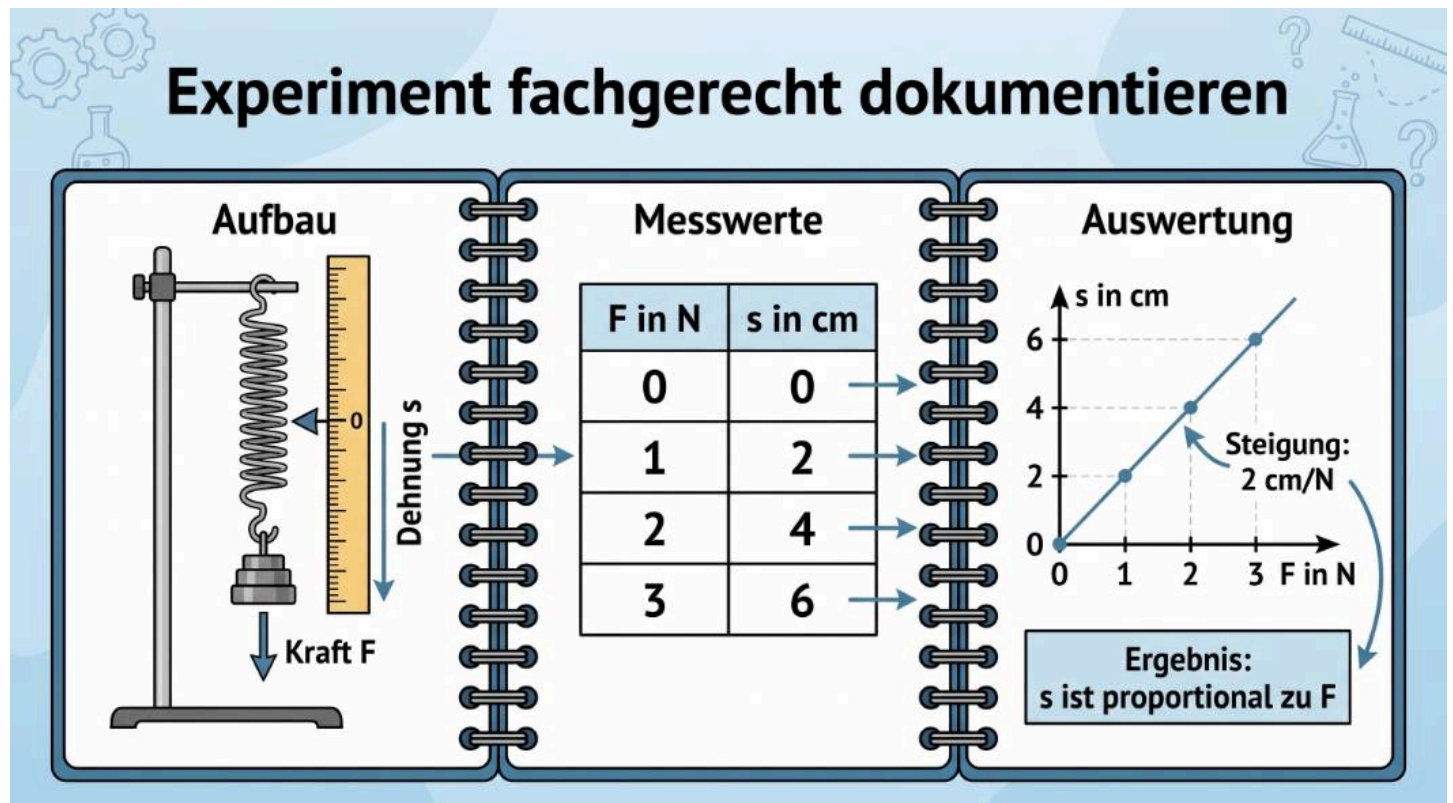
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Experimentelle Untersuchungen fachgerecht dokumentieren

Lernziel-ID ad62f563-4fee-5399-8d9c-03a214658aa9

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Denk- und Arbeitsweisen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Beobachtungen, Messwerte, Auswertungsschritte und Ergebnisse einer physikalischen Untersuchung in einem strukturierten Protokoll oder einer fachtypischen Darstellung nachvollziehbar dokumentieren.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Beobachtung und Erklärung unterscheiden

5355fee0-0477-5570-a234-561477bf77ba

S. 312

Experimente planen und Messdaten auswerten

d3c153b9-e09b-5668-8386-73105546a7c1

S. 323

Wird direkt vorausgesetzt von

Physikalische Arbeitsergebnisse fachsprachlich präsentieren

6d323d54-0aee-55d0-a9e1-ef2efdea0346

S. 335

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

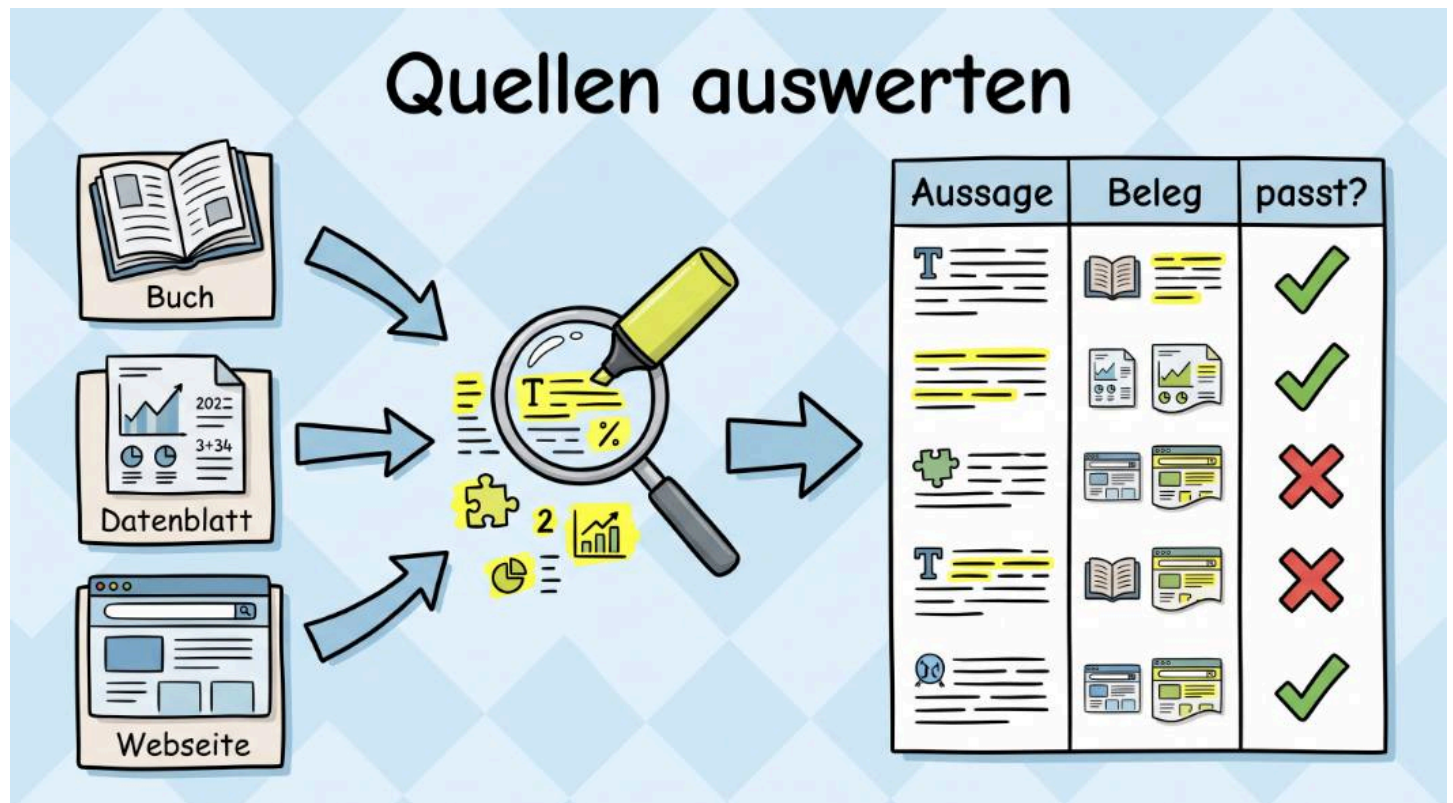
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Elektrische Sicherheit fachsprachlich vermitteln](#) 77257ded-ccf0-521f-8a8c-38c8f85fd3ca

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

Lernziel-ID d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Denk- und Arbeitsweisen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Informationen aus vorgegebenen oder selbst recherchierten Quellen entnehmen, nach fachlicher Relevanz ordnen und mit vorhandenen physikalischen Kenntnissen abgleichen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Funktion physikalischer Modelle erläutern	S. 314	SI-Einheiten in physikalischen Beispielen nutzen	S. 315
---	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Himmelskörper des Sonnensystems physikalisch klassifizieren	S. 330	Sonnenaktivität und Weltraumwetter fachlich beurteilen	S. 331	Offene kosmologische Fragen quellenkritisch einordnen	S. 332	Farbsehen und additive Farbmischung deuten	S. 333	Linse Augen im Tierreich physikalisch vergleichen	S. 334	Physikalische Arbeitsergebnisse fachsprachlich präsentieren	S. 335
Physikalische Bewertungen begründet formulieren	S. 336	Physikalische Erkenntnisse in gesellschaftlich-politischen Kontexten einordnen	S. 339	Verantwortung naturwissenschaftlicher Forschung reflektieren	S. 340	Gesundheitsrisiken physikalischer Technologien beurteilen	S. 341	Physikalische Prinzipien des Corti-Organ aus Quellen erschließen	S. 392		

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

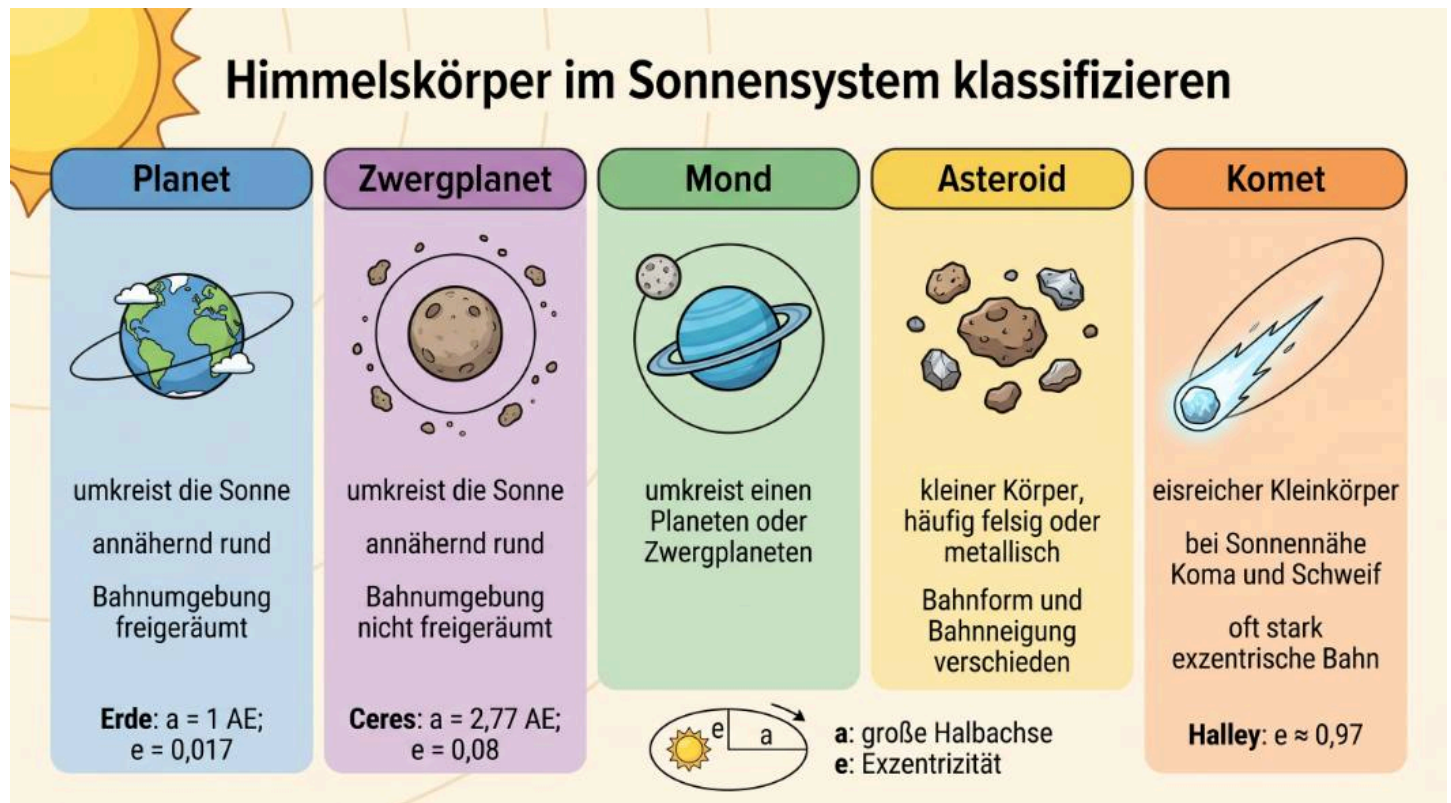
[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Physik, Gesellschaft und Technik reflektieren](#) 8eaa4e45-39fc-50e9-b59f-8a1752f6bebe

Himmelskörper des Sonnensystems physikalisch klassifizieren

Lernziel-ID 982df2f3-e040-5f4b-b668-0fe05d994b29

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Himmelskörper des Sonnensystems anhand physikalischer Eigenschaften, Bahnparameter und recherchierter Daten klassifizieren und begründete Schlussfolgerungen präsentieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben

S. 169

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

S. 329

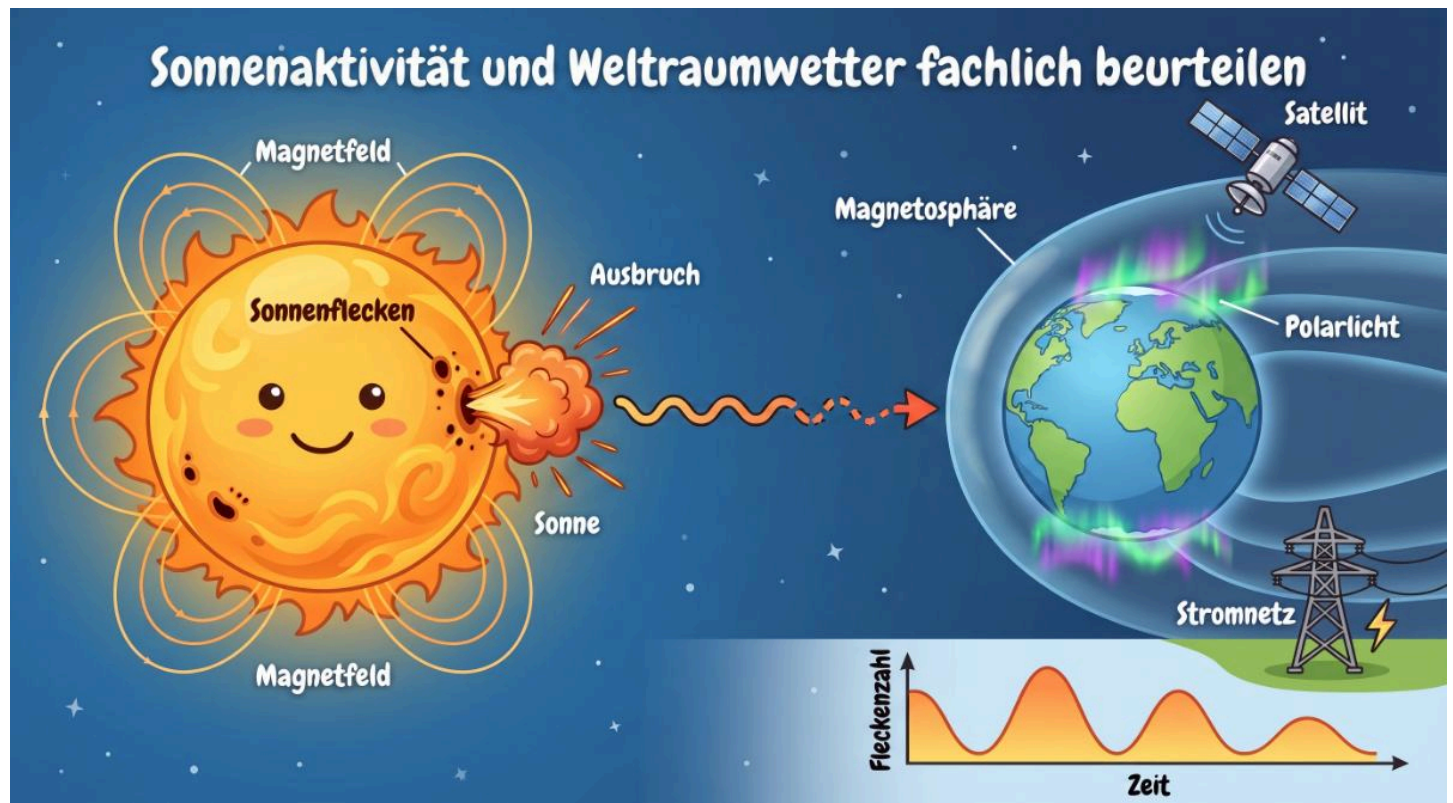
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Sonnenaktivität und Weltraumwetter fachlich beurteilen

Lernziel-ID 4e823349-b60c-5d2a-b96f-d3f23ae50e3a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Zusammenhänge zwischen solarem Magnetfeld, Sonnenflecken und Aktivitätsphasen anhand recherchierter Informationen prüfen und daraus die Bedeutung der Überwachung des Weltraumwetters fachlich beurteilen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieumwandlung in der Sonne

4c5c7cb1-f238-52c8-b82c-159c6c299c0e

S. 172

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e

S. 329

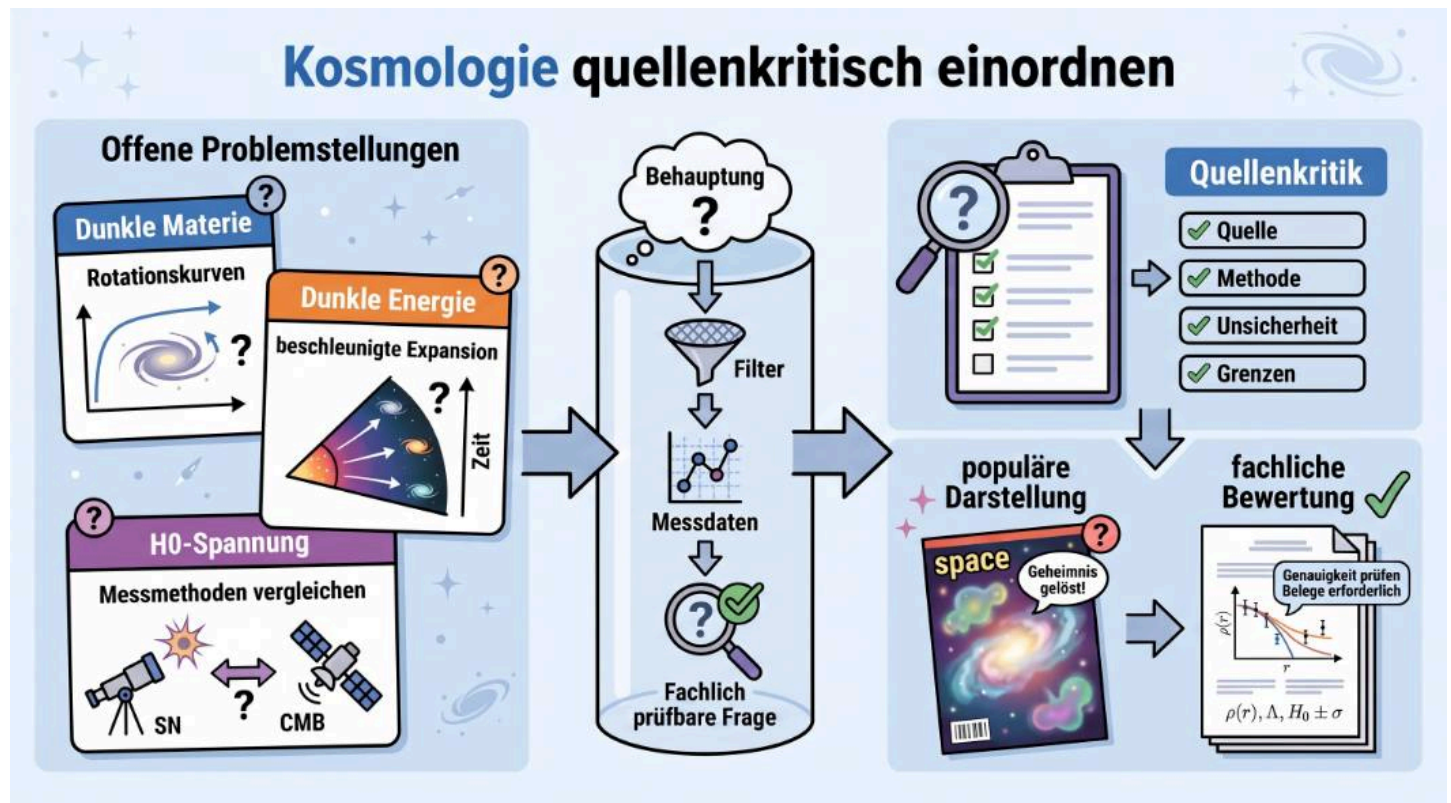
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Offene kosmologische Fragen quellenkritisch einordnen

Lernziel-ID 6ae54ff9-dc3b-563b-b2ee-09a0f0d00162

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann offene kosmologische Problemstellungen beschreiben, daraus physikalisch untersuchbare Fragen ableiten und populärwissenschaftliche Darstellungen anhand von Evidenz, Unsicherheit und Quellenqualität kritisch bewerten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Urknallmodell anhand kosmologischer Beobachtungen erläutern

S. 176

c52d55c3-b687-586c-b0f9-8ffcd1069424

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

S. 329

d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e

Wird direkt vorausgesetzt von

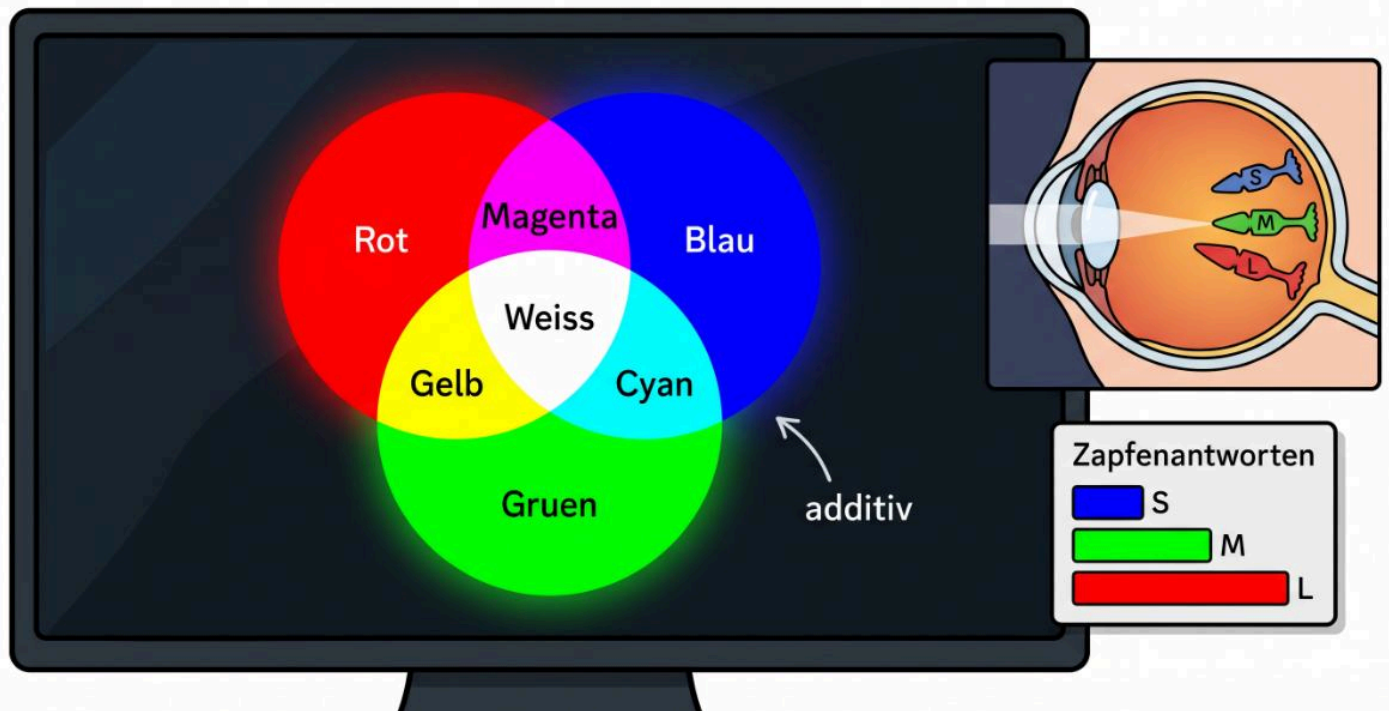
Keine

Farbsehen und additive Farbmischung deuten

Lernziel-ID 39ef1e8a-9203-5192-8c76-8e0c3322646f

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Sekundarstufe II](#) > [Biophysik](#)

Farbsehen und additive Mischung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann additive Farbmischung als physiologischen Effekt des Farbsehens erklären und graphische Darstellungen empirischer Daten fachlich auswerten.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Additive und subtraktive Farbmischung unterscheiden

S. 37

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

S. 329

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Linsenaugen im Tierreich physikalisch vergleichen

Lernziel-ID 8fe0ebf1-8256-53d2-9b01-fdb945e57a59

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik

Linsenaugen vergleichen

Mensch

Pupille
Linse
Netzhaut

Katze

Nachtsehen

Greifvogel

hohe Auflösung

	Pupille D	Brennweite f	Rezeptorabstand s
Mensch			
Katze			
Greifvogel			

kleiner s und
 größeres $D \rightarrow$
 → bessere Auflösung

Modellgrenze:
 Biologie vereinfacht

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Aufbau und Auflösungsvermögen unterschiedlicher Linsenaugen recherchieren, Modellgrenzen reflektieren und die Passung biologischer Systeme zu Anforderungen begründen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Linsenaugen mit geometrischer Optik modellieren 84ddb244-e560-592f-9d43-e84c801fe5b4	S. 310	Physikalische Informationen aus Quellen auswerten d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e	S. 329
---	--------	---	--------

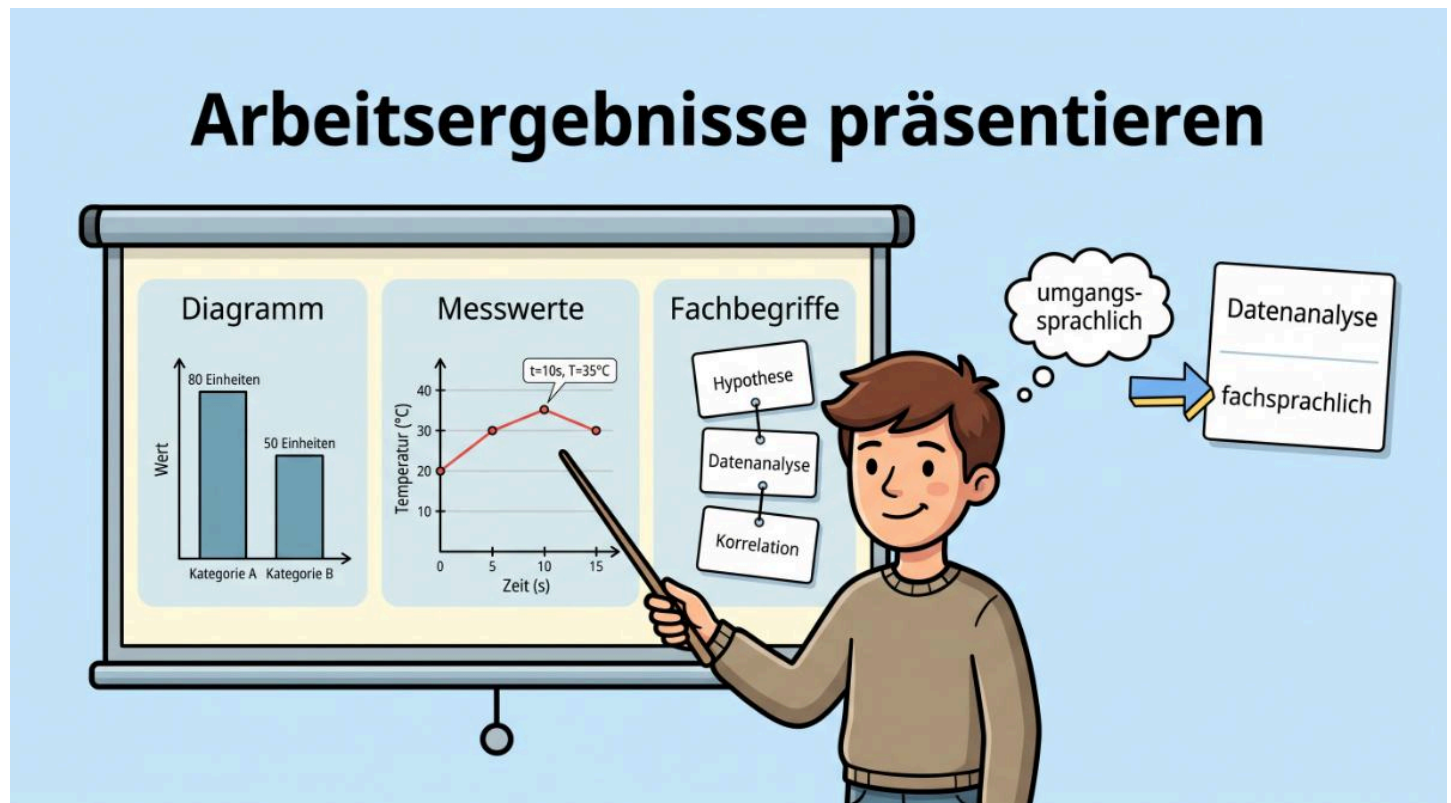
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Physikalische Arbeitsergebnisse fachsprachlich präsentieren

Lernziel-ID 6d323d54-0aee-55d0-a9e1-ef2efdea0346

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Denk- und Arbeitsweisen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann physikalische Arbeitsergebnisse sach- und adressatengerecht darstellen, zentrale Fachbegriffe bewusst verwenden und alltagssprachliche Aussagen in fachsprachliche Formulierungen überführen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Experimentelle Untersuchungen fachgerecht dokumentieren S. 328
ad62f563-4fee-5399-8d9c-03a214658aa9

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten S. 329
d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Prüfungsaufgabe: Elektrische Sicherheit fachsprachlich vermitteln](#) 77257ded-ccf0-521f-8a8c-38c8f85fd3ca

Physikalische Bewertungen begründet formulieren

Lernziel-ID b378c8b3-5e83-5abf-8243-b0f345037bfc

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Denk- und Arbeitsweisen

Bewertungen begründen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann zu einfachen physikalisch-technischen Fragestellungen fachliche und außerfachliche Argumente unterscheiden, Nutzen und Risiken abwägen und einen begründeten Standpunkt formulieren.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Funktion physikalischer Modelle erläutern e5bc2227-d900-585f-8ac0-9d3f1cb40e27	S. 314	Physikalische Informationen aus Quellen auswerten d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e	S. 329
Optische Risiken und Lasersicherheit beurteilen 71b81afd-c71b-506f-8128-d6de36b599d1	S. 337	Biologische und künstliche neuronale Verschaltungen mit einem gemeinsamen Modell vergleichen 0bb0aed8-3c0f-5b38-844c-1bb363abbf68	S. 338
Gesundheitsrisiken physikalischer Technologien beurteilen af1c3116-5b55-55f5-86da-8c2cfe2c559c	S. 341	Physikalische Erkenntnisse in gesellschaftlich-politischen Kontexten einordnen 2973da95-2cfc-5817-9c99-3c0c82777369	S. 339
		Verantwortung naturwissenschaftlicher Forschung reflektieren d81576e9-0320-5a90-8a1d-cd824981f2f6	S. 340

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

[Physik, Gesellschaft und Technik reflektieren](#) 8aaa4e45-39fc-50e9-b59f-8a1752f6bebe

Optische Risiken und Lasersicherheit beurteilen

Lernziel-ID 71b51afd-c71b-506f-8128-d6de36b509d1

Physik > Sekundarstufe I > Optische Grundlagen (Sek I)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Risiken beim Umgang mit Linsen, Lichtquellen und Lasern benennen, Sicherheitshinweise fachlich einordnen und einfache Schutzmaßnahmen begründen.

Geltung

BB, BE, HB, HH, MV, SN, ST, TH: Sek. I · G8

BY, HE, NI, SL: Sek. I · G9

NW, RP, SH: Sek. I · G8; Sek. I · G9

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Linsenabbildungen qualitativ beschreiben und konstruieren 078ce4d2-3193-4cd0-ae59-4fb8ab16e9e5	S. 47	Sehvorgang und Fehlsichtigkeiten qualitativ erklären 90e1e6cf-4092-41d6-81f7-5206f9d68f84	S. 48	Physikalische Bewertungen begründet formulieren b378c8b3-5e83-5abf-8243-b0f345037bfc	S. 336
--	-------	---	-------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a](#)

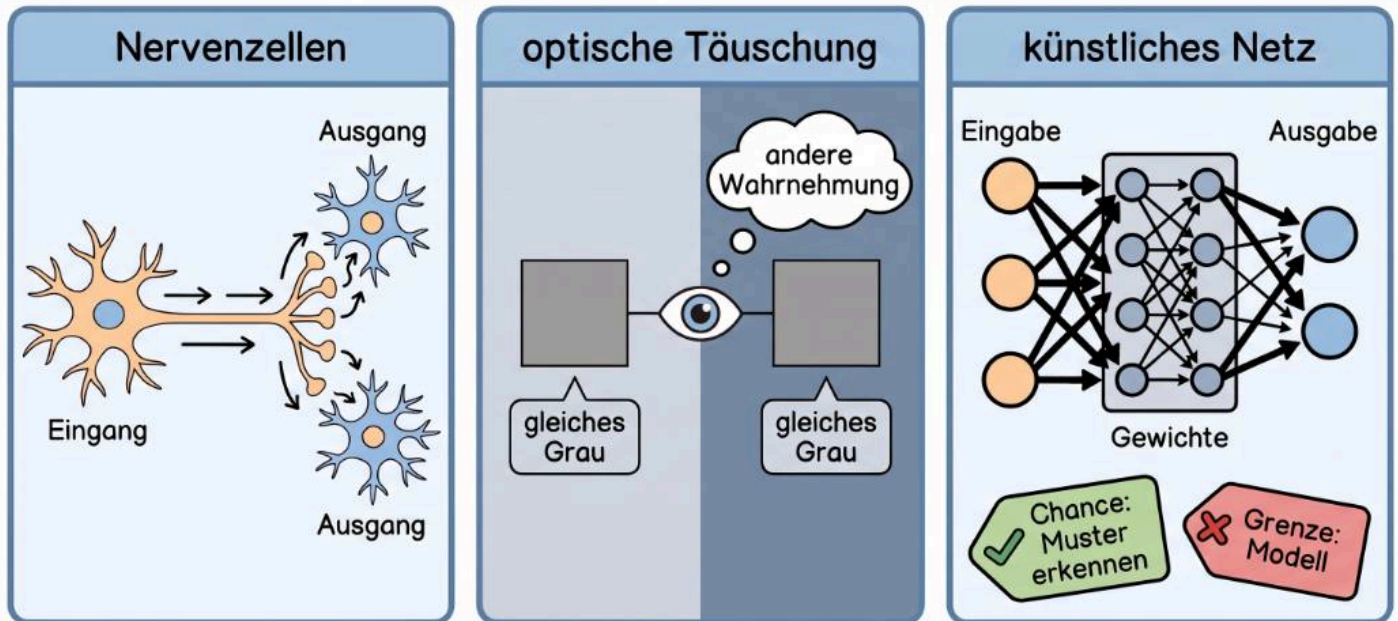
[Prüfungsaufgabe: Brechung erklären und optische Risiken beurteilen 5353aabf-68c9-5788-8c25-8ed7e3ea42f3](#)

Biologische und künstliche neuronale Verschaltungen mit einem gemeinsamen Modell vergleichen

Lernziel-ID 0b08aed8-3c0f-5b38-844c-1bb363abbf68

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik

Nervennetze und Modelle



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in gegebenen Diagrammen erregende und hemmende Verknüpfungen als gewichtete Beiträge zu einer Ausgabe deuten, dieses Verschaltungsmodell auf eine optische Täuschung und ein einfaches künstliches neuronales Netz übertragen und die Grenzen der Analogie benennen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Saltatorische Signalleitung aus aktiver Regeneration und Membraneigenschaften erklären

8fbae050-c5c9-52b6-9983-2c366e9c8ade

S. 264

Physikalische Bewertungen begründet formulieren

b378c8b3-5e83-5abf-8243-b0f345037bfc

S. 336

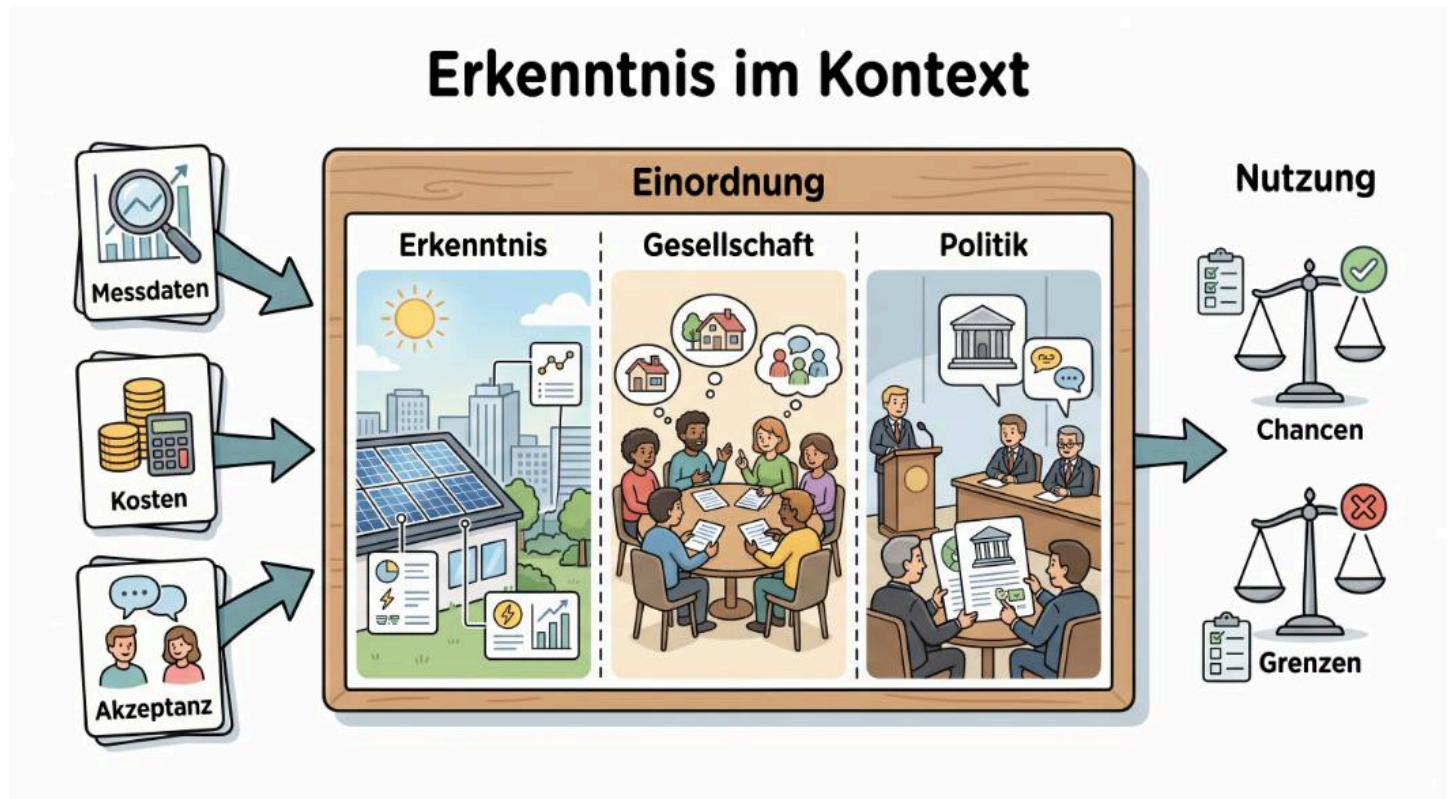
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Physikalische Erkenntnisse in gesellschaftlich-politischen Kontexten einordnen

Lernziel-ID 2973da95-2cfc-5817-9c99-3c0c82777369

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Physik und Gesellschaft



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an Beispielen erläutern, wie gesellschaftliche oder politische Entwicklungen die Wahrnehmung, Akzeptanz und Nutzung physikalischer Erkenntnisse beeinflussen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten
d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0b0f05dc5142e

S. 329

Physikalische Bewertungen begründet formulieren
b378c8b3-5e83-5abf-8243-b0f345037bfc

S. 336

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Verantwortung naturwissenschaftlicher Forschung reflektieren

Lernziel-ID d81576e9-0320-5a90-8a1d-cd824981f2f6

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Physik und Gesellschaft



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Verantwortung von Forschungsgemeinschaft und einzelnen Forschenden fuer Gesellschaft und Politik anhand physikalisch-technischer Beispiele reflektieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

S. 329

Physikalische Bewertungen begründet formulieren

S. 336

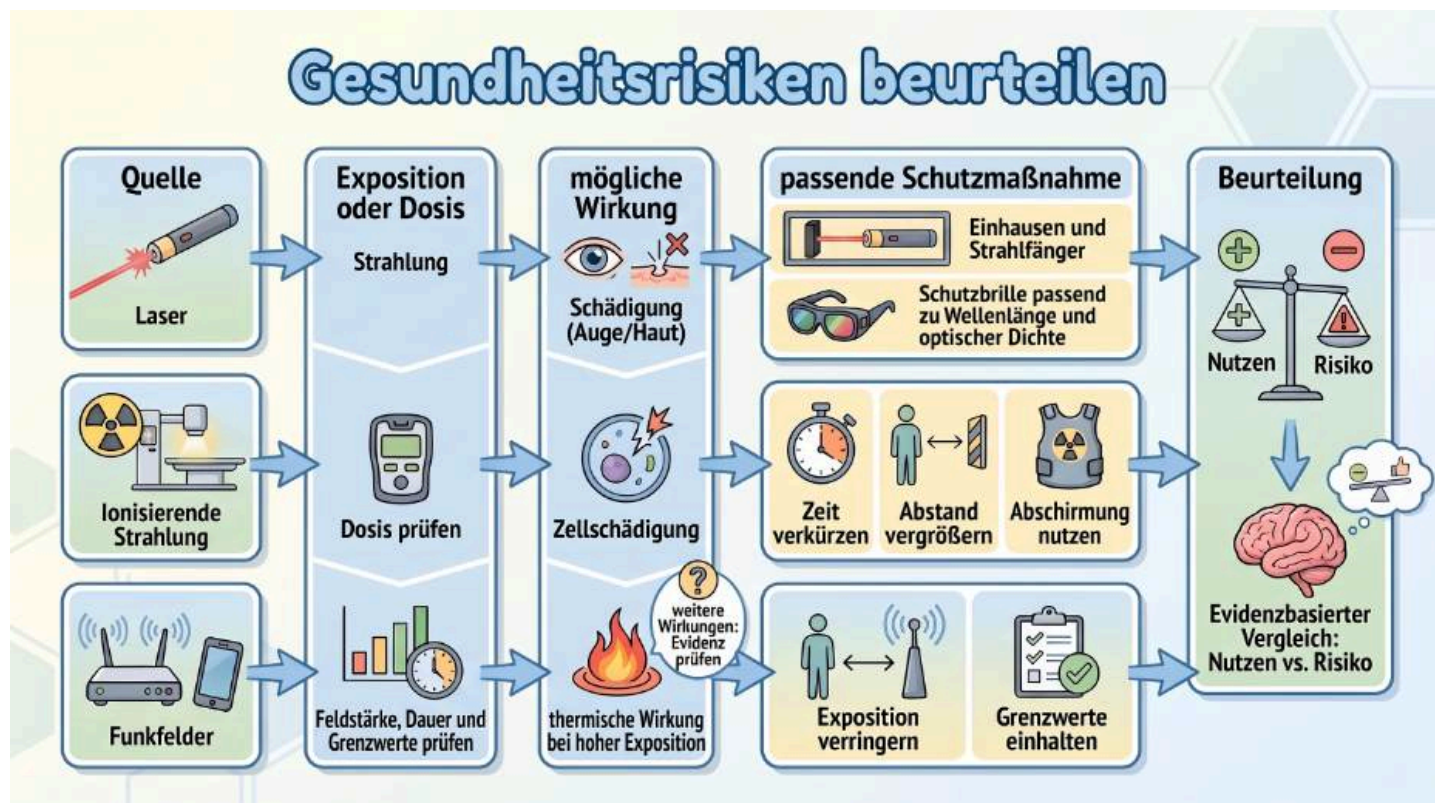
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Gesundheitsrisiken physikalischer Technologien beurteilen

Lernziel-ID af1c3116-5b55-55f5-86da-8c2cfe2c550c

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Physik und Gesellschaft



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Gesundheitsrisiken und Sicherheitsfragen bei physikalisch-technischen Anwendungen, einschliesslich digitaler Technologien, fachlich begründen und Handlungsoptionen ableiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten

S. 329

Physikalische Bewertungen begründet formulieren

S. 336

Wird direkt vorausgesetzt von

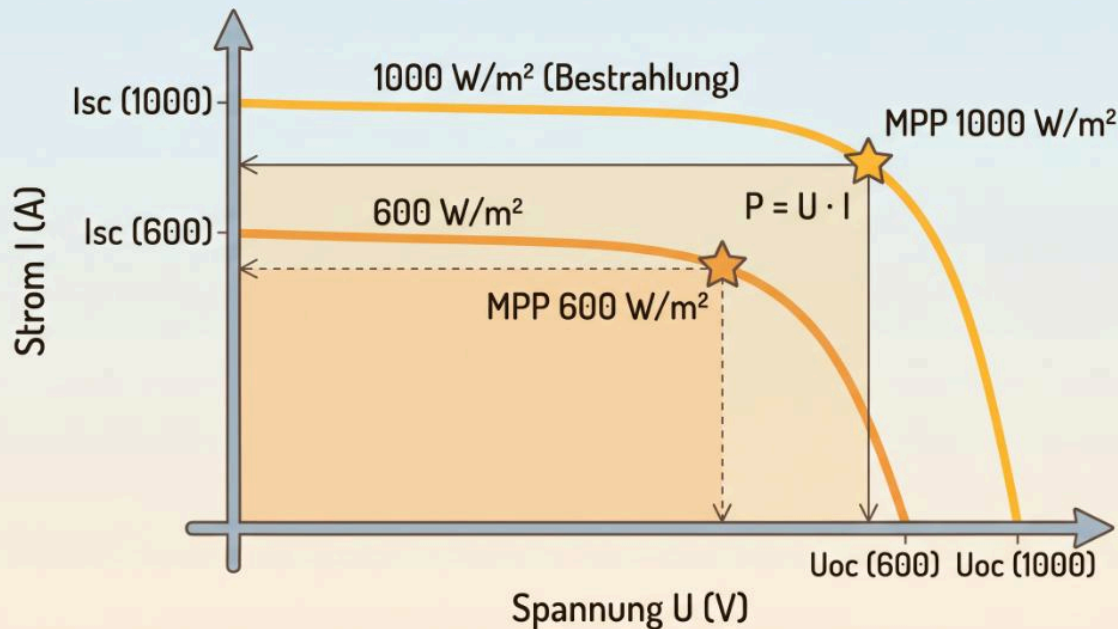
Keine

Photovoltaische Kennlinien und Maximum-Power-Point untersuchen

Lernziel-ID 02876b2e-7cf0-5de6-ad04-d4ee95b7f80e

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Physik und Gesellschaft

Photovoltaische Kennlinien & Maximum-Power-Point (MPP)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann U-I-Kennlinien von Solarzellen bei unterschiedlicher Bestrahlung experimentell aufnehmen, Leistungskurven auswerten und den Maximum-Power-Point bestimmen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Elektrische Leistung und Wirkungsgrad bilanzieren

46e42b07-c098-5d65-8ef5-8472b7c4d8e2

S. 58

Solarmodule in Schaltungen experimentell untersuchen

0dd1e39c-8557-5a4e-b467-caae964fff67

S. 325

Wird direkt vorausgesetzt von

Photovoltaikanlagen als technische Systeme erklären

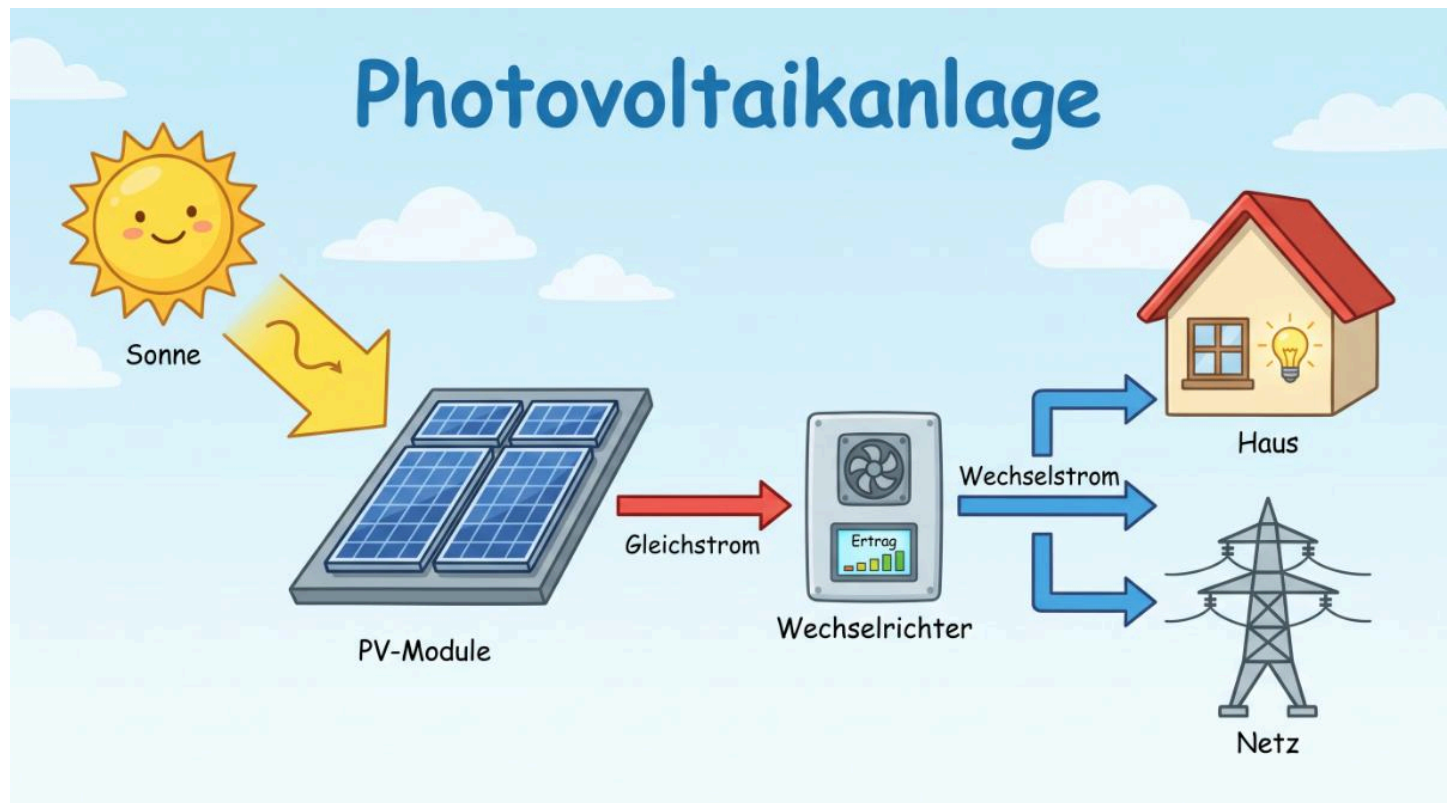
92076a27-46cd-5c33-b3d8-aa68329af7c4

S. 343

Photovoltaikanlagen als technische Systeme erklären

Lernziel-ID 92076a27-46cd-5c33-b3d8-aa68329af7c4

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Physik und Gesellschaft



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann grundlegende Komponenten photovoltaischer Anlagen und deren Funktion im Energieübertragungssystem fachlich beschreiben.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieversorgung mit Energieübertragungsketten beschreiben

30a930ec-e427-57fe-bf3e-4abd64b1f0c1

S. 12

Photovoltaische Kennlinien und Maximum-Power-Point untersuchen

02876b2e-7cf0-5de6-ad04-d4ee95b7f80e

S. 342

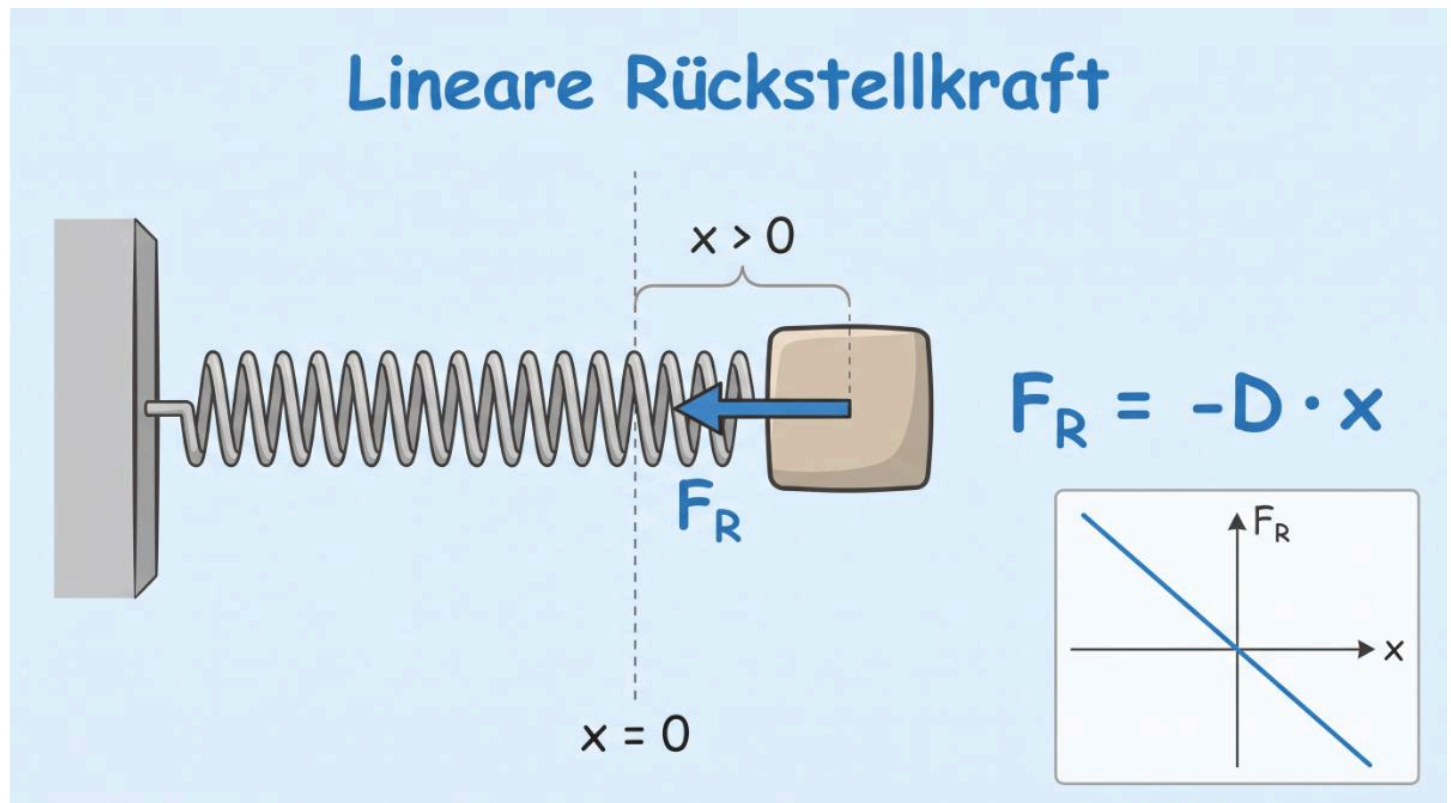
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Lineare Rückstellkraft bei harmonischen Schwingungen beschreiben

Lernziel-ID 05af2893-0201-4d7f-985b-272d7b88e26e

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Weitere fachliche Ziele



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die lineare Rückstellkraft als Voraussetzung harmonischer mechanischer Schwingungen beschreiben und das Hooke'sche Gesetz fachlich deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kraft und Verformung experimentell untersuchen

45b0bdf6b-6372-5b6a-b7e4-be15a0eb4b83

S. 324

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

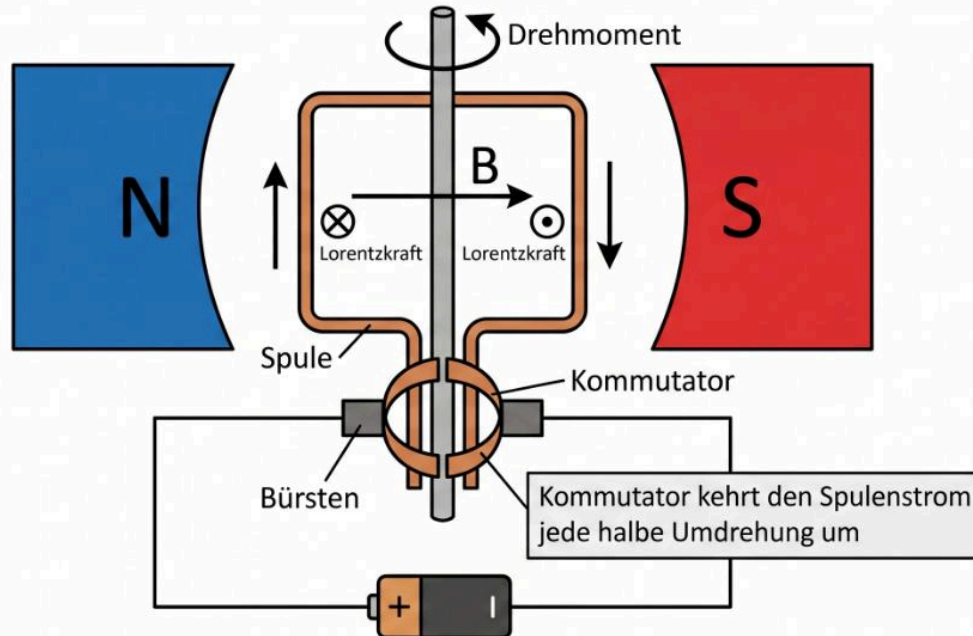
[Prüfungsaufgabe: Gravitations- und Rückstellkräfte modellieren](#) ac6c578c-401b-5e4b-801a-6dff8fe8b93a

Einfachen Elektromotor bauen und qualitativ erklären

Lernziel-ID eb30189c-27c6-510b-b235-6543afa18b90

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Elektromagnetismus

Einfacher Elektromotor



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einen einfachen Elektromotor aufbauen, seine Funktion mit der Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld erklären und Möglichkeiten zur Variation seines Laufs untersuchen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY: Sek. I · G9

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wirkungen des elektrischen Stroms qualitativ beschreiben

S. 55

Magnetische Felder und Feldlinienbilder

S. 128

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

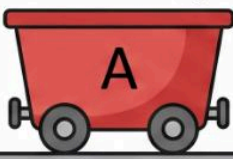
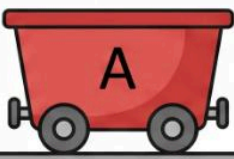
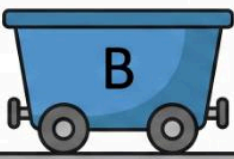
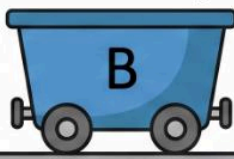
[Prüfungsaufgabe: Motor und Transformator untersuchen](#) 11c964ff-be82-5d02-8cd7-ccb41cda8f4f [Sek-I-Abschlussaufgaben Physik selbstständig lösen](#) 3631c8f7-ff48-57ff-b7ee-8397ff1d166a

Einfache Stossvorgaenge mit Impuls- und Energieerhaltung analysieren

Lernziel-ID 2eecd0e2-a7ca-4568-9b12-3d47706c65fb

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Mechanik

Einfache Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieerhaltung analysieren

VORHER	NACHHER
$m_A = 1 \text{ kg}$ $v_A = 2 \text{ m/s}$ 	$v'_A = 0 \text{ m/s}$ 
$m_B = 1 \text{ kg}$ $v_B = 0 \text{ m/s}$ 	$v'_B = 2 \text{ m/s}$ 
Impuls: $p_{\text{vor}} = 1 \cdot 2 + 1 \cdot 0 = 2 \text{ kg m/s}$ ✓ Energie: $E_{\text{vor}} = 1/2 \cdot 1 \cdot 2^2 = 2 \text{ J}$ ✓	Impuls: $p_{\text{nach}} = 1 \cdot 0 + 1 \cdot 2 = 2 \text{ kg m/s}$ ✓ Energie: $E_{\text{nach}} = 1/2 \cdot 1 \cdot 2^2 = 2 \text{ J}$ ✓

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einfache Stossvorgaenge quantitativ untersuchen, dabei Impuls- und Energieerhaltung fachlich nutzen und die Rolle von Erhaltungssatzen in der Mechanik erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieerhaltung

91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83

S. 93

Impulserhaltung

839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824

S. 95

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

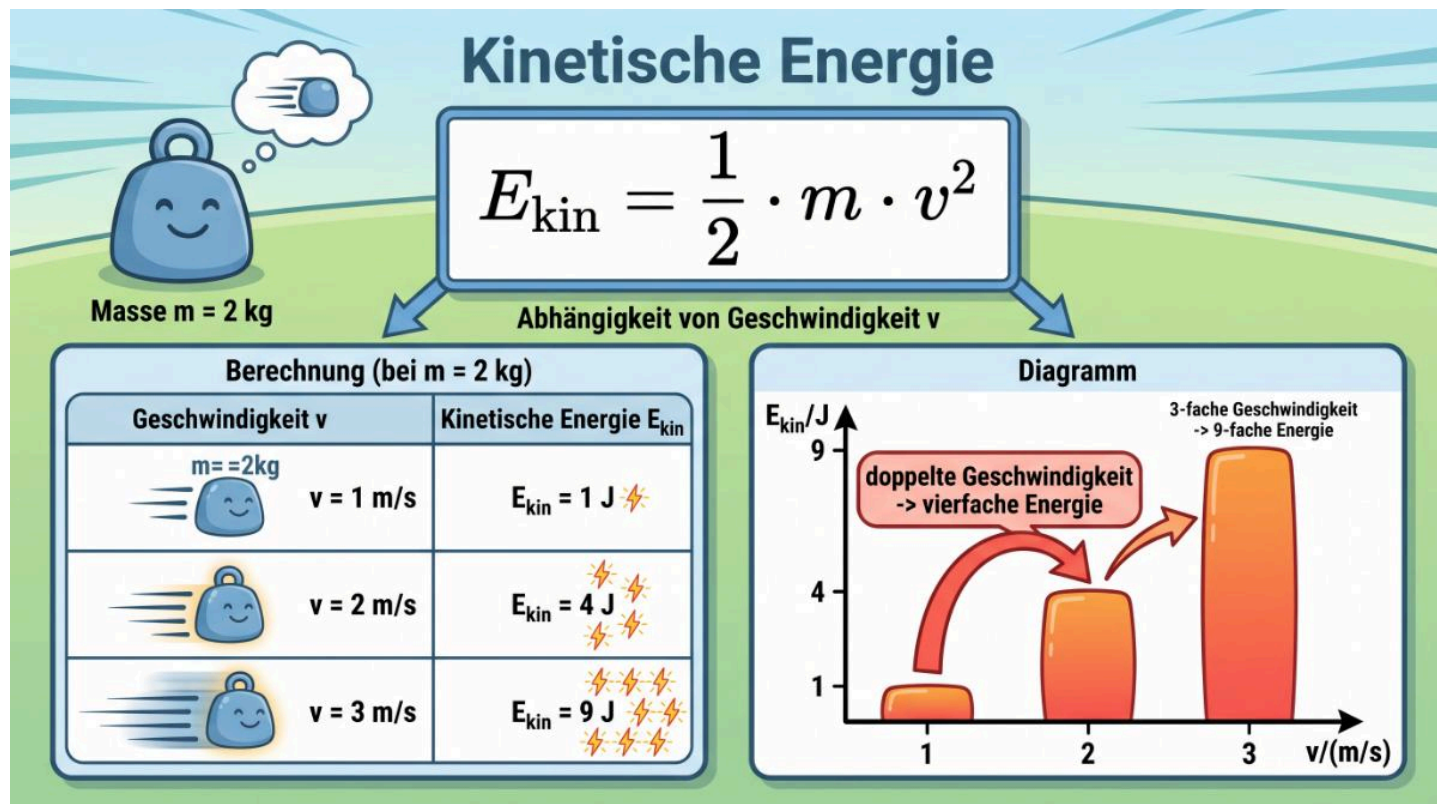
[Prüfungsaufgabe: Trägheit, Kraftstoß und Stoßvorgang untersuchen](#) 68061652-d617-5e51-8d2a-1c686c3c49df

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Kinetische Energie

Lernziel-ID 7eeff2de-6015-49a6-a96e-a488d886dc9f

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die kinetische Energie $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ berechnen und die Abhängigkeit von Masse und Geschwindigkeit erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichförmige Bewegung und Geschwindigkeit

971beafa-6ba5-4c82-ac8b-7ebf66eec3dd

S. 79

Wird direkt vorausgesetzt von

Elastische Stöße

d168ae5d-f36f-4ad4-b070-d5931f8d70d1

S. 348

Potenzielle Energie (Lageenergie)

6affc2ea-ecd2-4fcd-8877-3ffa15b0425b

S. 350

Energie und Energieerhaltung in Schwingungen

78cf6eff-b3bc-5444-9ef8-5d39dae8d17d

S. 351

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Einen Rettungs- und Materialwagen energetisch bewegen und heben](#) 0cf2a5b0-8660-578d-8316-2b8a50fbdf77

[Energie, Impuls und Stöße](#) 72649cf5-893c-5f03-88bd-a2497171d434

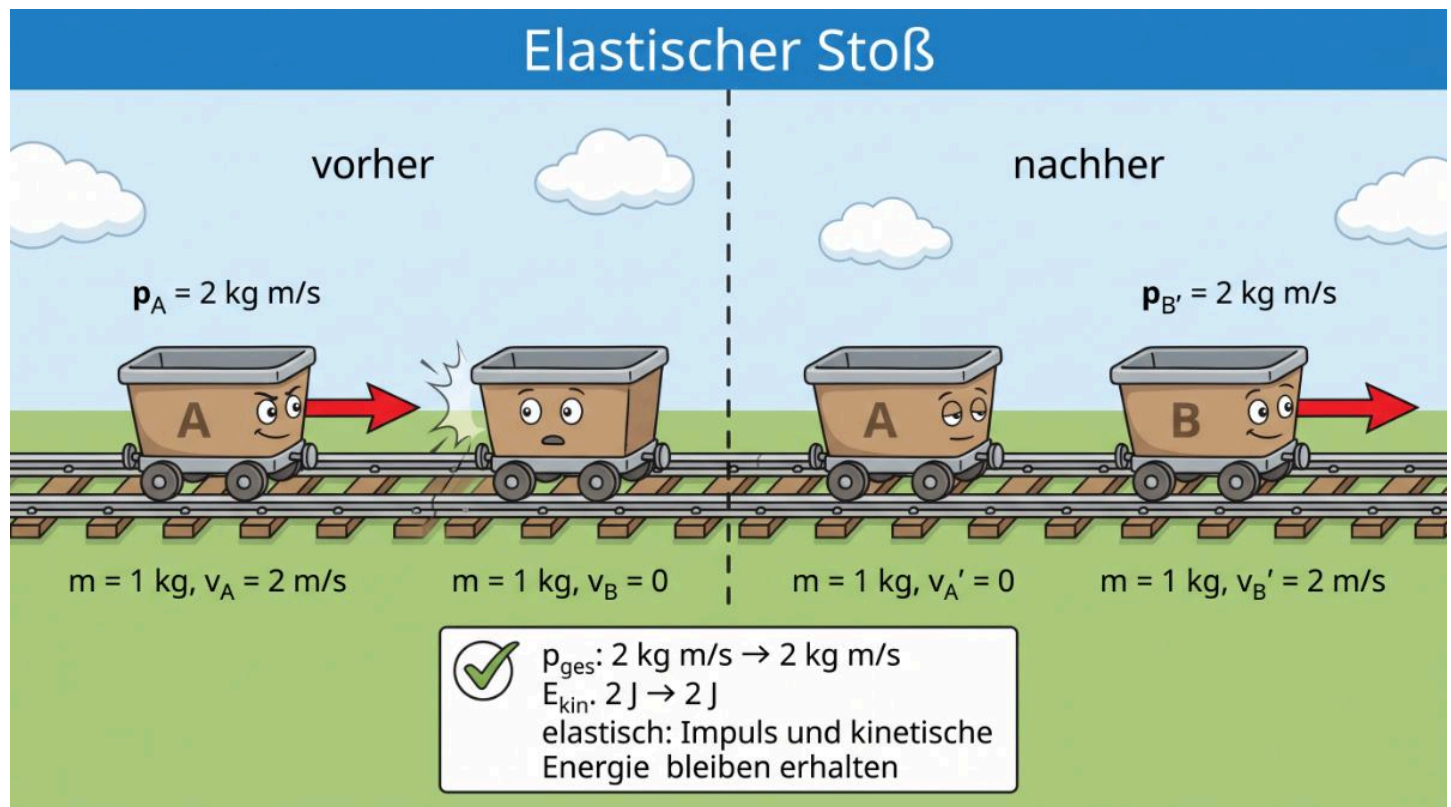
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Elastische Stöße

Lernziel-ID d168ae5d-f36f-4ad4-b070-d5931f8d70d1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elastische Stöße in einer Dimension mithilfe von Impuls- und kinetischer Energieerhaltung analysieren und sie fachlich von inelastischen Stößen abgrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieerhaltung 91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83	S. 93	Impulserhaltung 839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824	S. 95	Kinetische Energie 7eeff2de-6015-49a6-a96e-a488d886dc9f	S. 347
---	-------	--	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Elastische Stöße im Schwerpunktsystem analysieren d30fd37b-1f05-44e3-a40a-4c5a88fa28c2	S. 349
--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Elastische Stöße im Schwerpunktsystem analysieren

Lernziel-ID d30fd37b-1f05-44e3-a40a-4c5a88fa28c2

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze

Stoß im Schwerpunktsystem

Schwerpunktsystem S*

	vorher	nachher
A	A → $v_A^* = +1 \text{ m/s}$	A ← $v_A^* = -1 \text{ m/s}$
B	B ← $v_B^* = -1 \text{ m/s}$	B → $v_B^* = +1 \text{ m/s}$

Relativgeschwindigkeit kehrt ihr Vorzeichen um
 $v_{\text{rel,nach}}^* = - v_{\text{rel,vor}}^*$

Rücktransformation ins Laborsystem

$v_S = +2 \text{ m/s} \rightarrow$

	vorher	nachher
A	$v_A = v_A^* + v_S$ 3 m/s →	1 m/s →
B	$v_B = v_B^* + v_S$ 1 m/s →	3 m/s →

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elastische Stöße im Schwerpunktsystem analysieren, Relativgeschwindigkeiten vor und nach dem Stoß verknüpfen und Ergebnisse ins Laborsystem zurücktransformieren.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Elastische Stöße
d168ae5d-f36f-4ad4-b070-d5931f8d70d1

S. 348

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Energie, Impuls und Stöße 72649cf5-893c-5f03-88bd-a2497171d434](#)

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026](#)

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3](#)

Potenzielle Energie (Lageenergie)

Lernziel-ID 6affc2ea-ecd2-4fcd-8877-3ffa15b0425b

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Potenzielle Energie (Lageenergie)

$m = 1 \text{ kg}$

$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

$h = 2 \text{ m}$

$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$

$E_{\text{pot}} = 1 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 2 \text{ m}$

$E_{\text{pot}} = 20 \text{ J}$

Bezugshöhe: $E_{\text{pot}} = 0 \text{ J}$

Höherer Ort → größere Lageenergie

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einfachen Situationen nahe der Erdoberfläche die gravitative potenzielle Energie des Systems Erde–Körper relativ zu einer gewählten Bezugshöhe beschreiben und ohne Feldbegriff berechnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kinetische Energie

7eeff2de-6015-49a6-a96e-a488d886dc9f

S. 347

Wird direkt vorausgesetzt von

Energie und Energieerhaltung in Schwingungen

78cf6eff-b3bc-5444-9ef8-5d39dae8d17d

S. 351

Erhaltung der mechanischen Energie tiefer verstehen (LK)

e359f8bb-6106-44aa-9edf-694528d2d2a9

S. 410

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Einen Rettungs- und Materialwagen energetisch bewegen und heben](#)
ecf2a5b0-8660-578d-8316-2b8a50fbdf77

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)
7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1020

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#)
be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Energie und Energieerhaltung in Schwingungen

Lernziel-ID 78cf6eff-b3bc-5444-9ef8-5d39dae8d17d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen

Energie bei Schwingungen

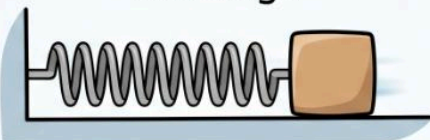
Umkehrpunkt links



E_{spann}

E_{kin}

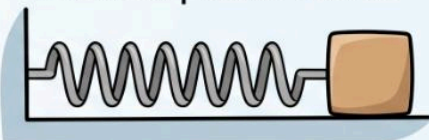
Ruhelage



E_{spann}

E_{kin}

Umkehrpunkt rechts



E_{spann}

E_{kin}

E_{ges} bleibt gleich

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei reibungsfrei idealisierten Schwingungen den Energieaustausch zwischen potentieller und kinetischer Energie qualitativ und in einfachen Fällen quantitativ beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Charakteristische Schwingungsgrößen fcf8580c-ecfd-58ea-bbf5-a1b29c9ecf8e	S. 133	Kinetische Energie 7eeff2de-6015-49a6-a98e-a488d886dc9f	S. 347	Potenzielle Energie (Lageenergie) 6affc2ea-ecd2-4fcd-8877-3ffa15b0425b	S. 350
Gedämpfte Schwingungen beschreiben e6895bc3-fcbd-59ad-baef-a78c97a13e11	S. 352	Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren ac4ba260-6086-5fcc-bea2-c06f1425a1cc	S. 356	Mechanische und elektromagnetische Schwingungen vergleichen a844895e-2cdc-4665-aad2-a49c62f11759	S. 357

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

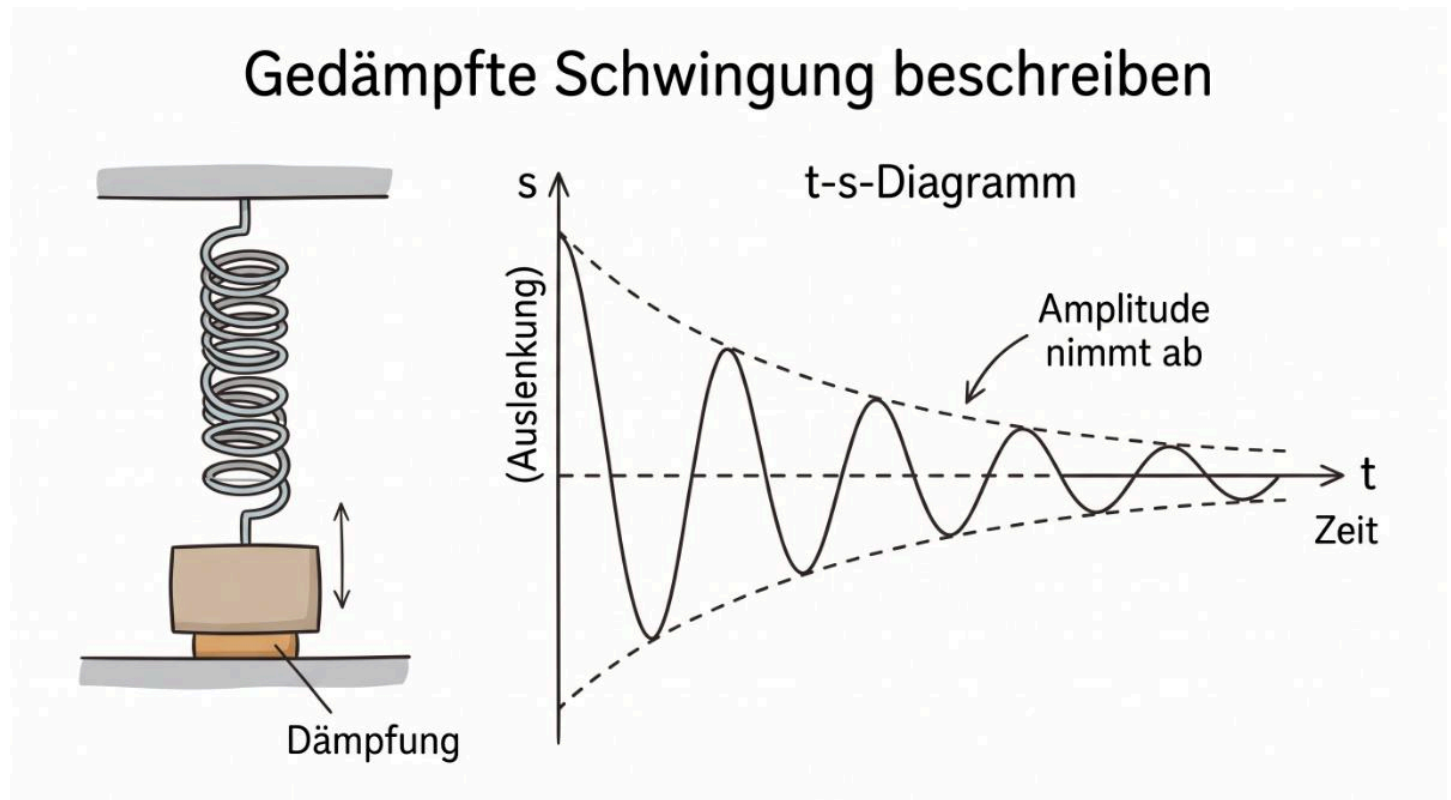
[Schwingungsanalyse und Energiebilanz](#) 1659e056-c7ac-553d-b4d6-467cc5688dd1

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Gedämpfte Schwingungen beschreiben

Lernziel-ID e6895bc3-fcbd-59ad-baef-a78c97a13e11

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann gedämpfte mechanische Schwingungen qualitativ beschreiben, den Einfluss der Dämpfung auf die Amplitude erläutern und die Dämpfung als Erweiterung der reibungsfreien Idealisierung einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Energieerhaltung in Schwingungen

78cf6eff-b3bc-5444-9ef8-5d39dae8d17d

S. 351

Wird direkt vorausgesetzt von

Erzwungene Schwingungen und Resonanz

3efa0cda-f55b-5534-8fac-ffe1d312aed1

S. 353

Dämpfungsverhalten klassifizieren

18c1f954-487e-5121-bb18-6c64a82f573d

S. 354

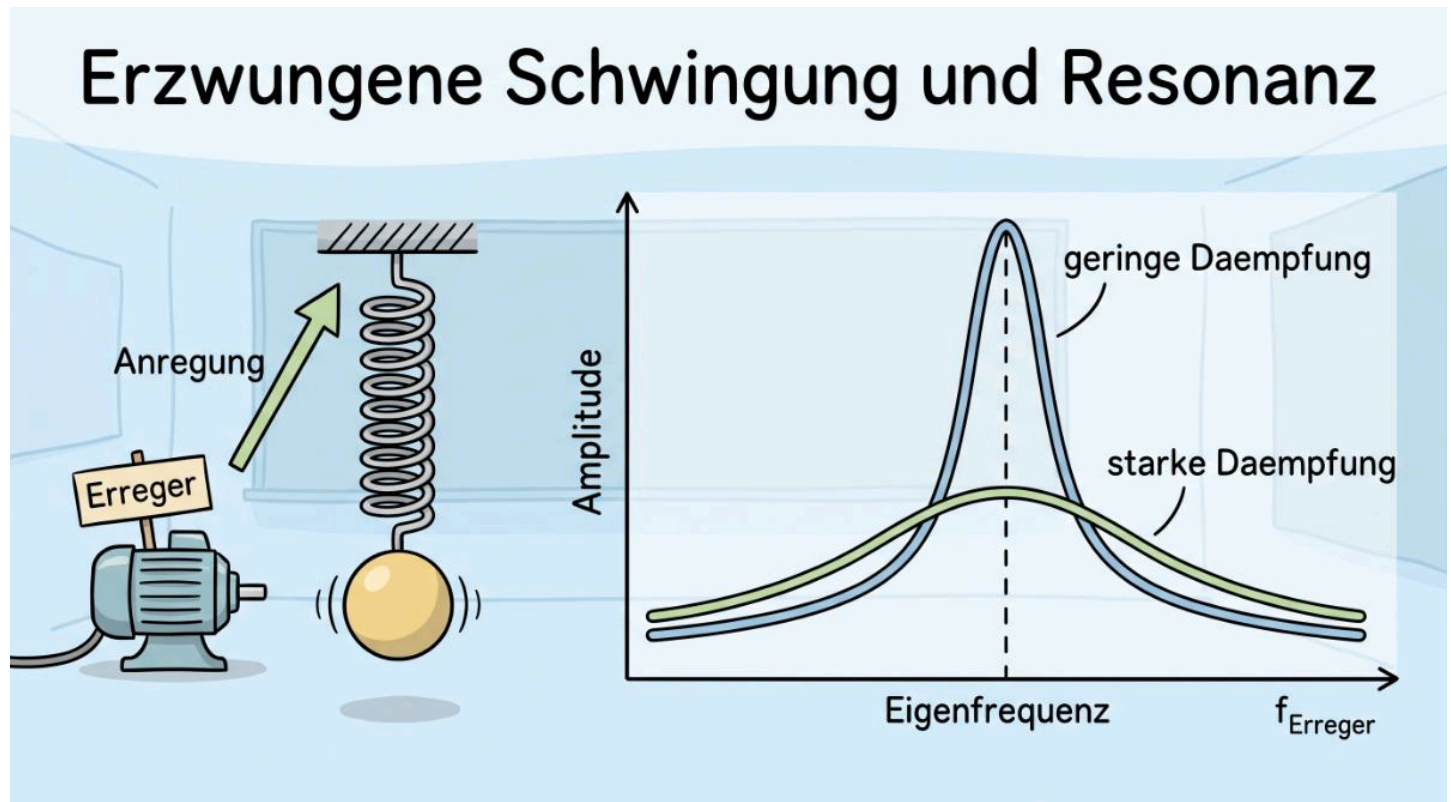
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Erzwungene Schwingungen und Resonanz

Lernziel-ID 3efa0cda-f55b-5534-8fac-ffe1d312aed1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erzwungene Schwingungen als Antwort auf eine periodische Anregung beschreiben, Resonanz über das Verhältnis von Anregungs- und Eigenfrequenz erklären und Resonanzkurven für unterschiedliche Dämpfungen qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gedämpfte Schwingungen beschreiben

e6895bc3-fcbd-59ad-baeF-a78c97a13e11

S. 352

Wird direkt vorausgesetzt von

Resonanzkurven analysieren

c0205f47-185c-5e27-b89c-c3ff8809b1d1

S. 355

Innenohr mit Resonanzmodellen erklären

bdaa56ad-6257-58a3-a633-8a6339f72f09

S. 391

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungsmonitoring und Wellenwege](#) 7be8cb95-7174-5beb-94c5-c0e7bb9b1836

[Resonanz, Dämpfung und Schwingungsgleichung](#) d35ecfa7-c606-501e-abf7-1c9e546b266b

[Vorschlag B \(GK\) - Schwingungen und Wellen](#) d8a08f79-befc-5a29-9b74-6481d40c02c3

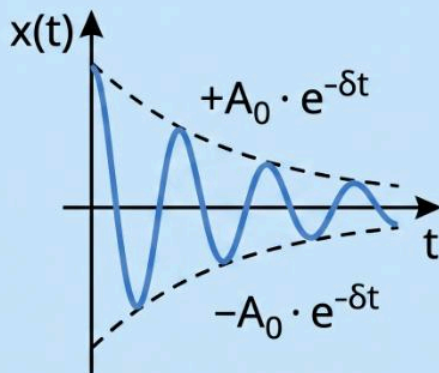
Dämpfungsverhalten klassifizieren

Lernziel-ID 18c1f954-487e-5121-bb18-6c64a82f573d

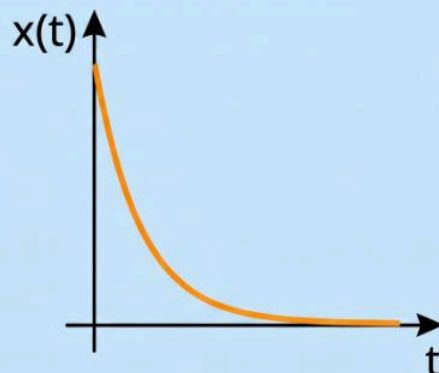
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen

Dämpfungsverhalten klassifizieren

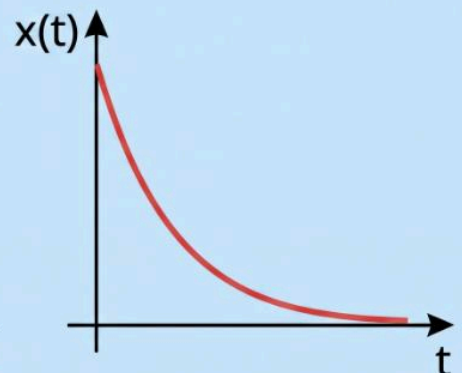
Schwingfall



Aperiodischer Grenzfall



Kriechfall



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann gedämpfte Schwingungen mit Exponentialansätzen beschreiben und Parameter deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gedämpfte Schwingungen beschreiben

e6895bc3-fcbd-59ad-baef-a78c97a13e11

S. 352

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Vorschlag B \(LK\) - Schwingungsdiagnostik mit Grenzflächenanalyse](#) 99954602-819d-57f3-9c09-737e69f162df

[Resonanz, Dämpfung und Schwingungsgleichung](#) d350cfa7-c606-501e-abf7-1c9e546b266b

[Vorschlag B \(LK\) - Aktives Schwingungsmanagement](#) fa333c2f-3150-5831-a649-28615164b2f2

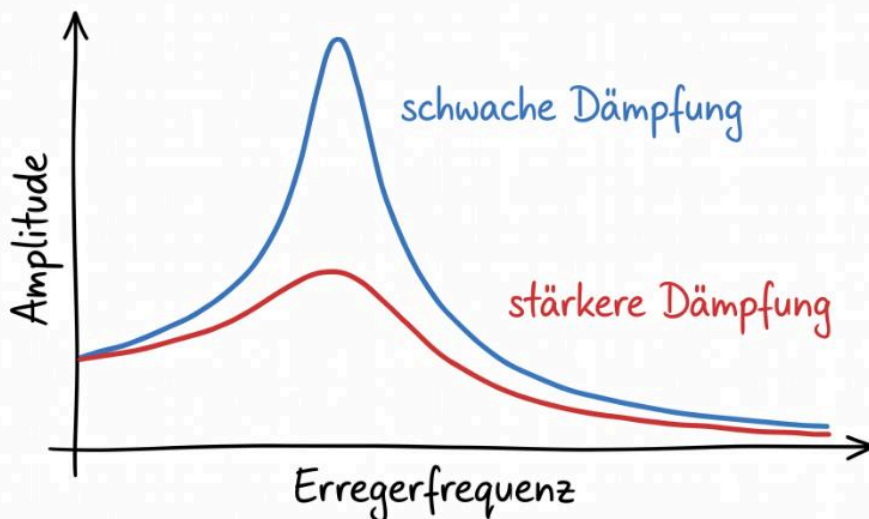
Resonanzkurven analysieren

Lernziel-ID c0205f47-185c-5e27-b89c-c3ff8809b1d1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen > Mechanische Schwingungen

Resonanzkurven vergleichen

Gleiche Kraftamplitude – nur Dämpfung verschieden



Mehr Dämpfung: niedrigerer, breiterer Resonanzgipfel

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Resonanzkurven für unterschiedliche Dämpfungen qualitativ und quantitativ diskutieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Erzwungene Schwingungen und Resonanz

3efa0cda-f95b-5534-8fac-ffe1d312aed1

S. 353

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 50328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

[Resonanz, Dämpfung und Schwingungsgleichung](#) d350cfa7-c606-501e-abf7-1c9e546b266b

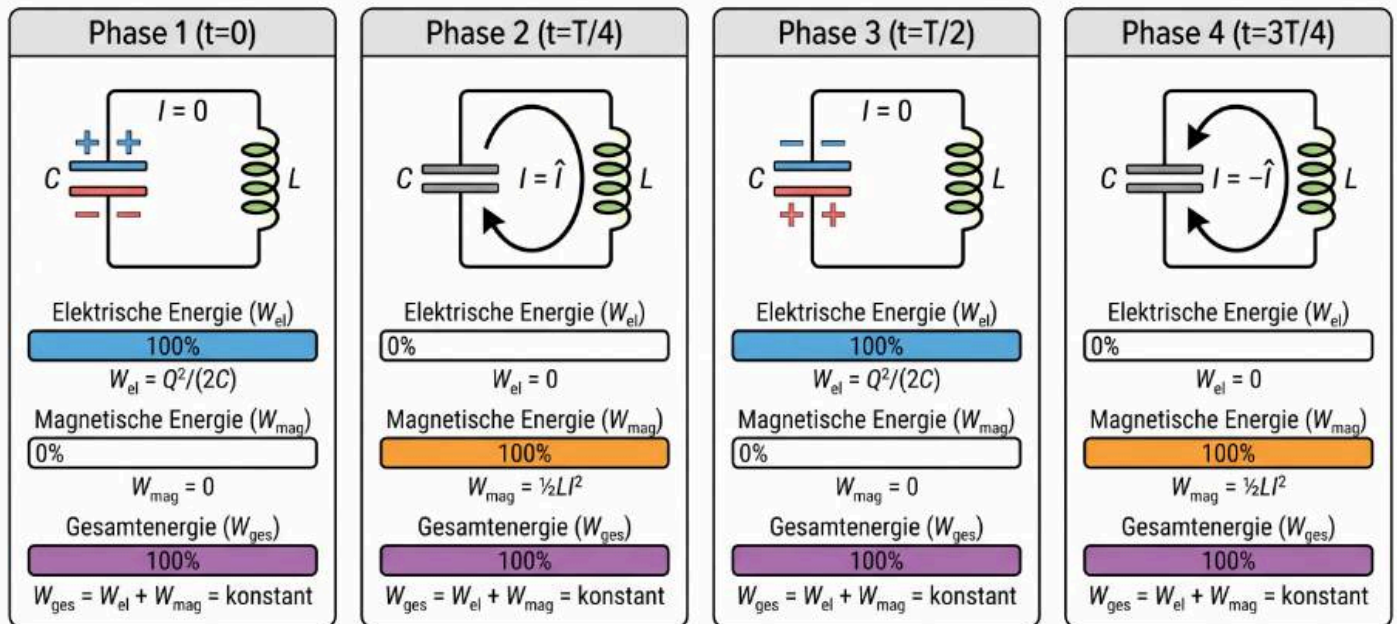
Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren

Lernziel-ID ac4ba260-6086-5fcc-bea2-c06f1425a1cc

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren



🔧 Charakteristische Größen: Periodendauer $T = 2\pi\sqrt{LC}$, Frequenz $f = \frac{1}{T}$, Amplitude der Ladung $\hat{Q}$, Amplitude des Stroms $\hat{I}$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einen einfachen LC-Schwingkreis beschreiben, charakteristische Größen wie Periodendauer, Frequenz und Amplituden angeben und die periodische Energieumwandlung qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Selbstinduktion und Induktivität	S. 228	Kondensator und Feld im Plattenkondensator	S. 244	Energie und Energieerhaltung in Schwingungen	S. 351
----------------------------------	--------	--	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Mechanische und elektromagnetische Schwingungen vergleichen	S. 357	Thomson'sche Schwingungsgleichung nutzen	S. 358	Differentialgleichung des elektromagnetischen Schwingkreises mit Ansatz lösen	S. 359	Sinusförmige Wechselgrößen mit Zeigerdiagrammen beschreiben	S. 360	Hertz'schen Dipol als Grenzfall des Schwingkreises deuten	S. 363	Rückkopplungsprinzip elektromagnetischer Schwingungen erklären	S. 364
---	--------	--	--------	---	--------	---	--------	---	--------	--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

LK Abi-Klausur 2 32b732e8-1c44-5fa4-9a47-972243cfc32a

Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 5b328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

LC-Schwingkreis und Thomson-Gleichung b15f3e47-6051-5382-aa86-1e4f89e245d5

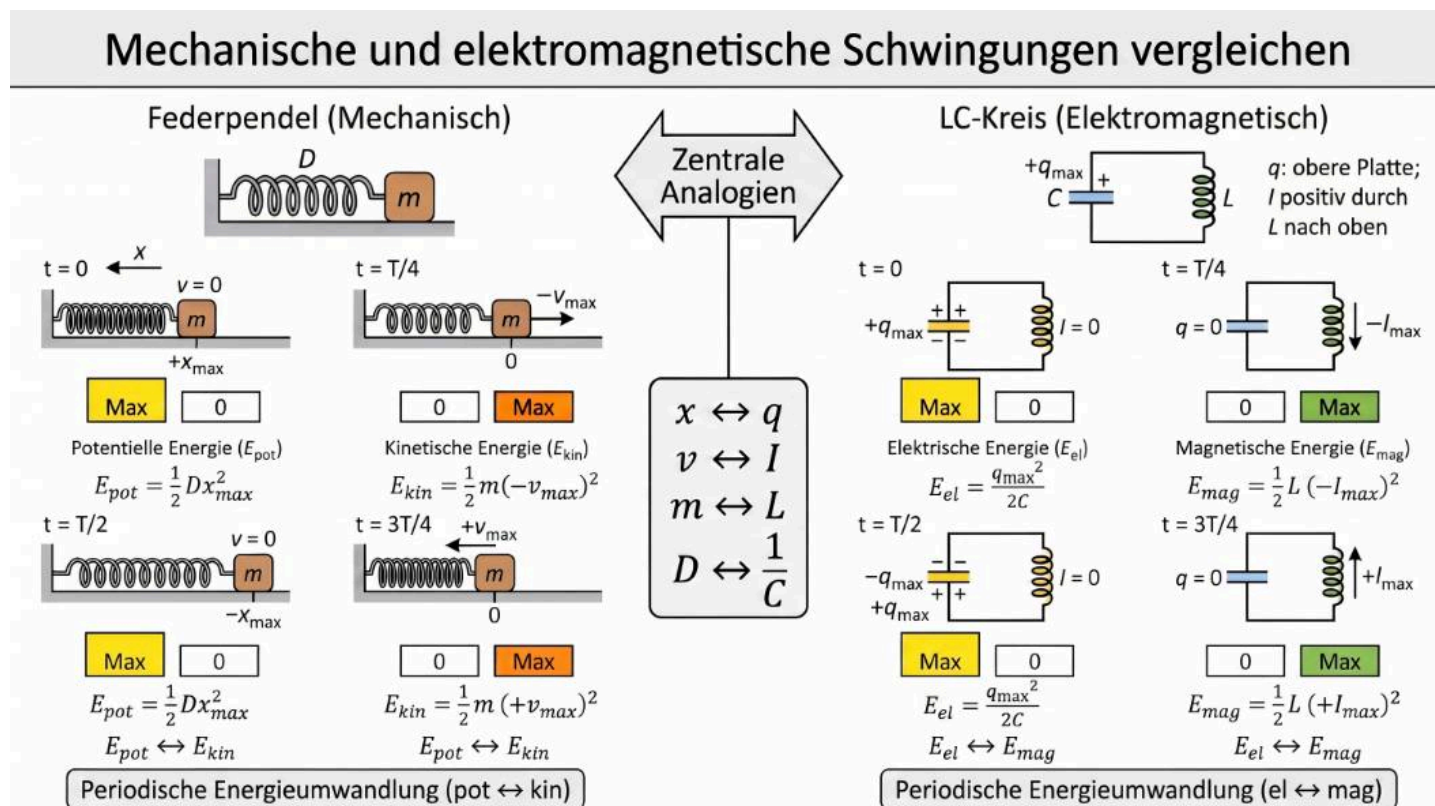
LK Abi-Klausur 1 ed3a6f6b-2ca3-51c2-8f00-58e11eb82401

Mechanische und elektromagnetische Schwingungen vergleichen

Lernziel-ID a844895e-2cdc-4665-aad2-a49c62f11759

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mechanische und elektromagnetische Schwingungen anhand von Rückstellwirkung, charakteristischen Größen und periodischer Energieumwandlung vergleichen und zentrale Analogien fachlich benennen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Energieerhaltung in Schwingungen
78cf6eff-b3bc-5444-9ef8-5d39dae8d17d

S. 351

Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren
ac4ba269-6066-5fcc-bea2-c06f1425a1cc

S. 356

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

Thomson'sche Schwingungsgleichung nutzen

Lernziel-ID f36a5946-f2a8-59b8-b3bd-a2f246defa4f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Thomson'sche Schwingungsgleichung nutzen

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Berechnung der Eigenfrequenz eines idealisierten LC-Schwingkreises.

Große Eigenfrequenz ($f_0 \uparrow$)

kleines L große Eigenfrequenz

L verkleinern, C verkleinern (größeres f_0)

kleines L , kleines $C \rightarrow$ große Eigenfrequenz

Kleine Eigenfrequenz ($f_0 \downarrow$)

großes L kleine Eigenfrequenz

L vergrößern, C vergrößern (kleineres f_0)

großes L , großes $C \rightarrow$ kleine Eigenfrequenz

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mithilfe der Thomson'schen Gleichung die Eigenfrequenz eines idealisierten LC-Schwingkreises berechnen und Größenabhängigkeiten qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren

ac4ba260-6086-5fcc-bea2-c06f1425a1cc

S. 356

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

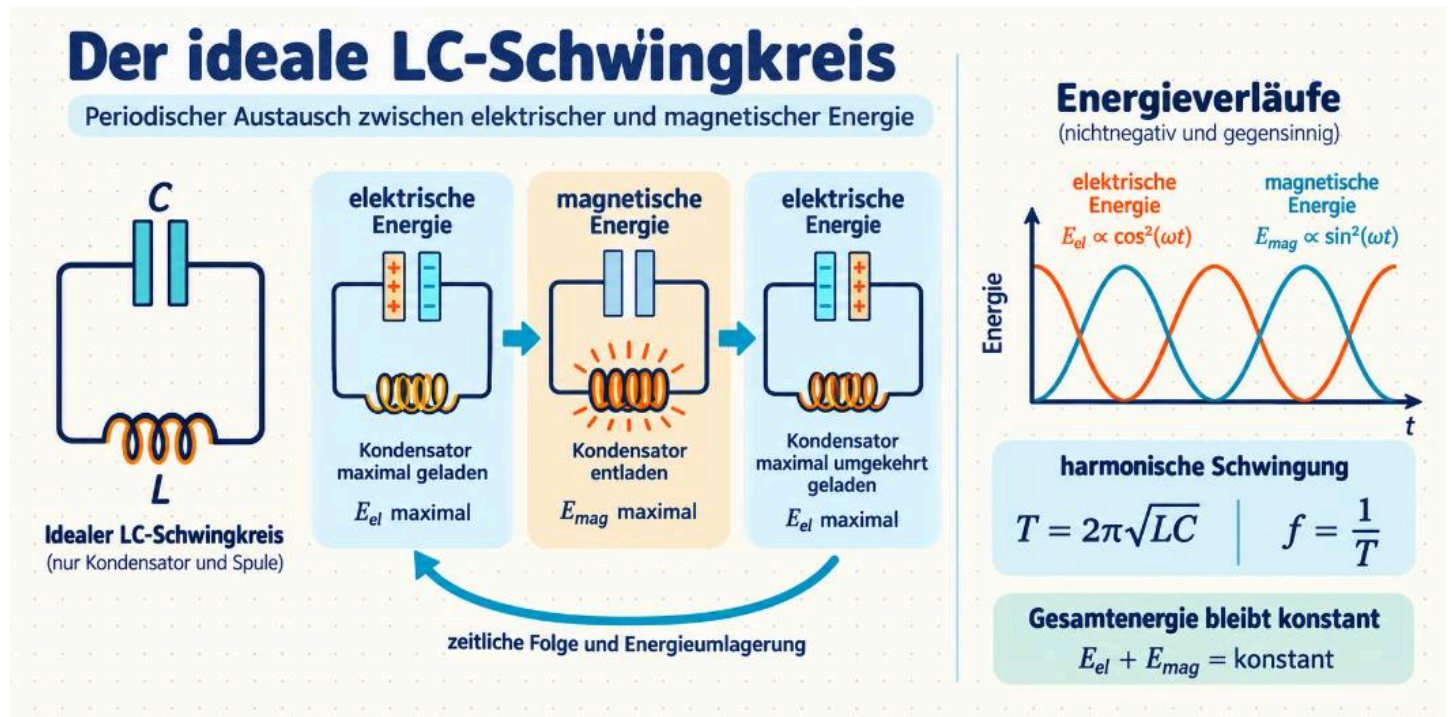
[LC-Schwingkreis und Thomson-Gleichung](#) b15f3e47-6051-5382-aa86-1e4f09e245d5

Differentialgleichung des elektromagnetischen Schwingkreises mit Ansatz lösen

Lernziel-ID a7255b83-336c-4d42-ba5c-bc2f6248ea36

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Differentialgleichung eines idealisierten elektromagnetischen Schwingkreises mit einem geeigneten Ansatz lösen und die Lösungen im Hinblick auf Periodendauer, Frequenz und Energieumlagerung deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Schwingungsgleichung lösen
b2fb9a25-4d26-5cf2-a917-823909dcb6bd

S. 259

Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren
ac4ba260-6066-5fcc-bea2-c06f1425a1cc

S. 356

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q2-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 59328a4f-91e8-5c8b-8d61-8f9c98a5cddf

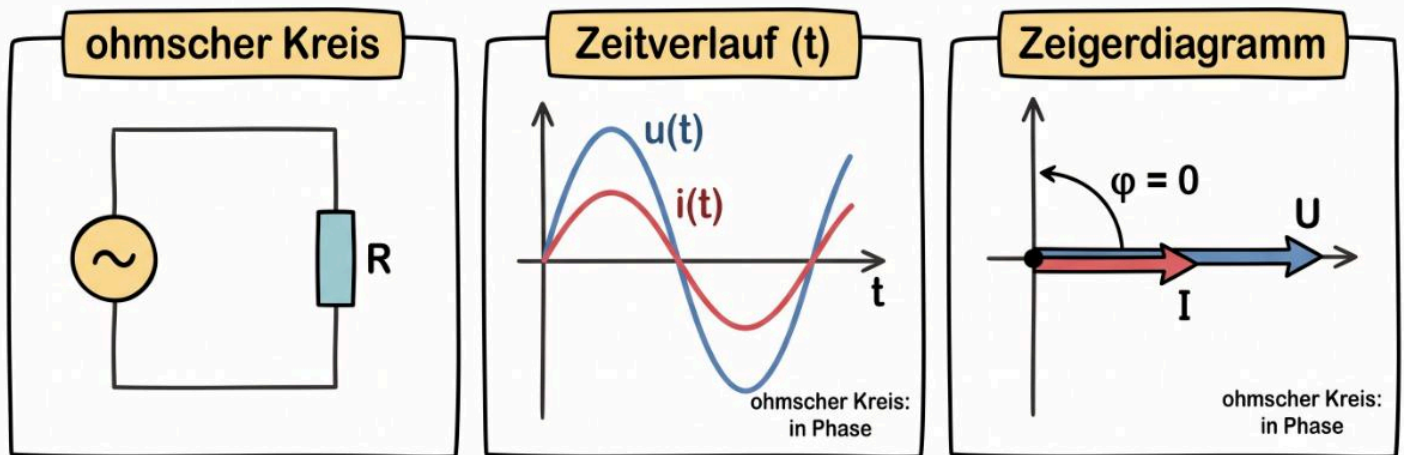
Sinusfoermige Wechselgroessen mit Zeigerdiagrammen beschreiben

Lernziel-ID 5f97952e-5ac9-5749-94d0-d1dc50dda358

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Sinus und Zeiger



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann sinusfoermige Spannung und Stromstaerke in ohmschen Wechselstromkreisen mit Zeigerdiagrammen darstellen und Phasenbeziehungen fachlich deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zusammenhang von Spannung und Stromstärke qualitativ erläutern 53196a71-9dbd-4835-b2f9-ff21b8a8962c	S. 59	Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren ac4ba260-6086-5fcc-bea2-c06f1425a1cc	S. 356
---	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Kondensator und Spule im Wechselstromkreis analysieren ef0f2391-fd8e-5ae3-ae86-7adcd833c7a	S. 361
--	--------

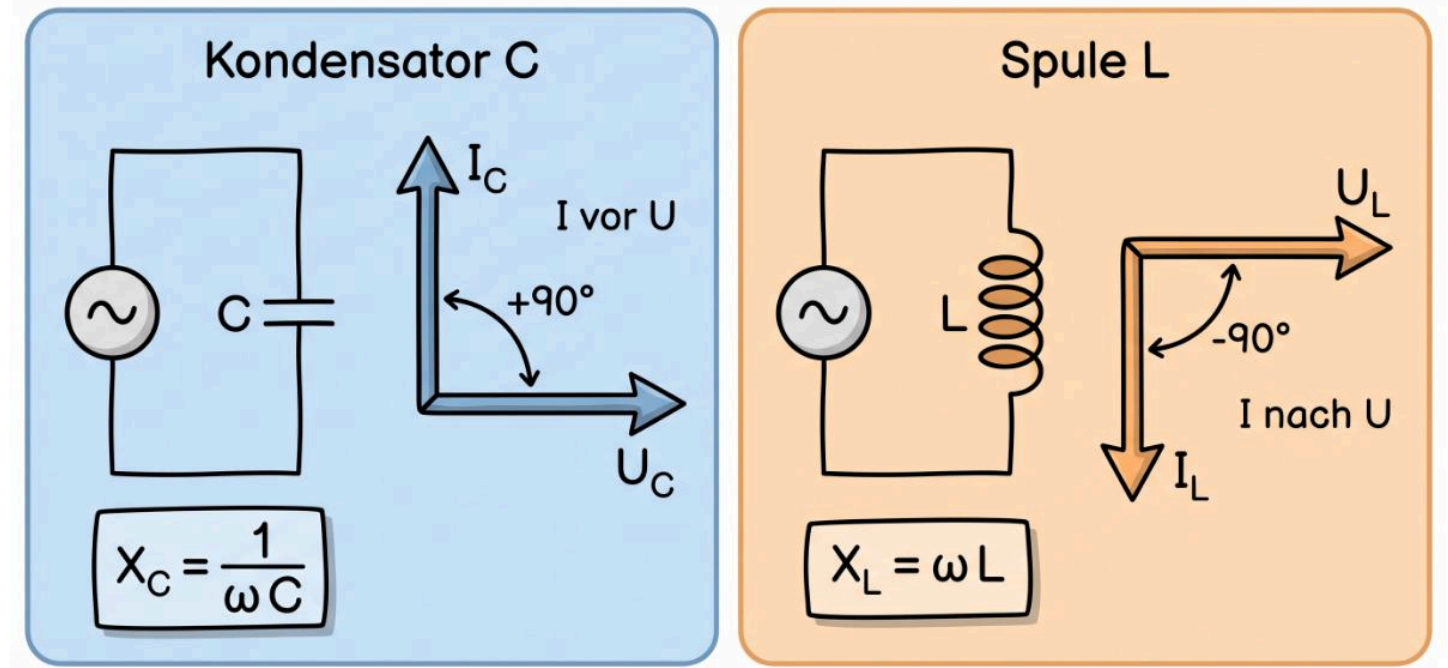
Kondensator und Spule im Wechselstromkreis analysieren

Lernziel-ID ef0f2391-fd8e-5ae3-ae86-7adcd833c7a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

C und L im Wechselkreis



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Amplitudenverhältnisse und Phasenbeziehungen zwischen Spannung und Stromstärke für Kondensator und Spule im Wechselstromkreis aus differentiellen Zusammenhängen erschließen und mit Zeigerdiagrammen beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Selbstinduktion und Induktivität
37f28bc4-def2-57cf-a06b-191dfd226205

S. 228

Sinusförmige Wechselgrößen mit Zeigerdiagrammen beschreiben S. 360
5f97952e-5ac9-5749-94d0-d1dc50dda358

Wird direkt vorausgesetzt von

Frequenzabhängige Schaltungen und Filter untersuchen
e413a352-33c4-53ae-b54a-30e52c3e65ae

S. 362

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Kondensator](#) 8fca14c7-3251-5526-adde-2567ea6816b2

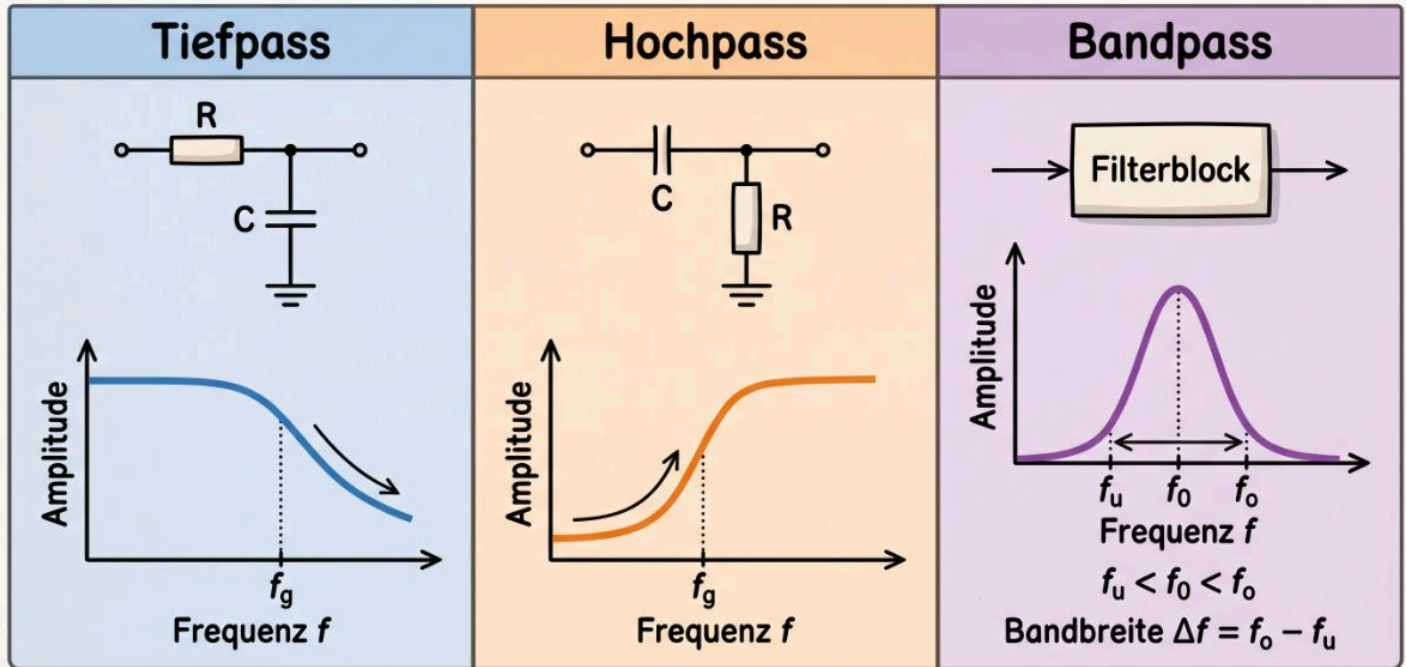
Frequenzabhaengige Schaltungen und Filter untersuchen

Lernziel-ID e413a352-33c4-53ae-b54a-30e52c3e65ae

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q2 Schwingungen, Induktion und mechanische Wellen >

Induktion und elektromagnetische Schwingungen

Frequenzabhängige Schaltungen und Filter



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das frequenzabhaengige Verhalten von Hochpass, Tiefpass, Bandpass oder Bandfilter experimentell oder rechnerisch untersuchen und graphisch darstellen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Digitale Messdaten auswerten und Unsicherheiten berücksichtigen

S. 209

Kondensator und Spule im Wechselstromkreis analysieren

S. 361

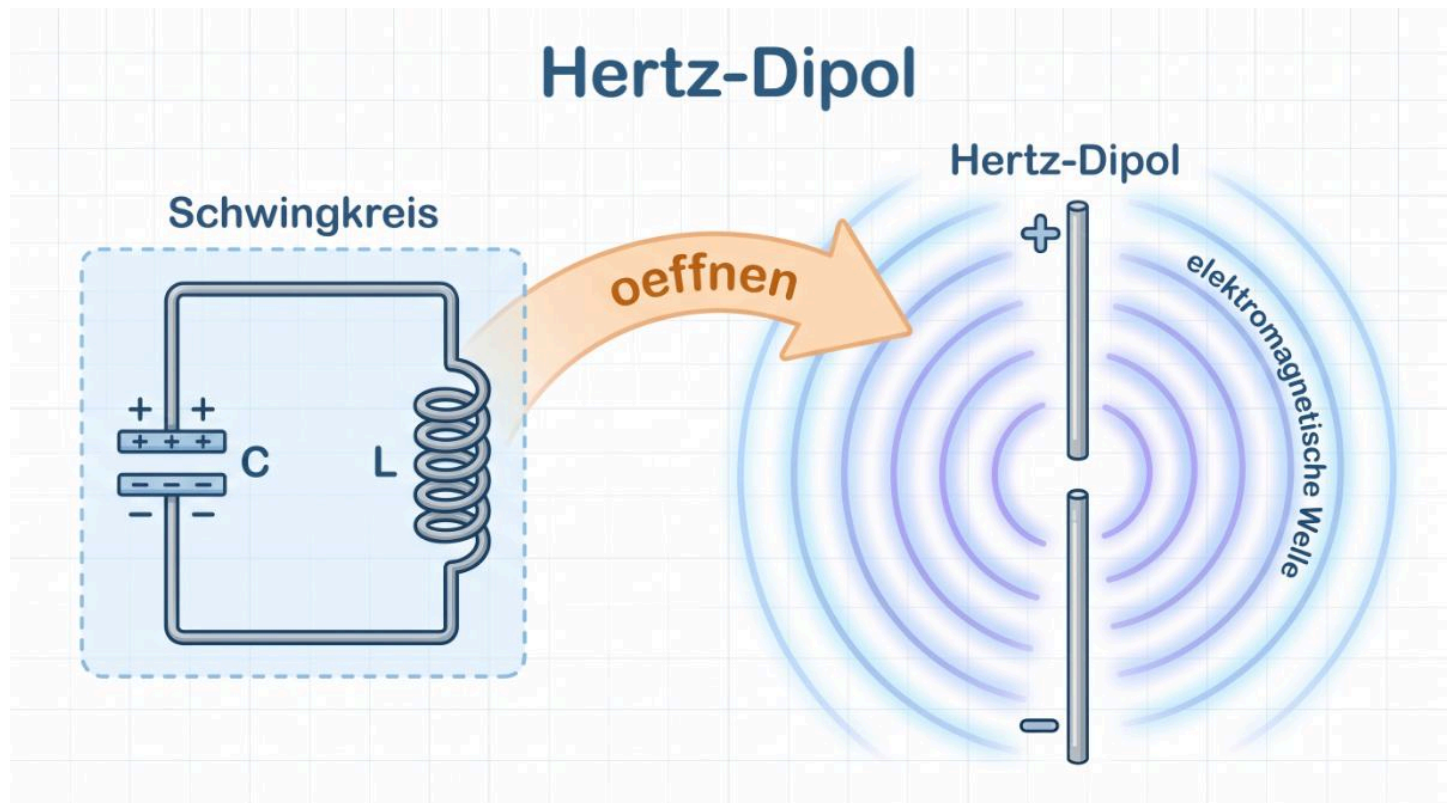
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Hertz'schen Dipol als Grenzfall des Schwingkreises deuten

Lernziel-ID 5da7d4d0-878e-44fd-b398-1b1de8b636a4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Hertz'schen Dipol als Grenzfall eines elektromagnetischen Schwingkreises beschreiben und die Abstrahlung elektromagnetischer Wellen in Grundzügen deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren

ac4ba260-6086-5fcc-bea2-c06f1425a1cc

S. 356

Wird direkt vorausgesetzt von

Kohärentes Licht als elektromagnetische Welle beschreiben

5b90066f-b5b3-4e82-8d31-7b95ff0a0451

S. 366

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

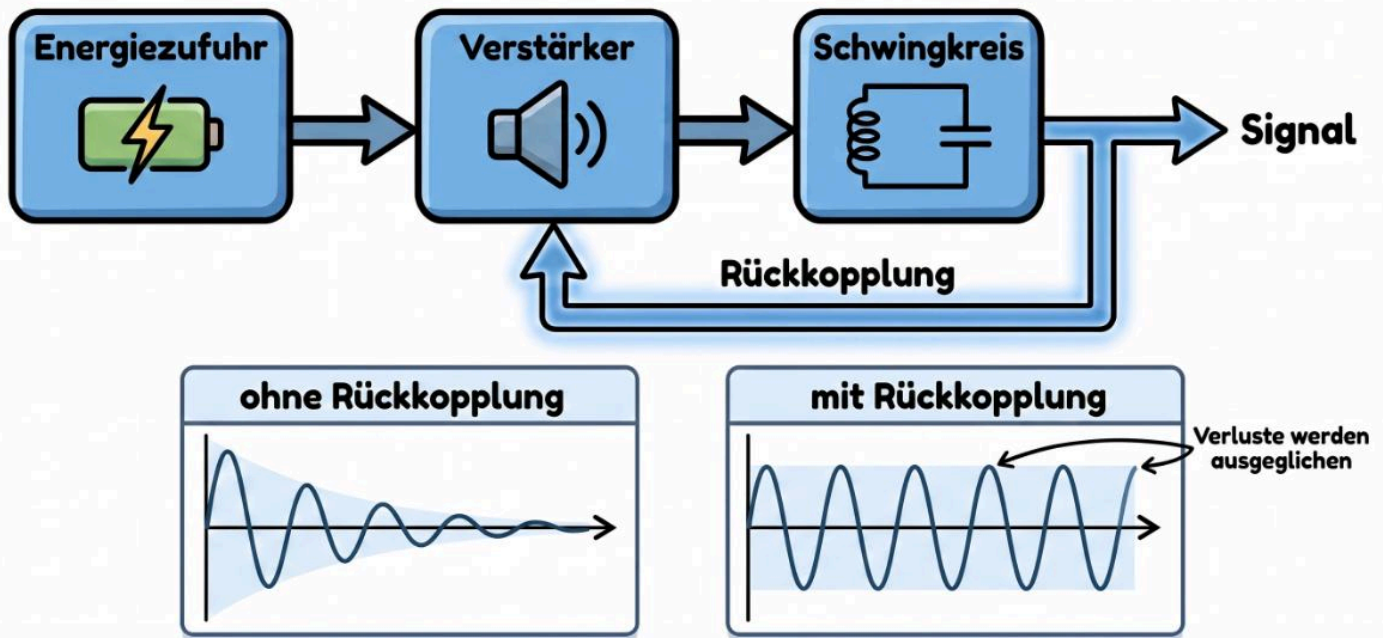
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Rückkopplungsprinzip elektromagnetischer Schwingungen erklären

Lernziel-ID 91f1838c-80fc-55f5-ac30-e7d1498fccee

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Rückkopplungsprinzip elektromagnetischer Schwingungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Rückkopplungsprinzip zur Aufrechterhaltung elektromagnetischer Schwingungen fachlich erklären und auf einfache Oszillator- oder Senderkontexte beziehen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Elektromagnetischen Schwingkreis analysieren](#)

S. 356

Wird direkt vorausgesetzt von

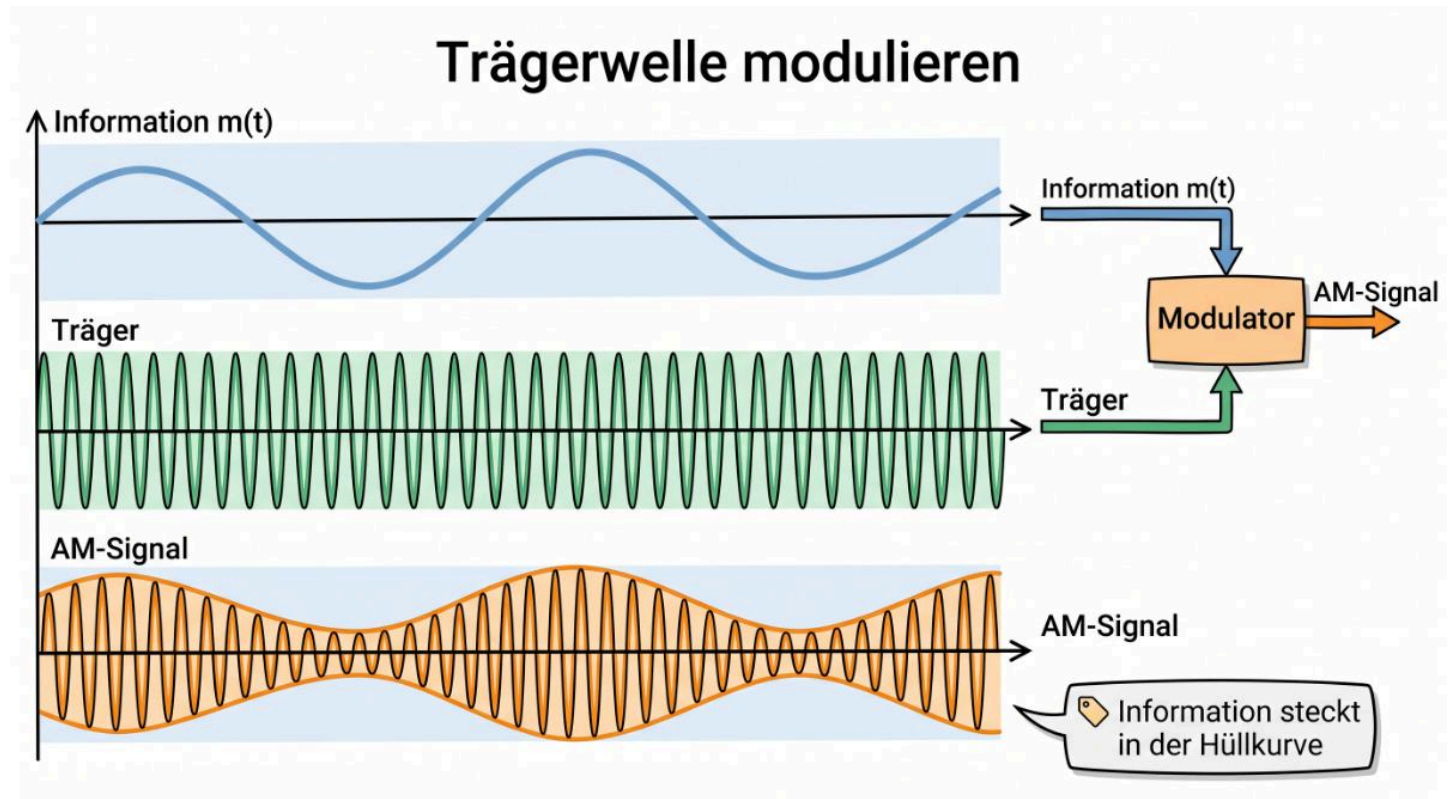
[Modulation einer Trägerwelle fachlich beschreiben](#)

S. 365

Modulation einer Trägerwelle fachlich beschreiben

Lernziel-ID 122e83ac-c9cf-50c1-8a73-a1e3db347f21

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Modulation einer Trägerwelle als Grundprinzip technischer Informationsübertragung beschreiben und mit elektromagnetischen Wellenanwendungen verbinden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Spektrum elektromagnetischer Wellen
4a7cbe83-b694-57d3-85ce-1eeca418daaf

S. 148

Rückkopplungsprinzip elektromagnetischer Schwingungen erklären
91f1838c-80fc-55f5-ac30-e7d1498fccee

S. 364

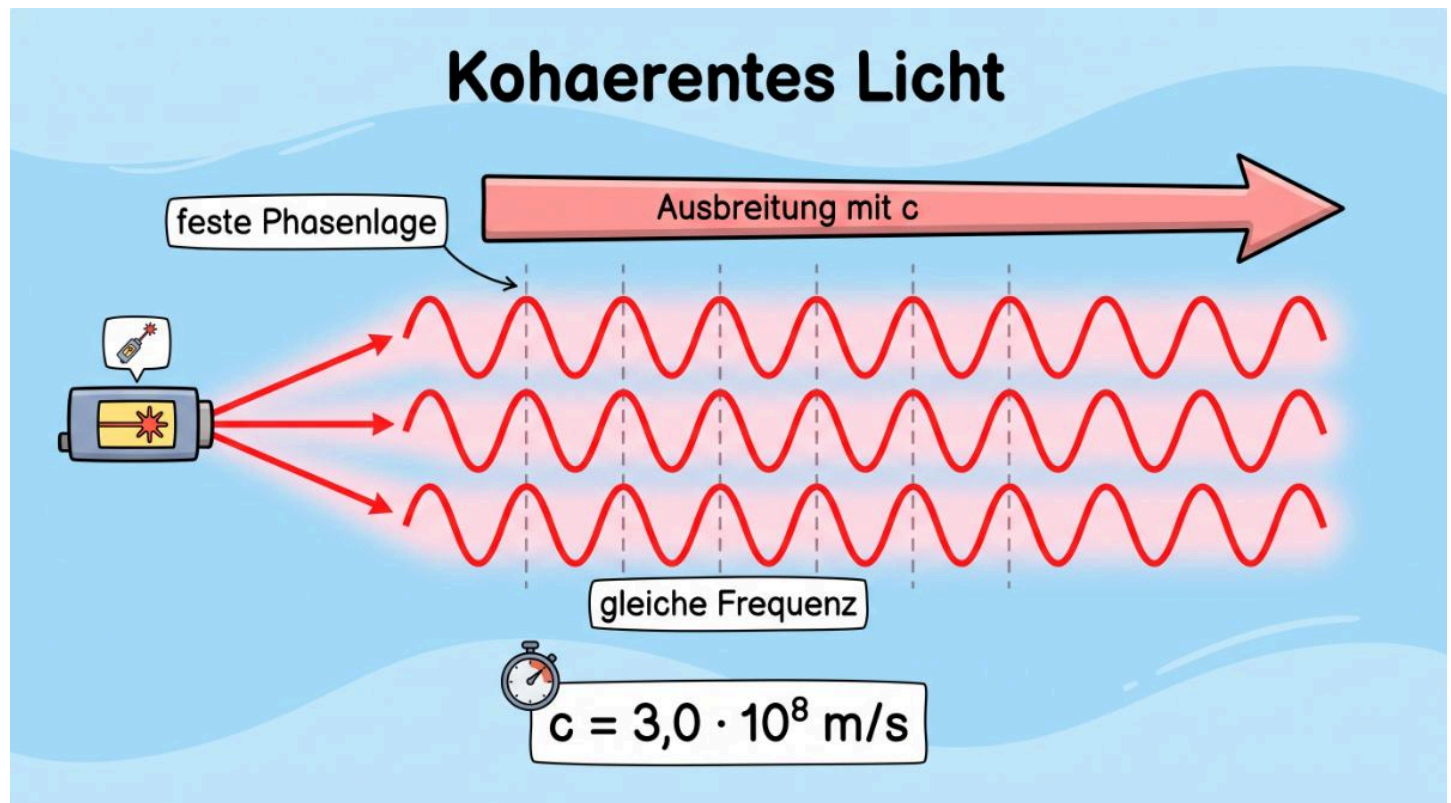
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Kohaerentes Licht als elektromagnetische Welle beschreiben

Lernziel-ID 5b90066f-b5b3-4e82-8d31-7b95ff0a0451

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann kohaerentes Licht als elektromagnetische Welle beschreiben und die Lichtgeschwindigkeit als charakteristische Ausbreitungsgroesse fachlich einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Hertz'schen Dipol als Grenzfall des Schwingkreises deuten

50a7d4d0-878e-44fd-b398-1b1de8b636a4

S. 363

Wird direkt vorausgesetzt von

Strahlenmodell und Wellenmodell des Lichts vergleichen

8ad305d2-bde0-4223-9477-517b2943148b

S. 367

Interferenz am Doppelspalt

6270e558-d657-5363-a602-e49a032a453b

S. 372

Beugung am Einzelspalt berechnen

f6a3a602-1e45-5018-b0ff-3d49933cf634

S. 375

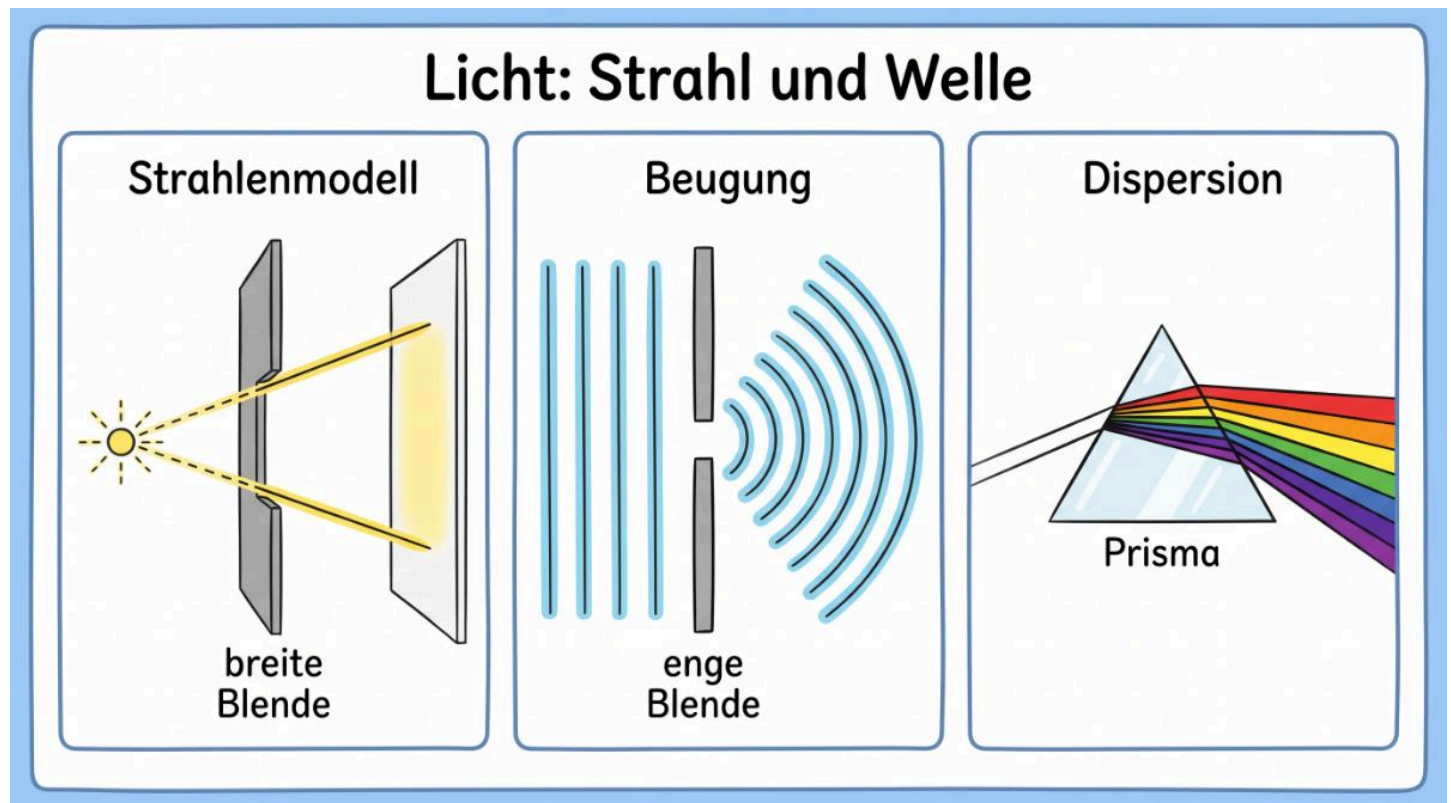
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Strahlenmodell und Wellenmodell des Lichts vergleichen

Lernziel-ID 8ad305d2-bde0-4223-9477-517b2943148b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Strahlenmodell und Wellenmodell des Lichts vergleichen und den Gültigkeitsbereich des Strahlenmodells bei Beugung an einer Blende und bei Dispersion fachlich begrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Lichtwege mit dem Strahlenmodell darstellen und vorhersagen S. 17
79cb1695-f985-443a-b93e-27b57ab474b7

Kohärentes Licht als elektromagnetische Welle beschreiben S. 366
5b90066f-b5b3-4e82-8d31-7b95ff0a0451

Wird direkt vorausgesetzt von

Interferenzphänomene an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter experimentell untersuchen S. 368
c71315c1-f329-4289-a145-099819da7bad

Geschichtliche Entwicklung von Modellvorstellungen des Lichts beschreiben S. 371
c2b6acd8-b298-4e4e-aa7a-553a8a65f913

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

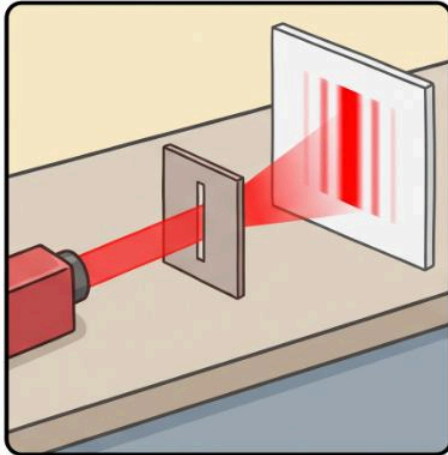
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Interferenzphänomene an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter experimentell untersuchen

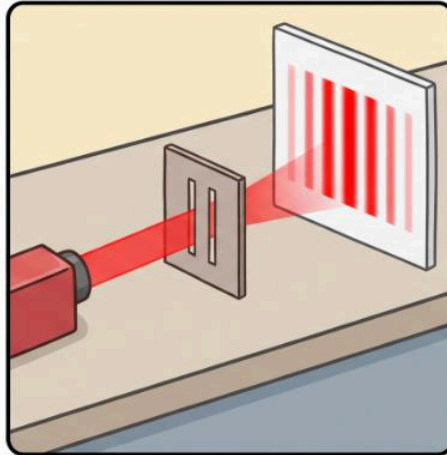
Lernziel-ID c71315c1-f329-4289-a145-d99819da7bad

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

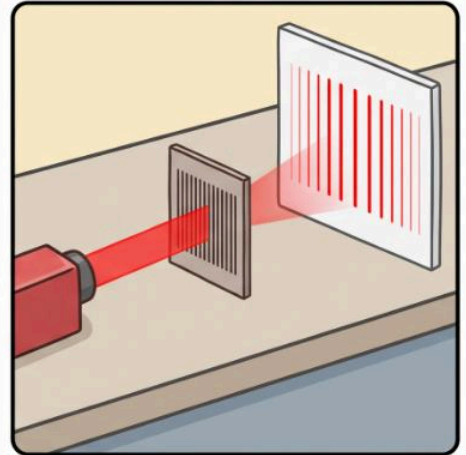
Interferenz im Experiment



Einzelspalt



Doppelspalt



Gitter



Muster dokumentieren

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Interferenzphänomene an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter experimentell untersuchen und die beobachteten Muster fachsprachlich dokumentieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Strahlenmodell und Wellenmodell des Lichts vergleichen

8ad385d2-bde0-4223-9477-517b2943148b

S. 367

Wird direkt vorausgesetzt von

Interferenzmuster und Intensitätsverteilungen bei Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter beschreiben

2c6af966-7793-4176-a117-5ddb8295bedf

S. 369

Klassische Wellen, klassische Teilchen und Quantenobjekte am Doppelspalt vergleichen

4245c54f-d609-41bc-9eff-e9ceeff4902f

S. 378

Elektronenbeugung als Materiewellenexperiment auswerten

e296aba6-f407-5944-a2bd-e5296e4c9f06

S. 387

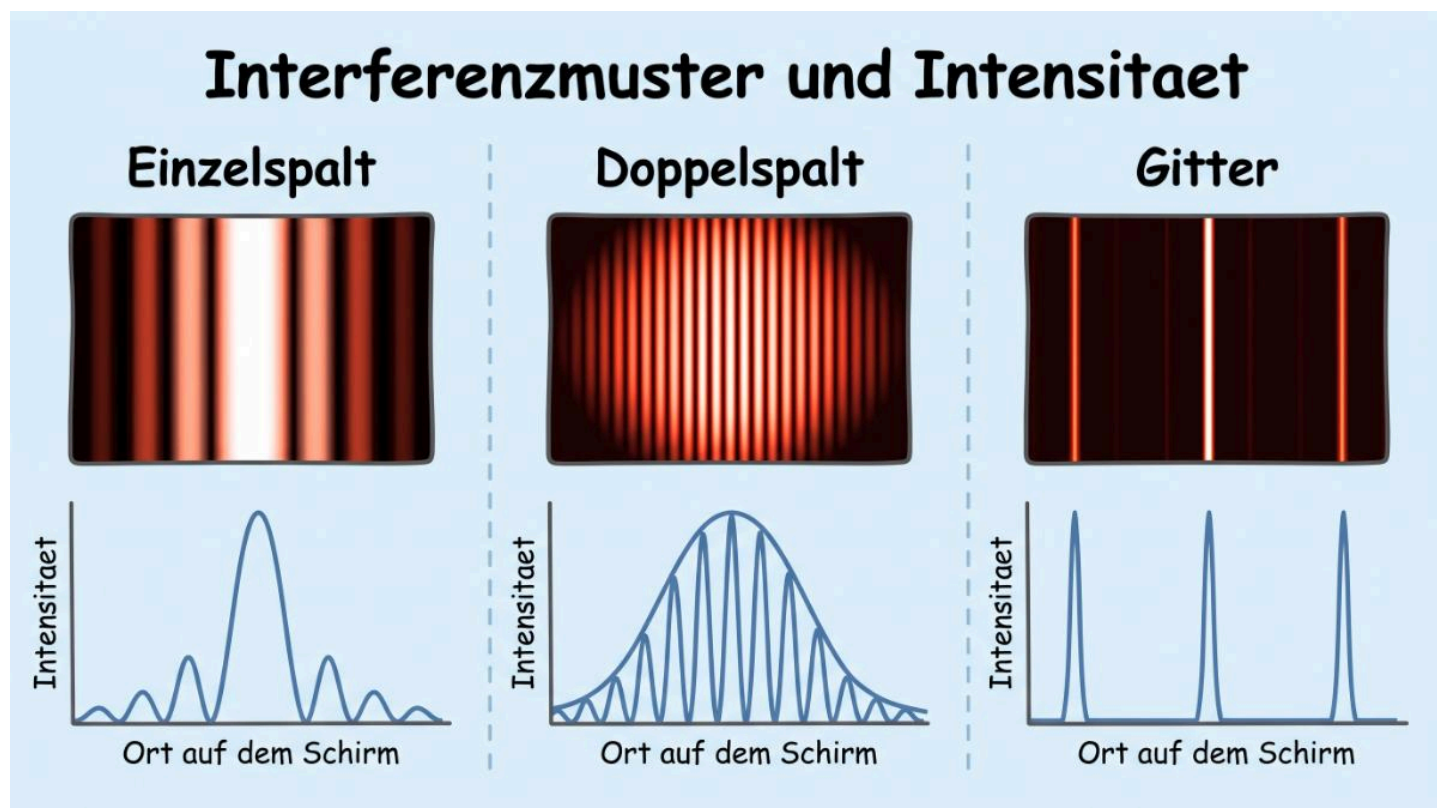
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Interferenzmuster und Intensitätsverteilungen bei Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter beschreiben

Lernziel-ID 2c6af966-7703-4176-a117-5ddb8295bedf

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Struktur von Interferenzmustern und Intensitätsverteilungen bei Beugung an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter beschreiben und idealisierte von realen Spalten endlicher Breite unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenzphänomene an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter experimentell untersuchen

S. 368

Wird direkt vorausgesetzt von

Interferenzphänomene im Alltag physikalisch beschreiben

S. 370

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Interferenzphaenomene im Alltag physikalisch beschreiben

Lernziel-ID 31ed4e95-3ed4-4cfb-9b11-9f3c1341f2d4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Interferenzphaenomene im Alltag physikalisch beschreiben, zum Beispiel an dünnen Schichten, an Gitterstrukturen oder als Laser-Speckle.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenzmuster und Intensitätsverteilungen bei Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter beschreiben

S. 369

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

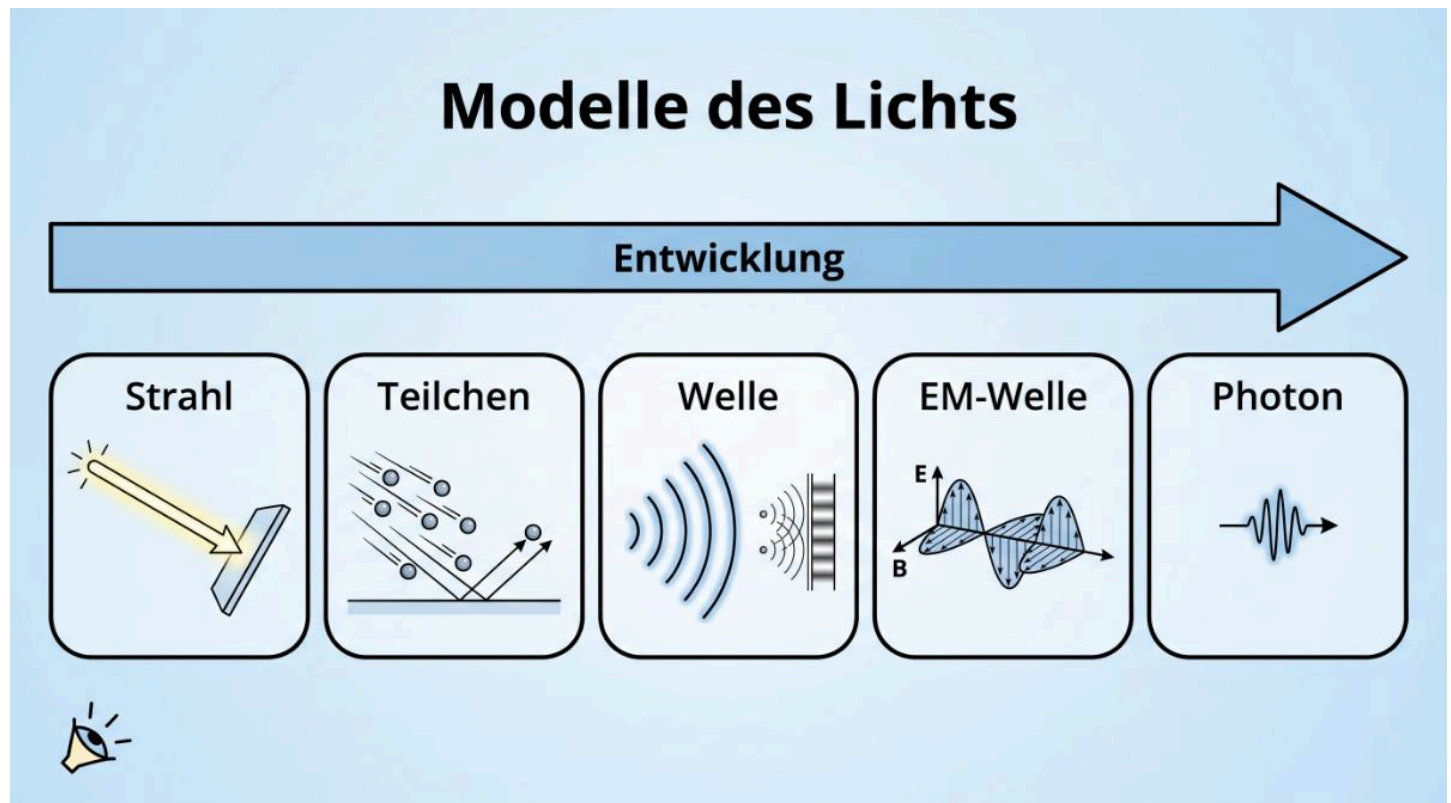
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Geschichtliche Entwicklung von Modellvorstellungen des Lichts beschreiben

Lernziel-ID c2b6acd8-b298-4e4e-aa7a-553a8a65f913

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die geschichtliche Entwicklung von Modellvorstellungen des Lichts von Lichtstrahlen über Lichtteilchen und Lichtwellen bis zu elektromagnetischen Wellen und Photonen beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Strahlenmodell und Wellenmodell des Lichts vergleichen

8ad305d2-bde0-4223-9477-517b2943148b

S. 367

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Interferenz am Doppelspalt

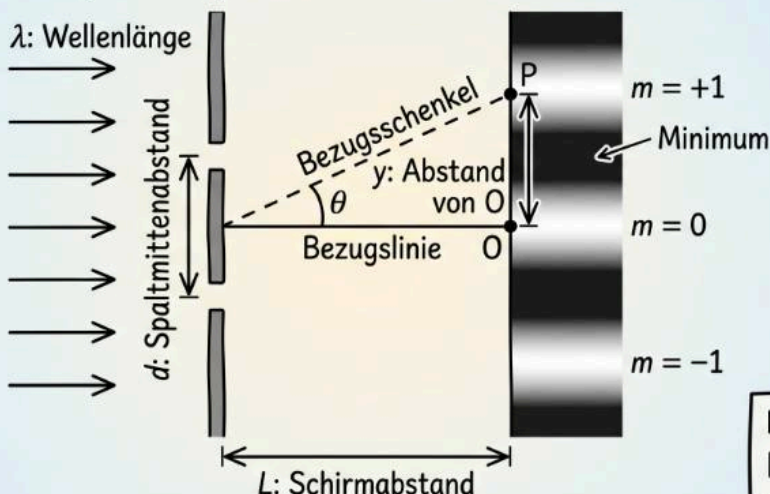
Lernziel-ID 6270e558-d657-5363-a6b2-e49a032a453b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Doppelspalt: helle und dunkle Streifen

Senkrechter, kohärenter, monochromatischer Einfall · Fernfeld · idealisiert ohne Einhüllende

Skizze, nicht maßstäblich



Skizze, nicht maßstäblich

Gangunterschied: $\Delta s \approx d \sin \theta$

Hell: $d \sin \theta = m \lambda$

Dunkel: $d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda$
 $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Hell: gleichphasig · dunkel: gegenphasig

Schirmgeometrie: $y = L \tan \theta$

Nur bei kleinen Winkeln: $y \approx L \sin \theta$

Beispiel: $\lambda = 500 \text{ nm}$, $d = 0,20 \text{ mm}$, $L = 2,0 \text{ m}$

Erste helle Streifen: $y \approx \pm 5,0 \text{ mm}$

Nächste dunkle Stellen: $y \approx \pm 2,5 \text{ mm}$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Interferenzmuster eines idealisierten Doppelspalts aus dem Gangunterschied kohärenter Lichtwellen erklären, die Maximabedingung und ihre Kleinwinkelnäherung begründen und damit Wellenlängen aus Schirmmessungen bestimmen sowie die Lage der Farben bei polychromatischem Licht deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Huygens'sches Prinzip und Elementarwellen

9dba2826-b179-59f0-8d91-5916079e5abe

S. 138

Kohärentes Licht als elektromagnetische Welle beschreiben

5b90066f-b5b3-4e82-8d31-7b95ff0a0451

S. 366

Wird direkt vorausgesetzt von

Interferenzminima am Doppelspalt begründen und lokalisieren

c64820e1-c0ee-4342-9225-f981650f0c52

S. 373

Spektren mit Beugungsgitter deuten

91683676-01cf-5003-80fa-a04d043b4e61

S. 374

Interferometer verstehen

d1e26b52-78a7-5f3b-ac9f-97f3e62d7db1

S. 377

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-

5a05-b64a-5f9497a33d1f

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-

ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

[Prüfungsaufgabe: Doppelspalt als Wellenlängenmessgerät](#)

caf8fc1e-83d5-5aaf-8863-0f7d4948ace5

Interferenzminima am Doppelspalt begründen und lokalisieren

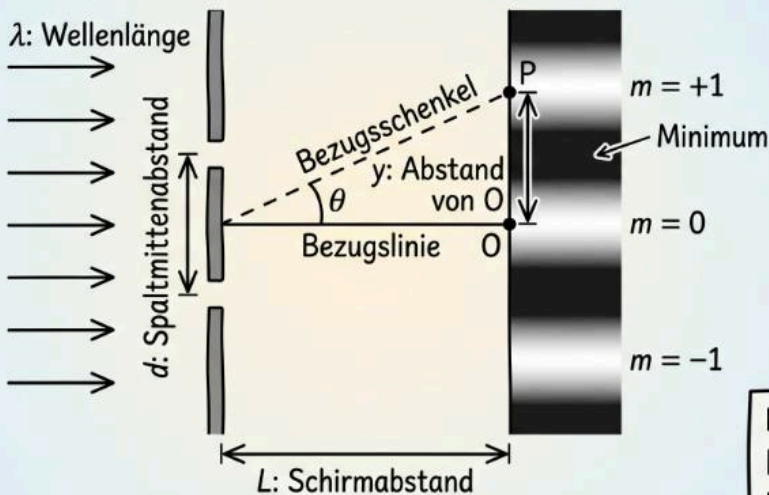
Lernziel-ID c64820e1-c0ee-4342-9225-f981650f0c52

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Doppelspalt: helle und dunkle Streifen

Senkrechter, kohärenter, monochromatischer Einfall · Fernfeld · idealisiert ohne Einhüllende

Skizze, nicht maßstäblich



Skizze, nicht maßstäblich

Gangunterschied: $\Delta s \approx d \sin \theta$

Hell: $d \sin \theta = m \lambda$

Dunkel: $d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda$

$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Hell: gleichphasig · dunkel: gegenphasig

Schirmgeometrie: $y = L \tan \theta$

Nur bei kleinen Winkeln: $y \approx L \sin \theta$

Beispiel: $\lambda = 500 \text{ nm}$, $d = 0,20 \text{ mm}$, $L = 2,0 \text{ m}$

Erste helle Streifen: $y \approx \pm 5,0 \text{ mm}$

Nächste dunkle Stellen: $y \approx \pm 2,5 \text{ mm}$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann beim idealisierten Doppelspalt mit gleich starken kohärenten Beiträgen die dunklen Stellen aus destruktiver Interferenz begründen, ihre Winkel und Schirmpositionen bestimmen und die Minima gegenüber den Maxima sowie gegenüber einer unzulässigen Kleinwinkelnäherung abgrenzen.

Geltung

BW: Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenz am Doppelspalt

6270e558-d657-5363-a6b2-e49a032a453b

S. 372

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Dunkle Streifen am Doppelspalt überprüfen](#) 45b3a745-16ec-57b0-8f54-dd36292f4958

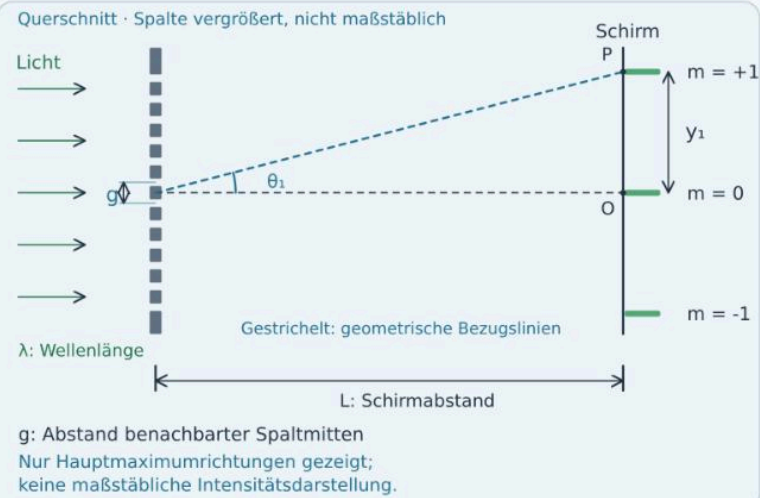
Spektren mit Beugungsgitter deuten

Lernziel-ID 91683676-01cf-5003-80fa-a04d043b4e61

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Gitter: Hauptmaxima und Spektren

Senkrechter, kohärenter, monochromatischer Einfall · Fernfeld



Gemeinsame Phase → Hauptmaximum

$$g \sin \theta_m = m \lambda$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{Gangunterschied benachbarter Spalte: } \Delta s \approx g \sin \theta$$

$$\text{Schirmposition: } y_m = L \tan \theta_m$$

$$\text{Geometrisch möglich: } |m \lambda / g| \leq 1$$

Bei Gleichheit: $\theta = \pm 90^\circ$;

kein Schnitt mit einem endlichen Schirm.

Beispiel

500 Linien/mm → $g = 2,0 \mu\text{m}$

$\lambda = 500 \text{ nm}$, $L = 1,0 \text{ m}$, $m = +1$

$$\sin \theta_1 = 0,25 \rightarrow \theta_1 \approx 14,5^\circ$$

$$y_1 = L \tan \theta_1 \approx 0,258 \text{ m}$$

Andere Quelle: zwei Spektrallinien bei 450 nm und 600 nm, gleiches Gitter

Erste Ordnung: $|\theta_1| \approx 13,00^\circ$ (450 nm) und $17,46^\circ$ (600 nm); kürzere Wellen liegen näher am Zentrum.

Bei $m = 0$ überlagern sich beide Linien. Aus bekanntem m und gemessenem θ folgt $\lambda = g \sin \theta / m$ ($m \neq 0$).

Gezeigt werden Hauptmaxima; für Nebenmaxima und Minima gilt keine allgemeine Doppelspaltregel.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Hauptmaxima eines optischen Gitters aus der kohärenten Überlagerung regelmäßig angeordneter Spalte begründen und das Modell nutzen, um polychromatische Spektren nach Wellenlänge und Beugungsordnung zu deuten sowie Wellenlängen aus gemessenen Winkeln oder Schirmpositionen zu bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenz am Doppelspalt

6270e558-d657-5363-a6b2-e49a032a453b

S. 372

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-5a05-b64a-5f9497a33d1f

[Prüfungsaufgabe: Ein Zweilinienspektrum am Gitter auswerten](#) 90f8f0dc-d919-54a2-a487-93547706e40e

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Beugung am Einzelspalt berechnen

Lernziel-ID f6a3a602-1e45-5018-b0ff-3d49933cf634

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen

Einzelspalt: Minima und Maxima

Senkrechter monochromatischer Einfall · gleichmäßig beleuchteter Spalt · Fernfeld

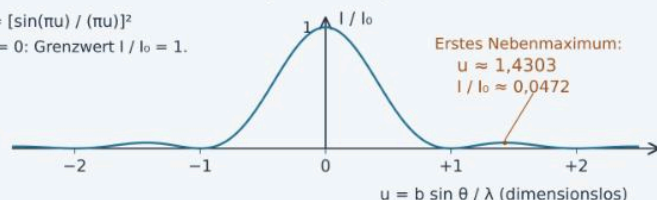
Querschnitt · Winkel/Spaltbreite vergrößert



I/I_0 : Intensität relativ zum Zentrum (lineare Skala)

$$I/I_0 = [\sin(\pi u) / (\pi u)]^2$$

Für $u = 0$: Grenzwert $I/I_0 = 1$.



Minima (dunkel)

$$b \sin \theta_m = m \lambda$$

$$m = \pm 1, \pm 2, \dots; m \neq 0$$

$$\text{Schirmposition: } y_m = L \tan \theta_m$$

$$\text{Nur kleine Winkel: } y_m \approx m \lambda L / b$$

$$\text{Zentralmaximum: } W = 2 |y_1|$$

Begrenzt durch die Minima $m = -1$ und $+1$.

Erstes Minimum: paarweise Auslöschung

Je zwei entsprechende Stellen der Spalthälften liefern Beiträge mit Gangunterschied $\lambda/2$.

Bei $\theta = 0$ ist das Zentrum hell, nicht dunkel.

Beispiel

$$\lambda = 500 \text{ nm}, b = 0,20 \text{ mm}, L = 2,0 \text{ m}$$

$$\text{Erste Minima: } y \approx \pm 5,0 \text{ mm}$$

$$\text{Zentralmaximum: } W \approx 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Erste Nebenmaxima: } y \approx \pm 7,15 \text{ mm}$$

Aus der Kurve, nicht aus halben Ordnungen.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Fraunhofer-Intensitätsverteilung eines gleichmäßig beleuchteten Einzelspalts aus der Überlagerung seiner Elementarwellen modellieren, die Minima und die Breite des Zentralmaximums begründen und Nebenmaxima aus dem Modell mit angemessenen Näherungen lokalisieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HE: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Huygens'sches Prinzip und Elementarwellen

S. 138

Kohärentes Licht als elektromagnetische Welle beschreiben

S. 366

Wird direkt vorausgesetzt von

Auflösungsvermögen optischer Instrumente

S. 376

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-5a05-b64a-5f9497a33d1f

[Vorschlag D \(LK\) - Röntgen-CT in der Werkstoffprüfung](#) 5733c2c5-be2d-5879-89db-4ed4e5f3eff3

[Vorschlag D \(LK\) - Röntgen-Qualitätssicherung in der Batteriezellprüfung](#) 5c6d2ec8-d692-5ad2-a72a-8a9e5544a6c7

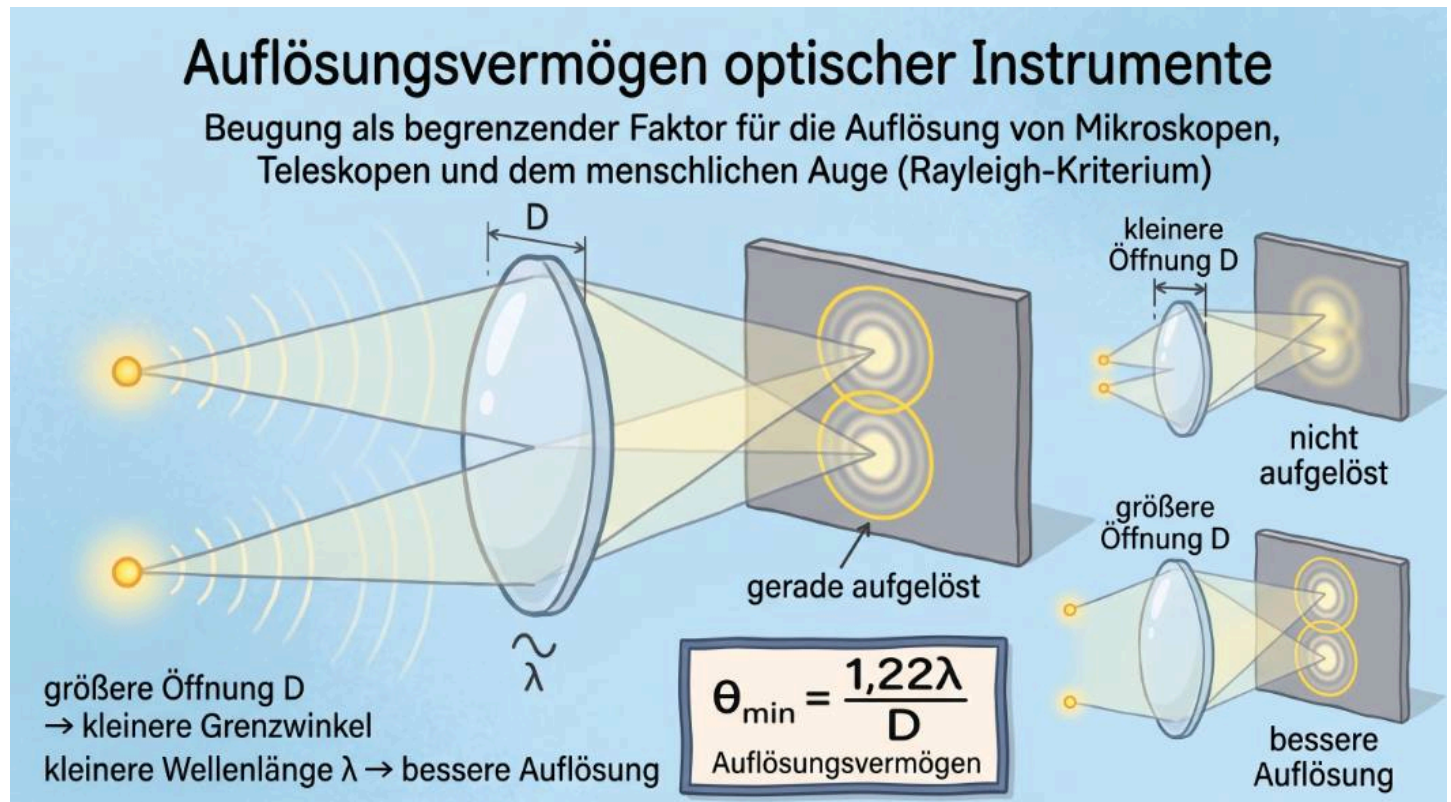
[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

[Prüfungsaufgabe: Das Einzelspaltbild aus Elementarwellen modellieren](#) e1abfda1-f1c4-5b32-a6bd-da605698bf73

Auflösungsvermögen optischer Instrumente

Lernziel-ID 709e688c-e07-5f83-a506-82c9bfe0d89f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mithilfe des Rayleigh-Kriteriums erklären und beurteilen, wie Beugung, Wellenlänge und wirksame Öffnung das Auflösungsvermögen von Mikroskopen, Teleskopen und dem menschlichen Auge begrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Beugung am Einzelspalt berechnen

f6a3a602-1e45-5018-b0ff-3d49933cf634

S. 375

Wird direkt vorausgesetzt von

Beugungsbegrenzte Winkelaufklärung des Auges abschätzen

41872413-497e-5b88-ac65-365ed7d9851f

S. 389

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-5a05-b64a-5f9497a33d1f

[Vorschlag D \(LK\) - Röntgen-CT in der Werkstoffprüfung](#) 5733c2c5-be2d-5879-89db-4ed4e5f3eff3

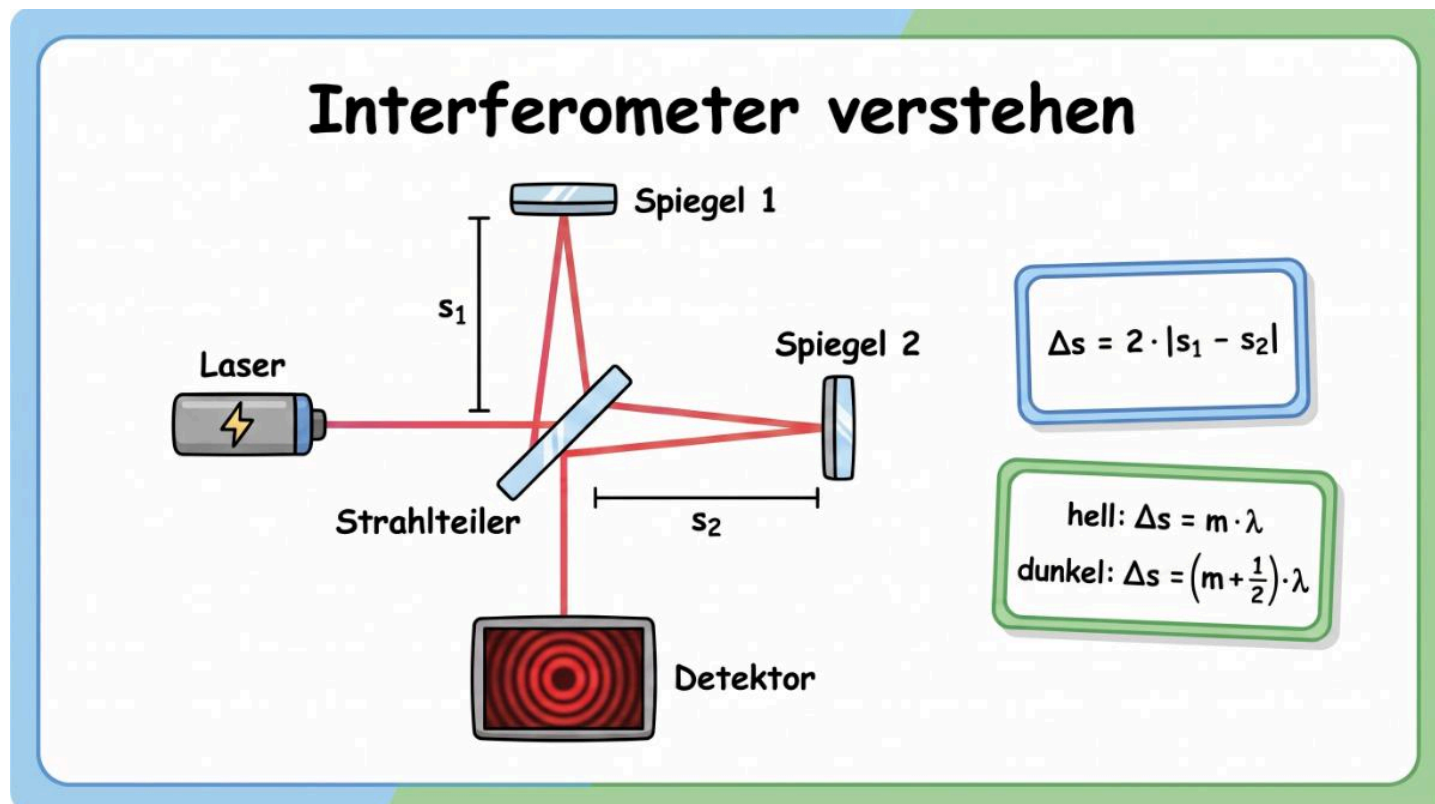
[Vorschlag D \(LK\) - Röntgen-Qualitätssicherung in der Batteriezellprüfung](#) 5c6d2ec8-d692-5ad2-a72a-8a9e5544a6c7

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Interferometer verstehen

Lernziel-ID d1e26b52-78a7-5f3b-ac9f-97f3e62d7db1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q3 Elektromagnetische Wellen und Quantenphysik > Elektromagnetische Wellen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Funktionsweise eines Interferometers über die Aufteilung kohärenten Lichts auf unterschiedliche optische Wege und seine Überlagerung erklären und aus Änderungen des Interferenzsignals optische Weglängenunterschiede bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenz am Doppelspalt

6270e558-d657-5363-a6b2-e49a032a453b

S. 372

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

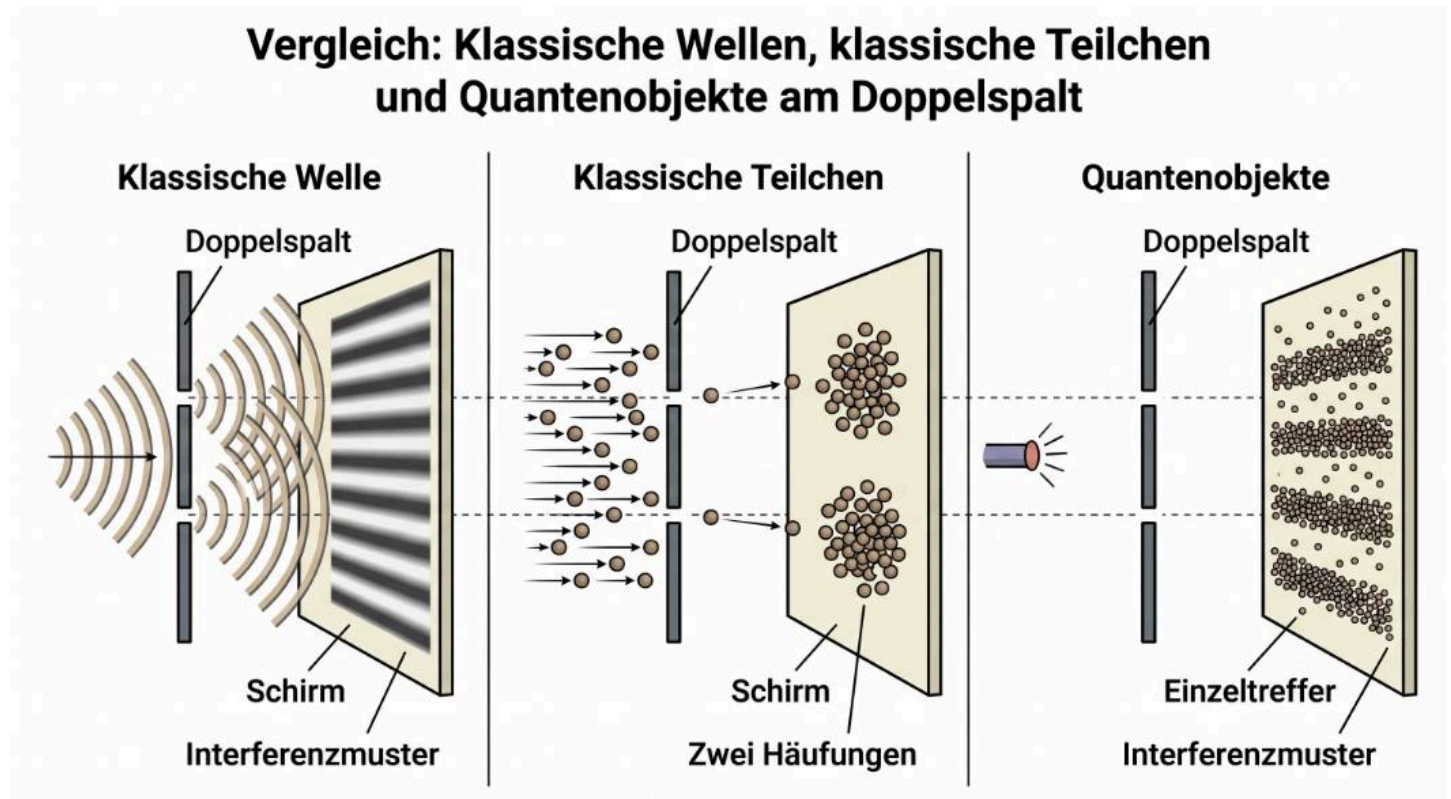
[Interferenz, Beugung und optische Instrumente](#) 36d5b915-1cb8-5a05-b64a-5f9497a33d1f

[Q3-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) a94f9b05-ecb1-5a13-8364-44c1c98be8e4

Klassische Wellen, klassische Teilchen und Quantenobjekte am Doppelspalt vergleichen

Lernziel-ID 4245c54f-d609-41bc-9eff-e9ceeff4902f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann am Doppelspalt klassische Wellen, klassische Teilchen und Quantenobjekte vergleichen und unterschiedliche Vorhersagen fuer Musterbildung und Einzelereignisse fachlich unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Interferenzphänomene an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter experimentell untersuchen](#)

S. 368

Wird direkt vorausgesetzt von

[Wahrscheinlichkeitsaussagen statt klassischem Determinismus erlaeuern](#)

S. 379

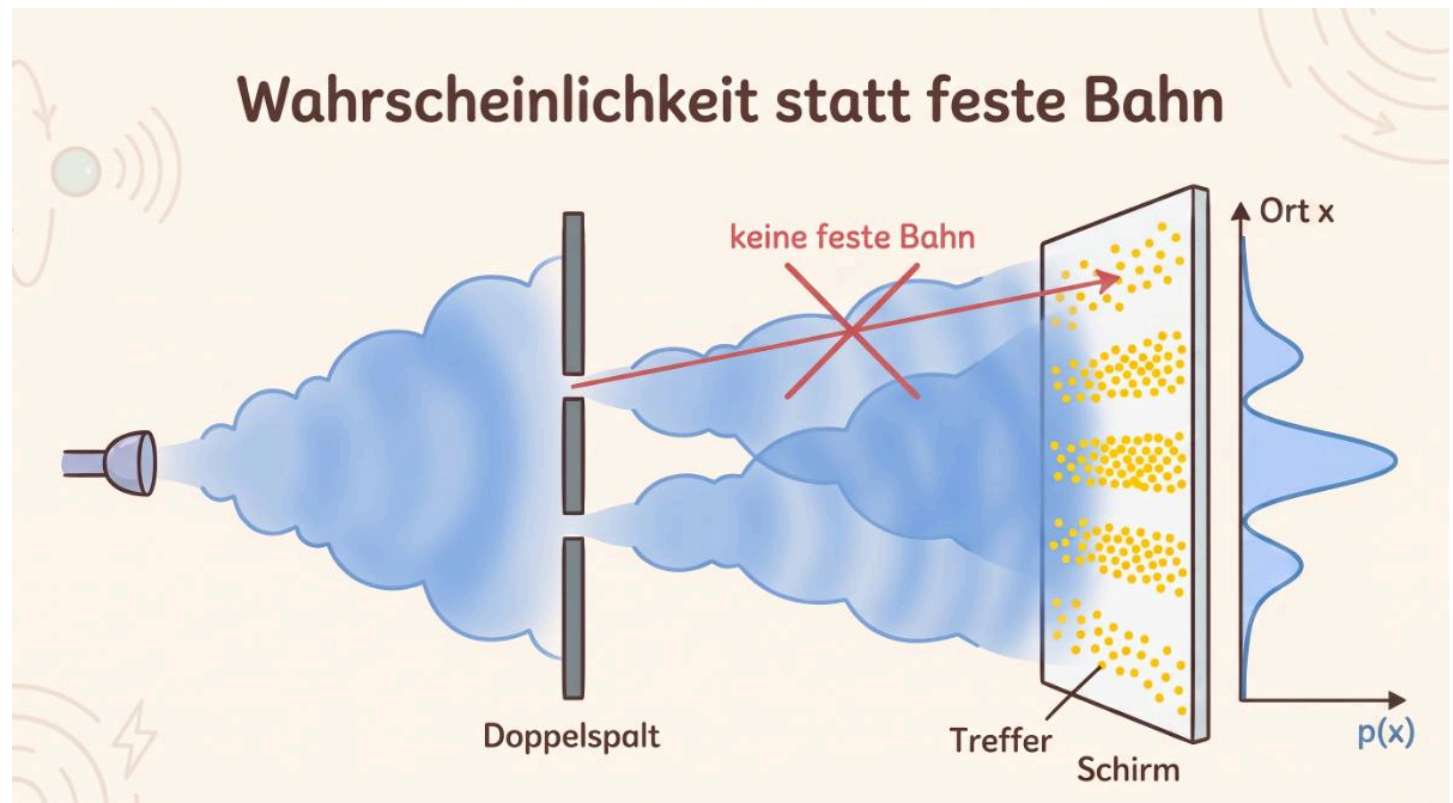
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Wahrscheinlichkeitsaussagen statt klassischem Determinismus erlaeutern

Lernziel-ID 5c57dbc7-d258-4aad-a84c-e773f3c493ae

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erlautern, warum Quantenobjekte nicht durch klassische Bahnaussagen beschrieben werden, sondern durch Wahrscheinlichkeitsaussagen ueber moegliche Messergebnisse.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Klassische Wellen, klassische Teilchen und Quantenobjekte am Doppelspalt vergleichen

S. 378

4245c54f-d609-41bc-9eff-e9c0eeff4902f

Wird direkt vorausgesetzt von

Zeitentwicklung von Quantenzuständen einordnen

S. 380

d5bfff282-741f-4cc5-9622-b77584fdcc5a

Interferenz einzelner Quantenobjekte mit Wahrscheinlichkeitsaussagen beschreiben

S. 381

1a1c09f0-96b7-4c33-a623-0e8101537876

Realitätsbegriff in der Quantenphysik diskutieren

S. 385

727d0946-7019-50ed-8fc6-85db12508733

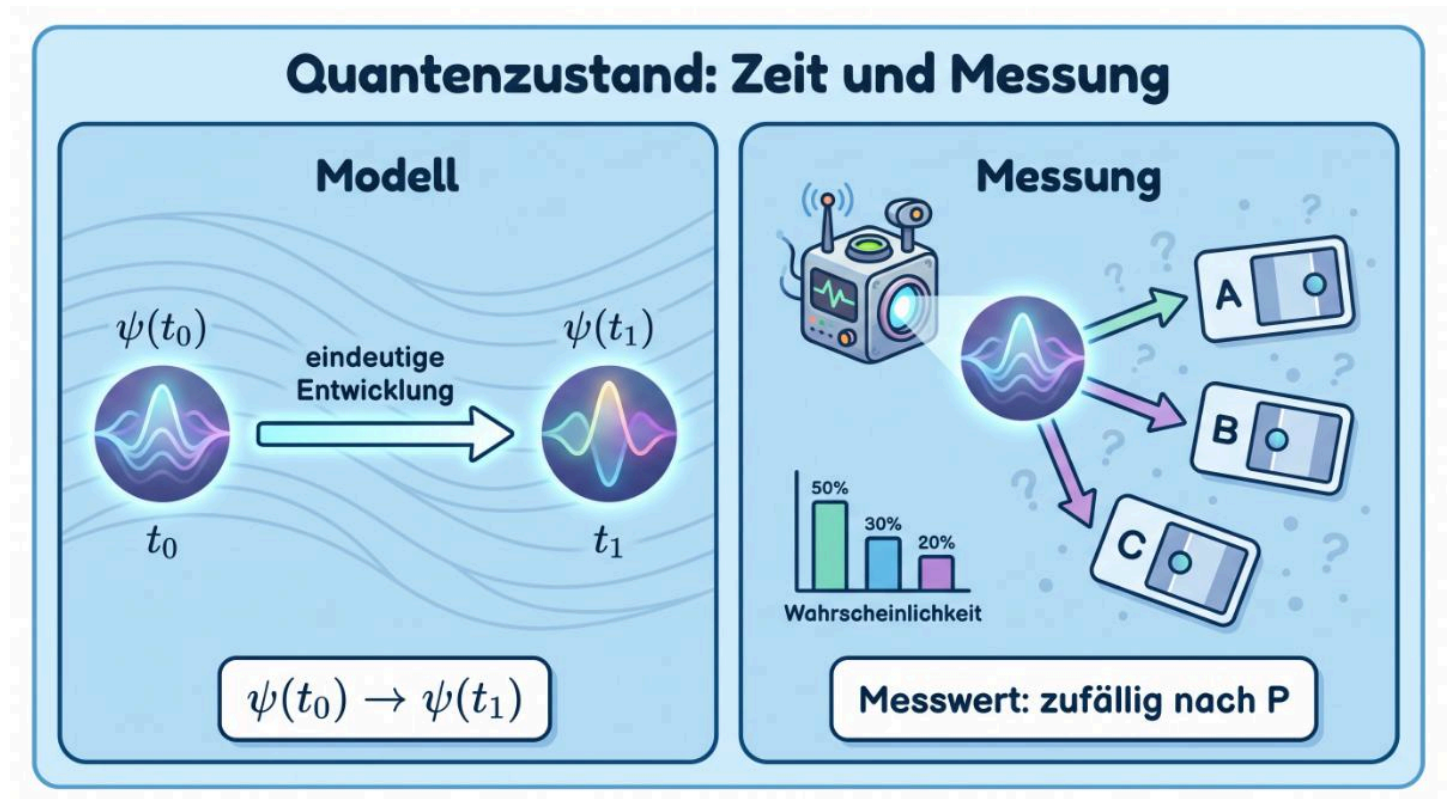
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Zeitentwicklung von Quantenzuständen einordnen

Lernziel-ID d5bfff282-741f-4cc5-9622-b77584fdcc5a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erklären, dass die zeitliche Entwicklung eines Quantenzustands im Modell deterministisch beschrieben wird, während Messergebnisse probabilistisch gedeutet werden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

S. 281

Wahrscheinlichkeitsaussagen statt klassischem Determinismus erläutern

S. 379

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

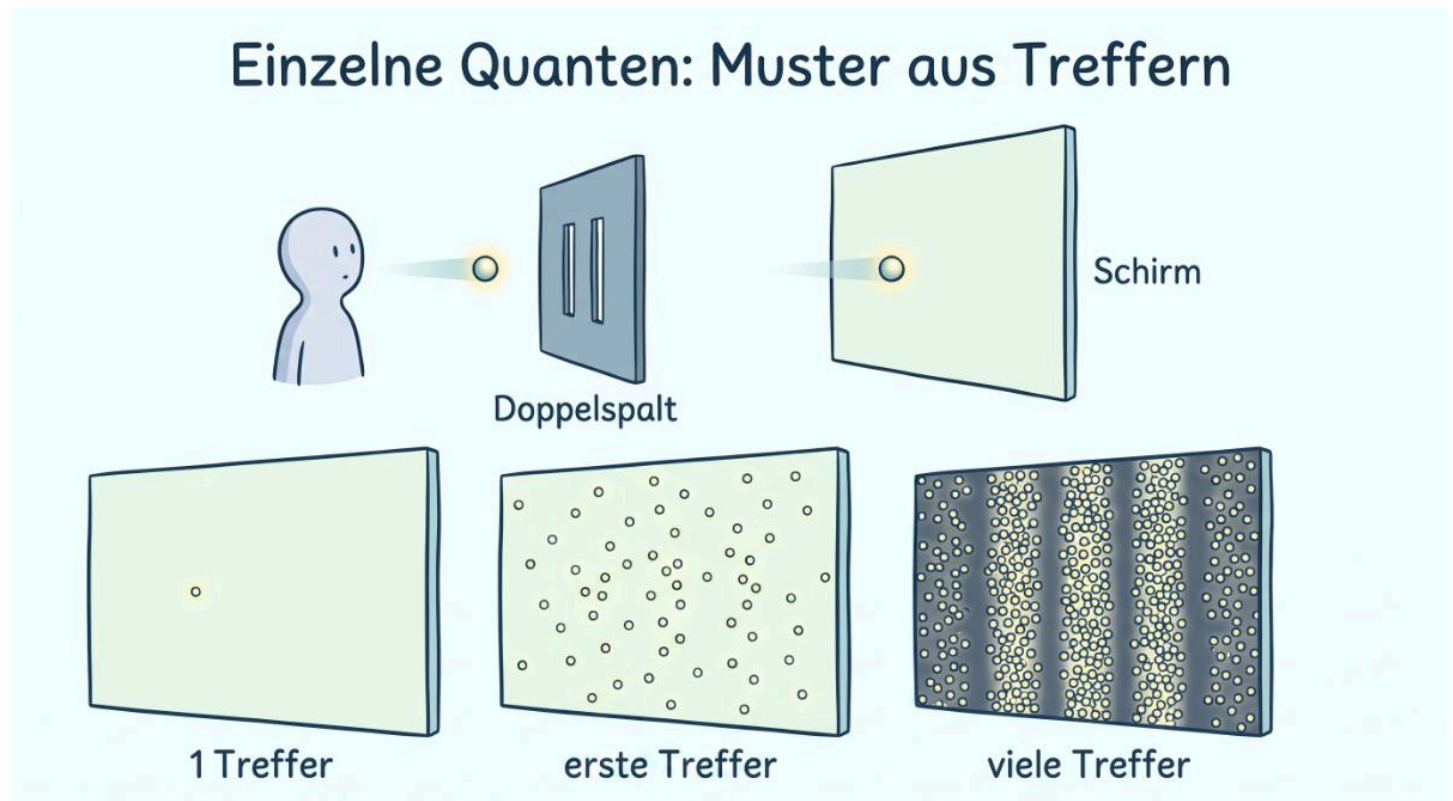
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Interferenz einzelner Quantenobjekte mit Wahrscheinlichkeitsaussagen beschreiben

Lernziel-ID 1a1c09f0-96b7-4c33-a623-0e8101537876

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Interferenz einzelner Quantenobjekte mithilfe von Wahrscheinlichkeitsaussagen beschreiben und den Aufbau eines Interferenzmusters aus vielen Einzelereignissen qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wahrscheinlichkeitsaussagen statt klassischem Determinismus erläutern

5c57dbc7-d258-4aad-a84c-e773f3c493ae

S. 379

Wird direkt vorausgesetzt von

Komplementarität durch Interferenzfähigkeit und Welcher-Weg-Information erläutern

6031bed0-9baa-4f45-b2a5-57ffb0d39cc

S. 382

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

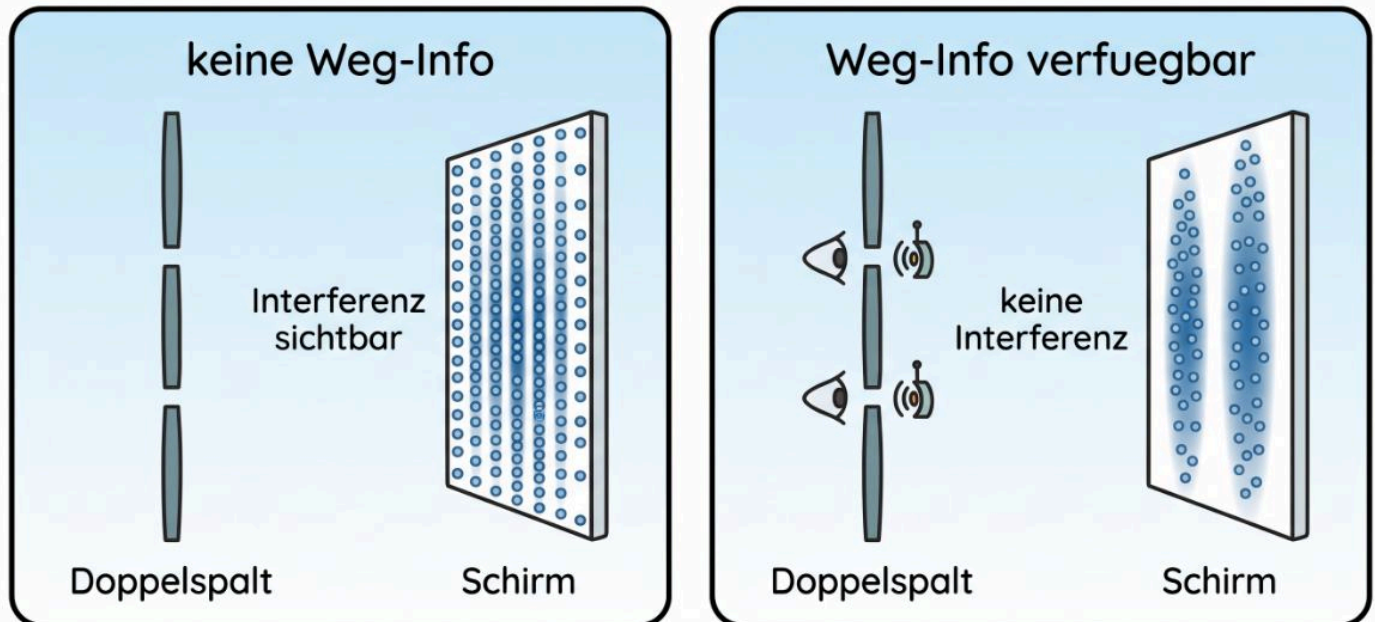
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Komplementarität durch Interferenzfähigkeit und Welcher-Weg-Information erläutern

Lernziel-ID 6031bed0-9baa-4f45-b2a5-57ffb00d39cc

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte

Komplementarität: Interferenz oder Weg-Info



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Komplementarität erläutern, indem sie die Sichtbarkeit von Interferenz mit verfügbarer Welcher-Weg-Information in Beziehung setzt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Interferenz einzelner Quantenobjekte mit Wahrscheinlichkeitsaussagen beschreiben

S. 381

1a1c09f0-96b7-4c33-a623-0e8101537876

Wird direkt vorausgesetzt von

Orts-Impuls-Unbestimmtheit und Grenzen des Bahnbegriffs begründen

S. 383

f6e5929f-d52a-42a4-a5d2-ff498ee7083f

Delayed-Choice-Experimente messkontextbezogen deuten

S. 384

8c97c234-a932-5e84-aed5-237b4e2a8336

Lokalität und Verschränkung einordnen

S. 386

b9fcbad4-a855-54b7-8017-4caac1e2ffb7

Quanteninterferometer mit Phasen und Weginformation deuten

S. 388

52b6722a-b3b2-5d2d-a507-0215532b0422

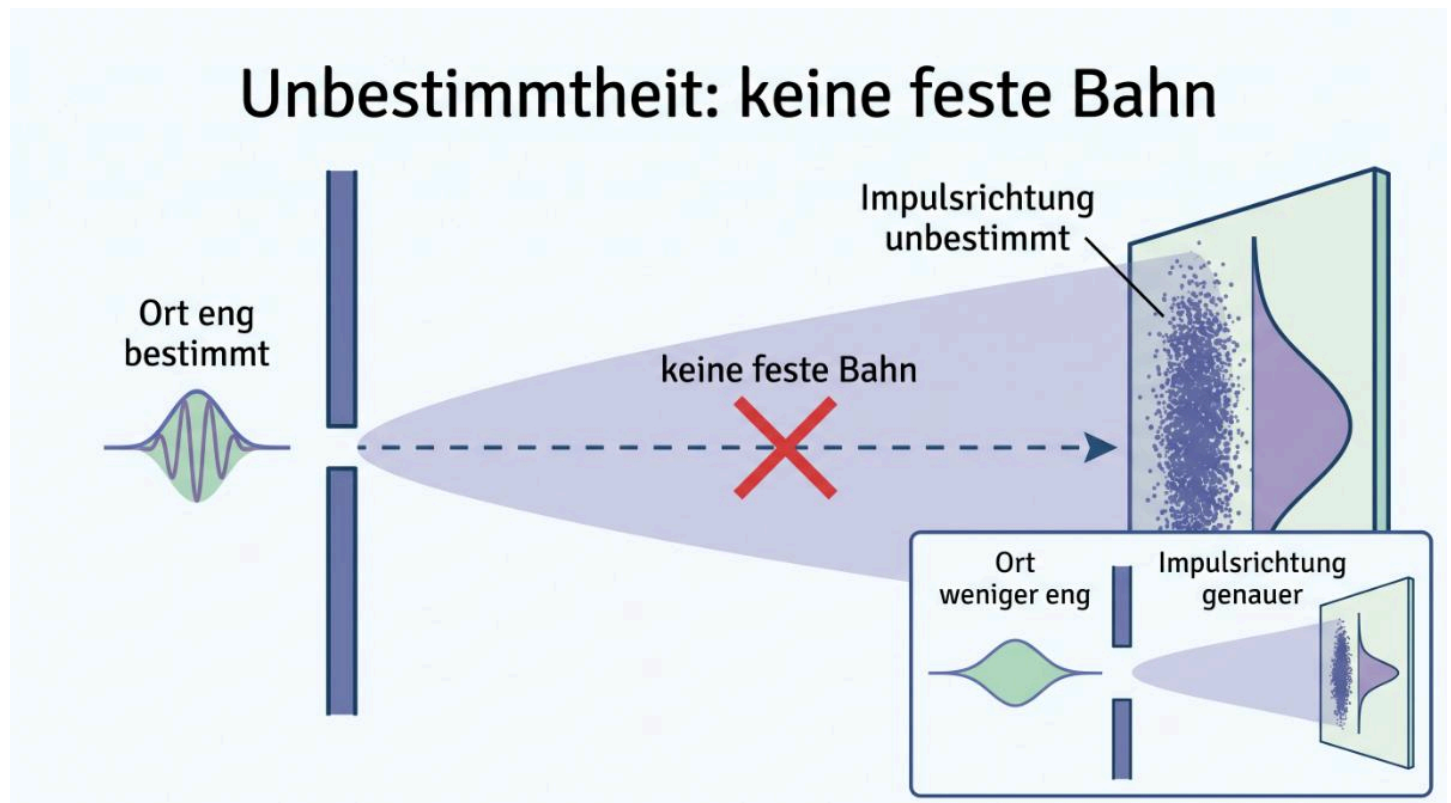
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Orts-Impuls-Unbestimmtheit und Grenzen des Bahnbegriffs begruenden

Lernziel-ID f6e5929f-d52a-42a4-a5d2-ff498ee7083f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Orts-Impuls-Unbestimmtheit qualitativ begruenden und daraus Grenzen des klassischen Bahnbegriffs fuer Quantenobjekte ableiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Komplementarität durch Interferenzfähigkeit und Welcher-Weg-Information erläutern

S. 382

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

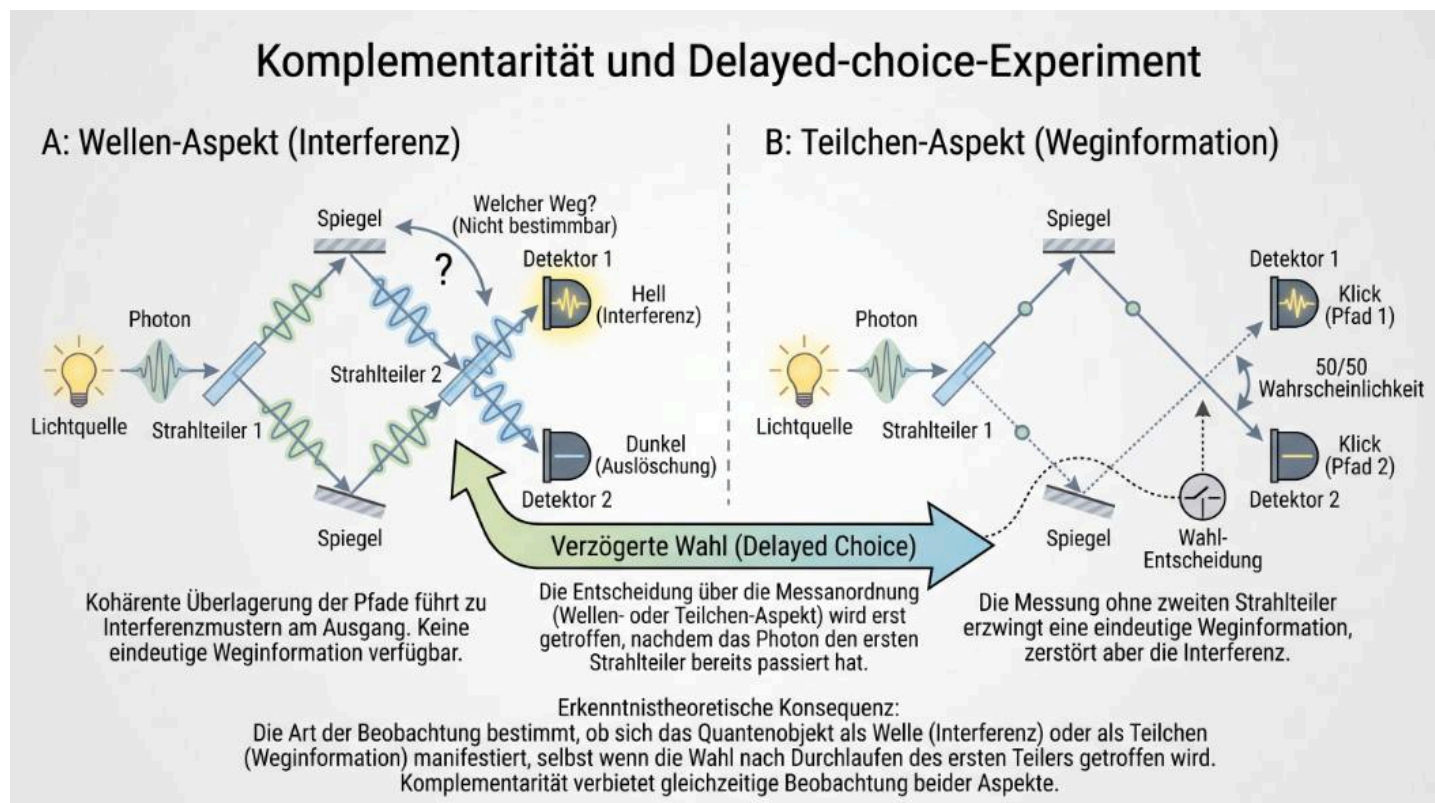
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Delayed-Choice-Experimente messkontextbezogen deuten

Lernziel-ID 8c97c234-a932-5e84-aed5-237b4e2a8336

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einem Delayed-Choice-Experiment erklären, wie die gewählte Messanordnung entweder Interferenzstatistik oder Weginformation zugänglich macht, und diesen experimentellen Befund von retrokausalen oder klassisch-ontologischen Deutungen unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Komplementarität durch Interferenzfähigkeit und Welcher-Weg-Information erläutern

6031bed0-9baa-4f45-b2a5-57ffb00d39cc

S. 382

Wird direkt vorausgesetzt von

Lokalität und Verschränkung einordnen

b9fcbad4-a855-54b7-8017-4caac1e2ff07

S. 386

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

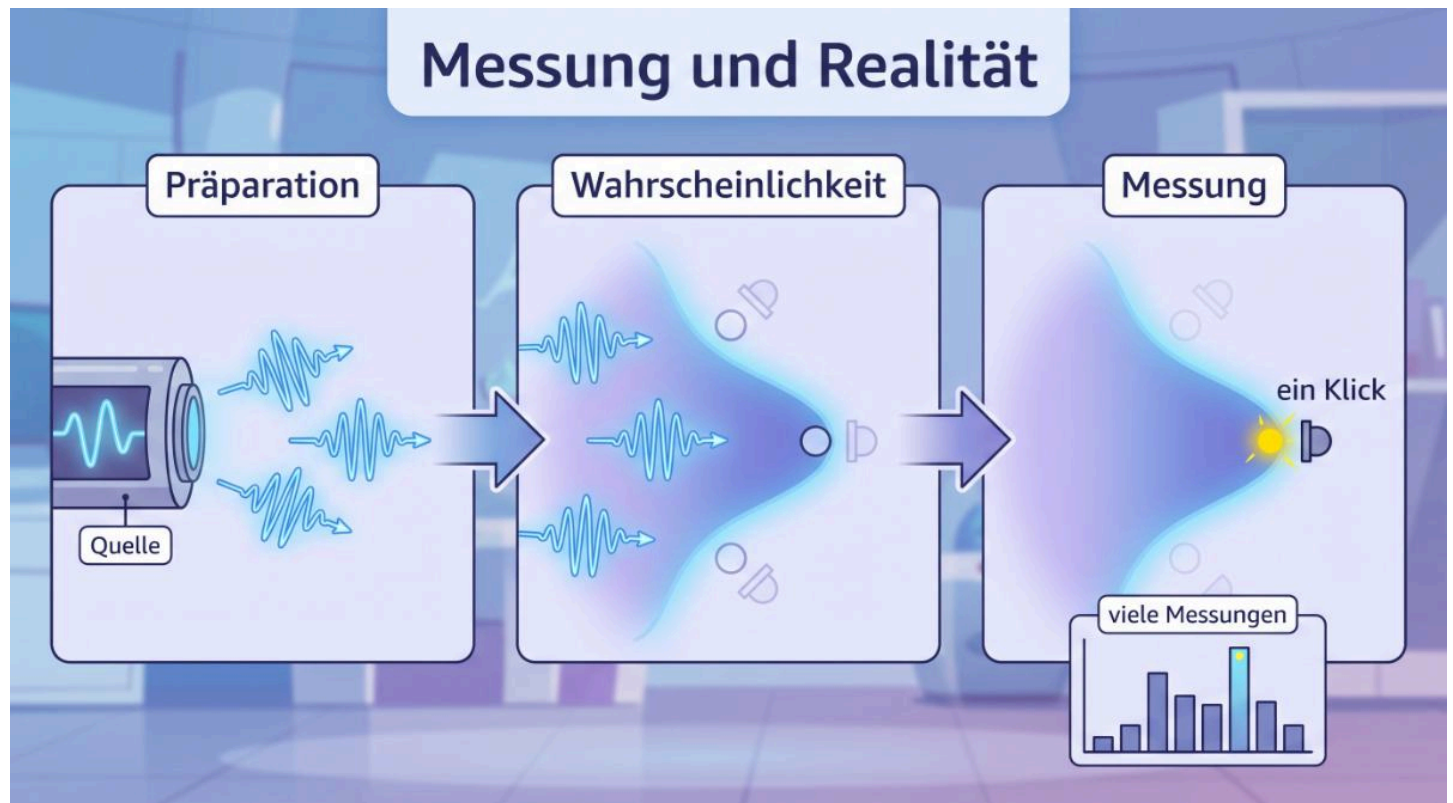
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Realitätsbegriff in der Quantenphysik diskutieren

Lernziel-ID 727d0946-7019-50ed-8fc6-85db12508733

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Realitätsbegriff in der Quantenphysik anhand von Messung, Praeparation und Wahrscheinlichkeitsaussagen fachlich diskutieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Das Messproblem in der Quantenphysik

b05da028-65e4-5cd1-a13c-6c1a95b6dfdf

S. 286

Wahrscheinlichkeitsaussagen statt klassischem Determinismus erläutern

5c57dbc7-d258-4aad-a84c-e773f3c493ae

S. 379

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Lokalität und Verschränkung einordnen

Lernziel-ID b9fcbad4-a855-54b7-8017-4caac1e2fffb7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Verschränkung als nichtklassische Korrelation zwischen räumlich getrennten Messungen erklären, erläutern, wie entsprechende Experimente lokale realistische Modelle begrenzen, und dies von überlichtschneller Signalübertragung unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Komplementarität durch Interferenzfähigkeit und Welcher-Weg-Information erläutern

S. 382

Delayed-Choice-Experimente messkontextbezogen deuten

S. 384

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

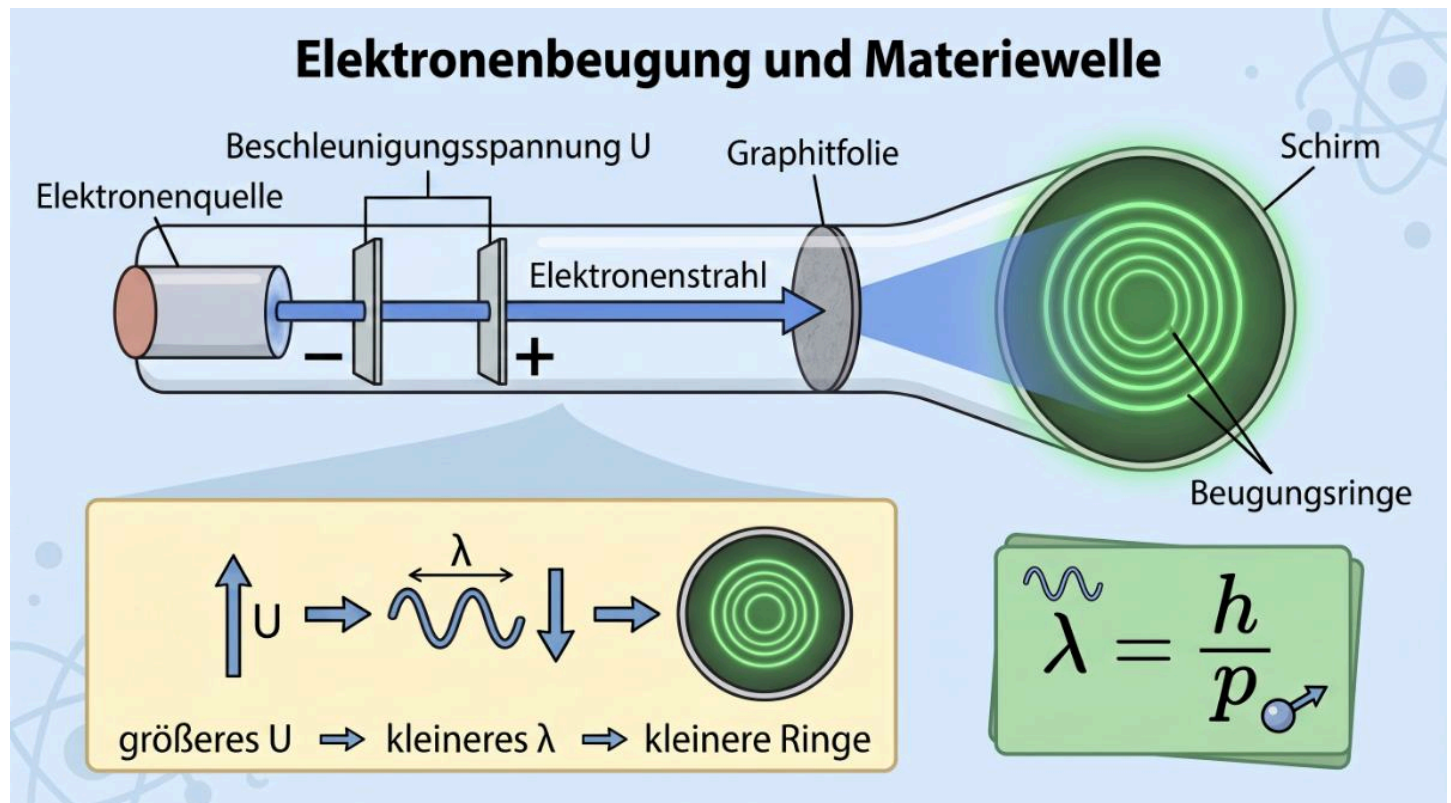
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Quantenobjekte, Unbestimmtheit und Messproblem](#) b585ff81-6332-5d11-ae63-ee6a9928c00d

Elektronenbeugung als Materiewellenexperiment auswerten

Lernziel-ID e296aba6-f407-5944-a2bd-e5296e4c9f06

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Aufbau und Funktion einer Elektronenbeugungsrohre beschreiben, Beugungsbilder deuten und aus Messdaten den Zusammenhang zwischen Impuls und De-Broglie-Wellenlänge erschliessen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

De-Broglie-Wellen

dfa53498-34f5-5326-9d94-87e7b528caf3

S. 269

Interferenzphänomene an Einzelspalt, Doppelspalt und Gitter experimentell untersuchen

c71315c1-f329-4289-a145-d99819da7bad

S. 368

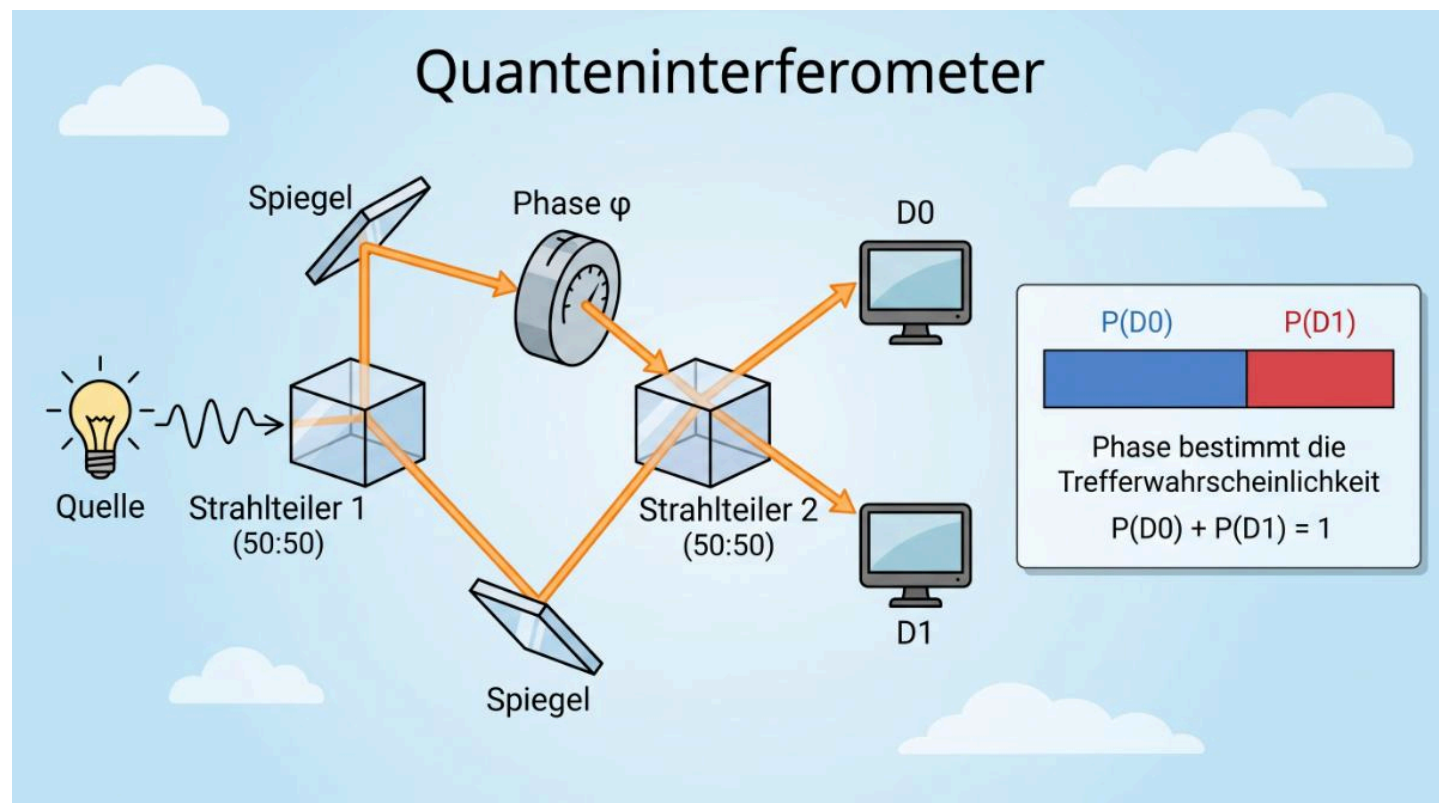
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Quanteninterferometer mit Phasen und Weginformation deuten

Lernziel-ID 52b6722a-b3b2-5d2d-a507-0215532b0422

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Quantenobjekte



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Interferenzexperimente mit einzelnen Photonen, etwa im Mach-Zehnder-Interferometer, mit Phasenbeziehungen, Zeigerdiagrammen und Weginformation deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Einzelphotonen-Interferenz

c5413852-abae-566b-b435-f9939209ca63

S. 272

Komplementarität durch Interferenzfähigkeit und Welcher-Weg-Information erläutern

6631bed0-9baa-4f45-b2a5-57ffb00d39cc

S. 382

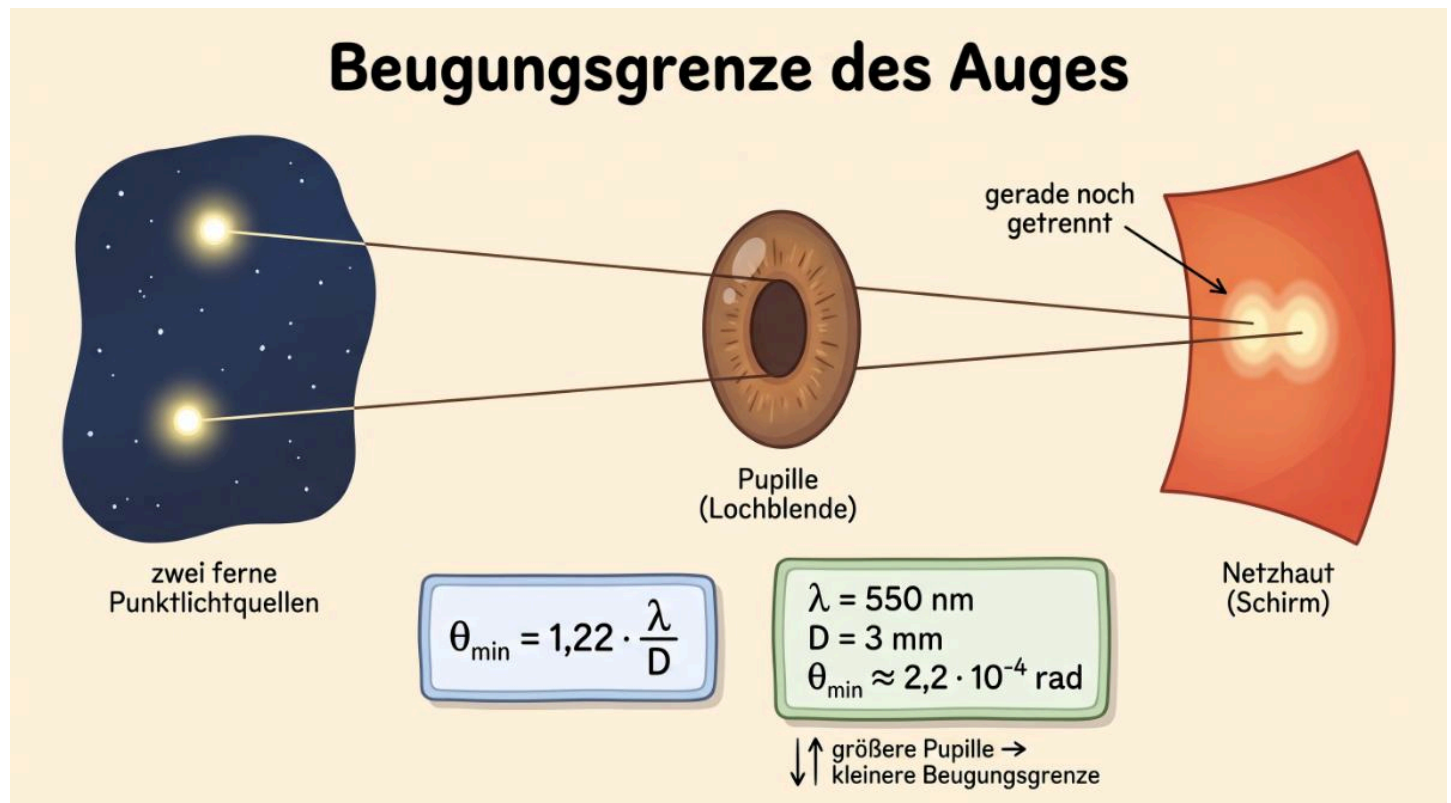
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Beugungsbegrenzte Winkelauflösung des Auges abschätzen

Lernziel-ID 41872413-497e-5b88-ac65-365ed7d9851f

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Fraunhofer-Beugung an einer Kreisblende nutzen, um aus Wellenlänge und Pupillendurchmesser die beugungsbegrenzte Winkelauflösung des Auges abzuschätzen, und diese ideale optische Grenze von biologischen Einflüssen auf die Sehschärfe unterscheiden.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Auflösungsvermögen optischer Instrumente

709e688c-eb07-5f83-a506-82c9bfe0d89f

S. 376

Wird direkt vorausgesetzt von

Auflösungsvermögen des Auges experimentell bestimmen

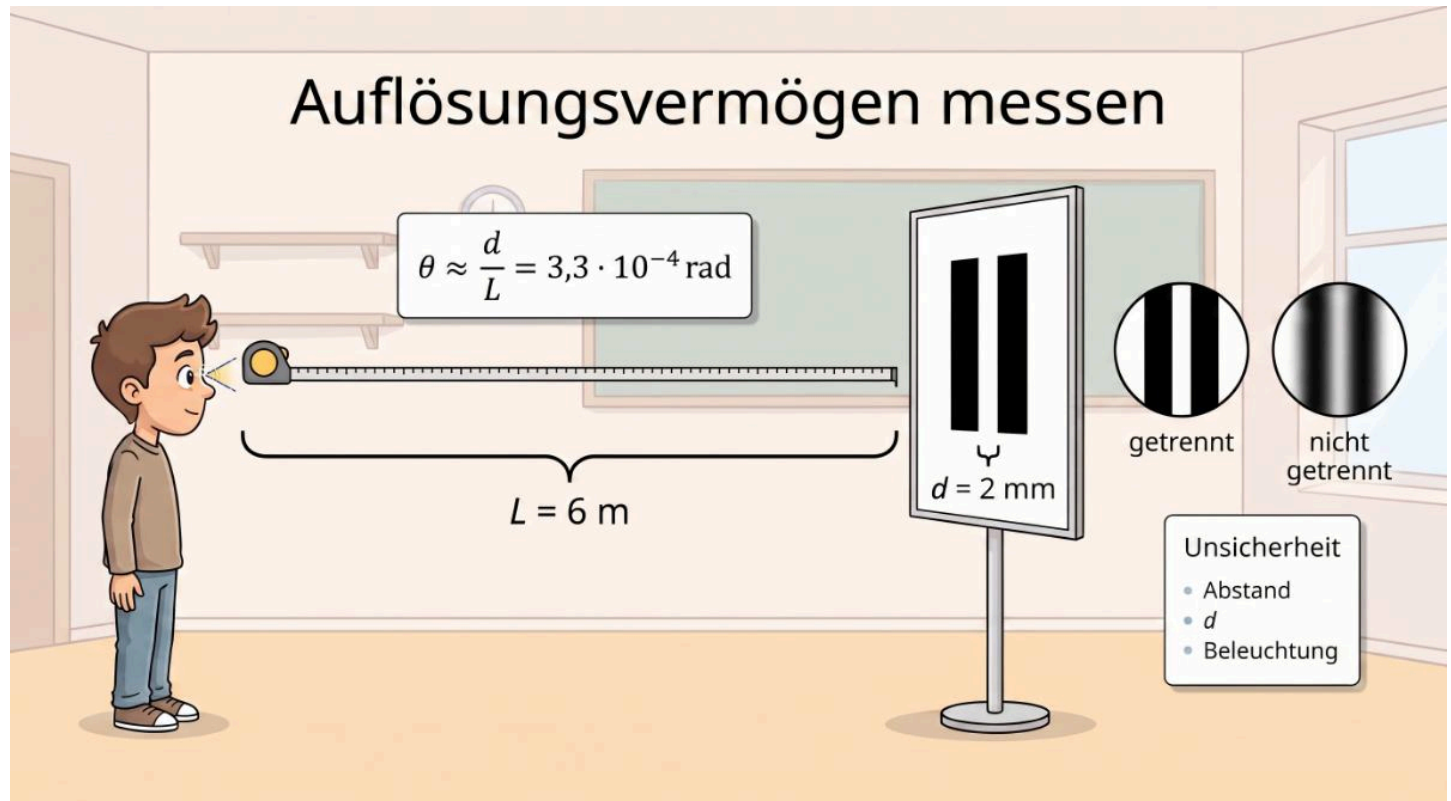
6d882aac-9658-5f0d-bf3d-9338f0143bbc

S. 390

Auflösungsvermögen des Auges experimentell bestimmen

Lernziel-ID 6d882aac-9658-5f0d-bf3d-9338f0143bbc

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Auflösungsvermögen des eigenen Auges mit einem sicheren Versuch und einem vorab festgelegten Trennkriterium bestimmen, das Ergebnis mit einer beugungsoptischen Abschätzung vergleichen und zufällige sowie systematische Messunsicherheiten diskutieren.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Messunsicherheiten angeben

f6b1d812-ce8b-5852-b417-e6c29b533c7a

S. 119

Beugungsbegrenzte Winkelauflösung des Auges abschätzen

41872413-497e-5b88-ac65-365ed7d9851f

S. 389

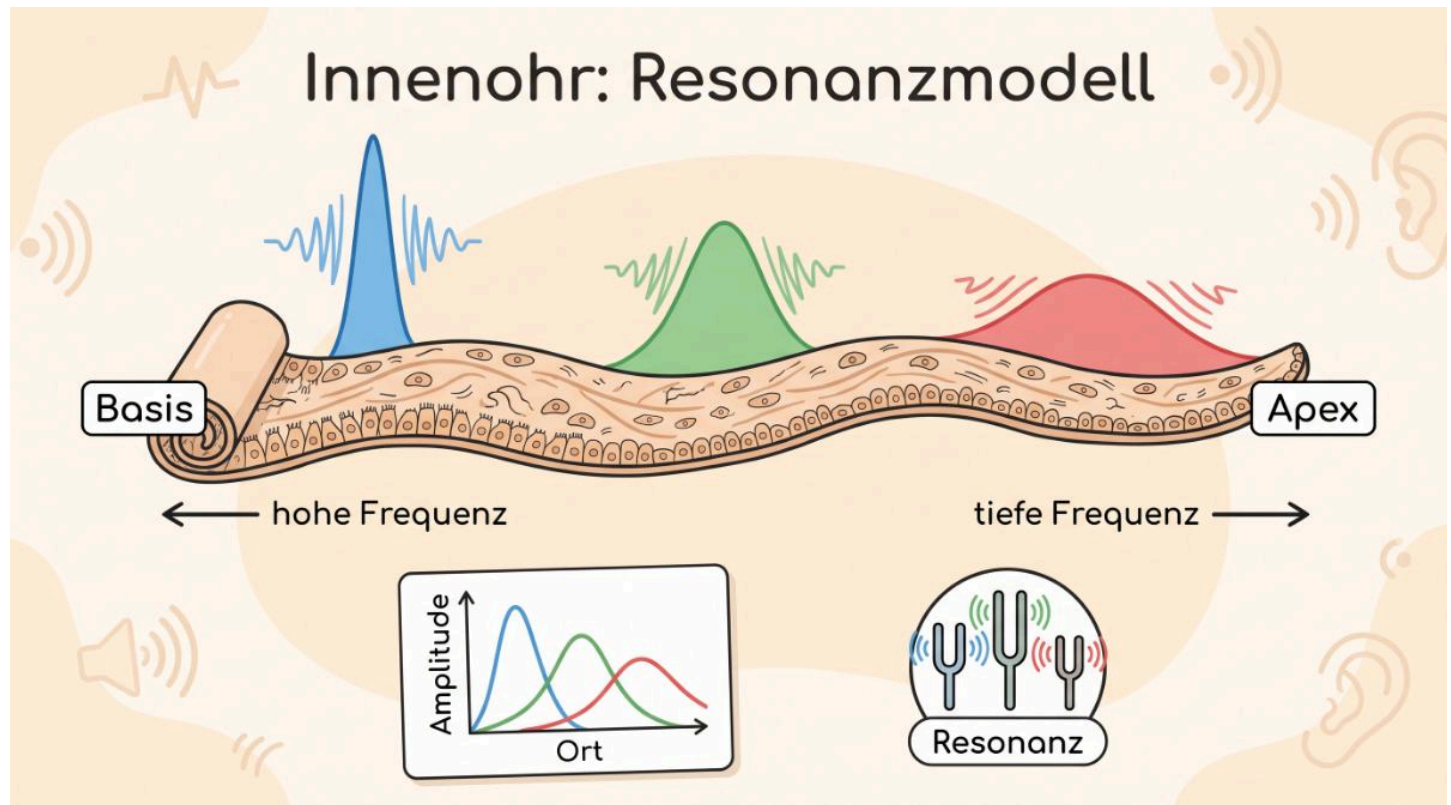
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Innenohr mit Resonanzmodellen erklären

Lernziel-ID bdaa56ad-6257-58a3-a633-8a6339f72f09

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die frequenzabhängige Schwingungsantwort der Basilarmembran mit mechanischen Resonanzmodellen erklären, den Ort des Antwortmaximums der Frequenz und die Schwingungsamplitude der mechanischen Antwortstärke zuordnen und das Modell von der nachfolgenden sensorischen und neuronalen Wahrnehmung abgrenzen.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Frequenzspektren von Tönen und Klängen analysieren

f06c581a-7157-584e-a692-99bcd613cff9

S. 204

Erzwungene Schwingungen und Resonanz

3efa0cda-f55b-5534-8fac-ffe1d312aed1

S. 353

Wird direkt vorausgesetzt von

Physikalische Prinzipien des Corti-Organ aus Quellen erschließen

09e058e9-f3ed-5046-b0e9-495b694bf2a1

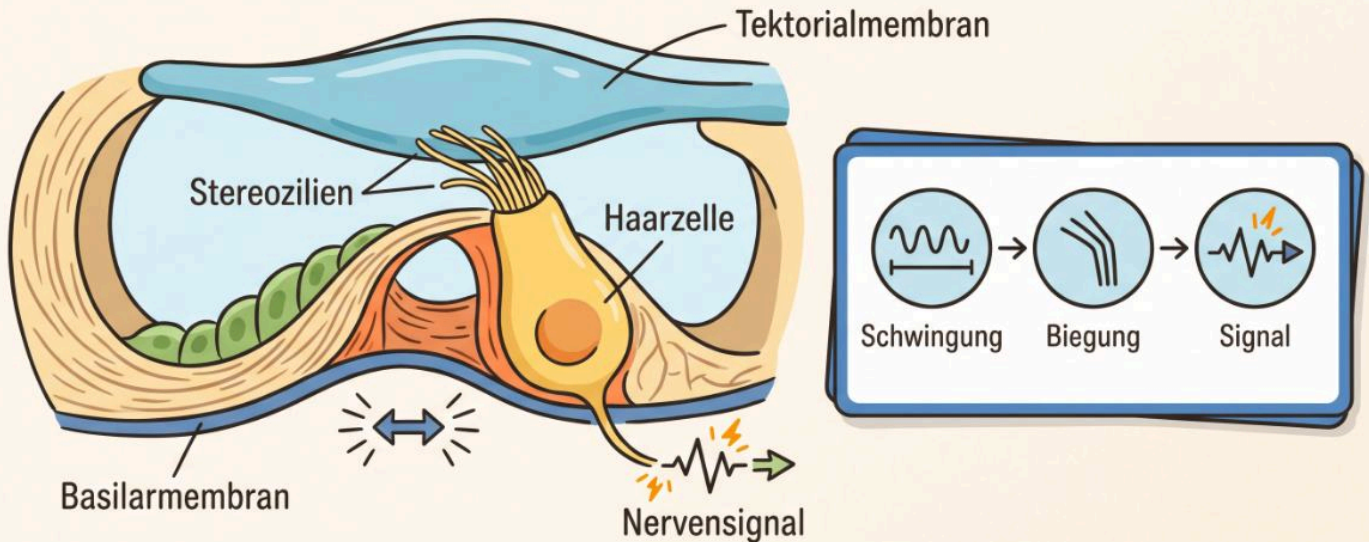
S. 392

Physikalische Prinzipien des Corti-Organs aus Quellen erschließen

Lernziel-ID 09e058e9-f3ed-5046-b0e9-495b694bf2a1

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe II > Biophysik

Corti-Organ: mechanisches Prinzip



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus vorgegebenen, belegten Quellen nachvollziehen, wie die Relativbewegung von Basilar- und Tectorialmembran die Stereozilien der Haarzellen auslenkt und dadurch mechanische Schwingungen in elektrische Rezeptorsignale überführt werden, die Grenzen dieser vereinfachten Wirkungskette kennzeichnen und die Erklärung fachsprachlich strukturiert präsentieren.

Geltung

BY: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Physikalische Informationen aus Quellen auswerten
d2e6f87d-795b-5631-a7cc-0bfb5dc5142e

S. 329

Innenohr mit Resonanzmodellen erklären
bdaa56ad-6257-58a3-a633-8a6339f72f09

S. 391

Wird direkt vorausgesetzt von

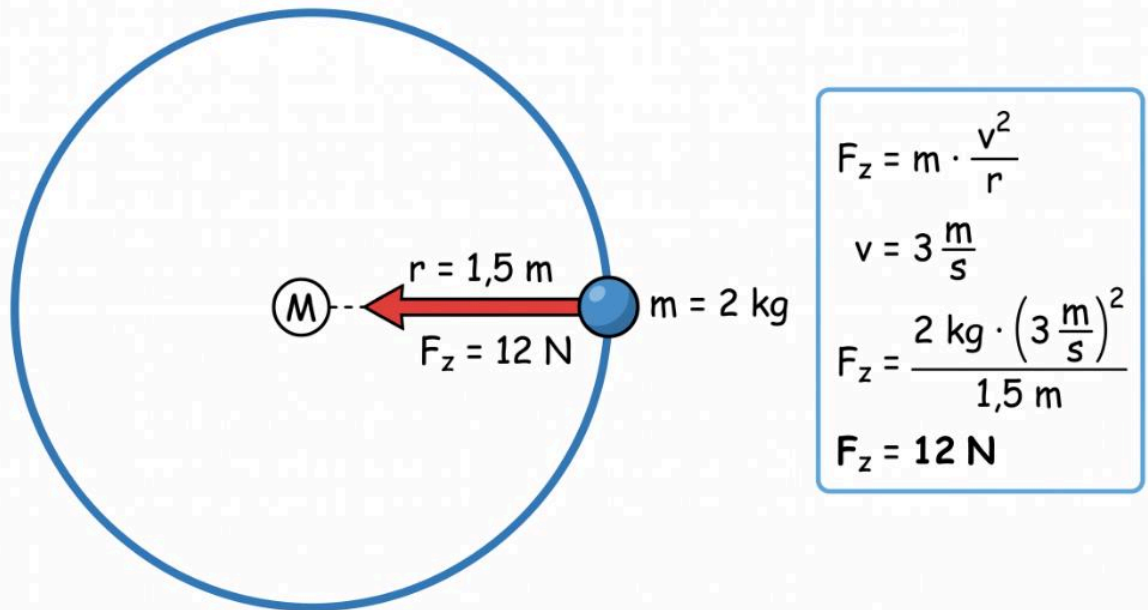
Keine

Kreisbewegung mit Zentripetalkraft anwenden

Lernziel-ID accb1d9e-cd48-5983-bcef-9b9bca4a9114

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Kreisbewegung anwenden



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann gleichförmige Kreisbewegungen mithilfe der Zentripetalkraft beschreiben und quantitativ analysieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zentripetalkraft als Resultierende herleiten

e918b31f-6f39-5dee-ade6-3617080fb24f

S. 98

Wird direkt vorausgesetzt von

Kurvenfahrten mit Haftreibung analysieren

e2da5eec-45de-5527-9ad7-16f41cacbe58

S. 394

Scheinkräfte in nicht-inertialen Systemen

39b2a0c4-eeef-5049-b58f-e790790a3bf2

S. 395

Drehmoment beschreiben

cf570e66-2ce2-5923-9033-c97d74119553

S. 396

Planetenbewegungen deuten

60211ac1-cbe1-5182-87ef-673a068c5b0a

S. 411

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Orbitaldynamik und Energiebilanz](#) 1b432223-3d59-5586-86a9-2214b4844101

[Kreisbewegung, Gravitation und Gasmodell](#) 5773ccbe-cd20-5ba0-99a5-7ccd5f42be51

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Überhöhte Kurve und Grenzgesehwindigkeiten](#) 8326bb17-e6ab-50ea-a965-aa331bfd33e1

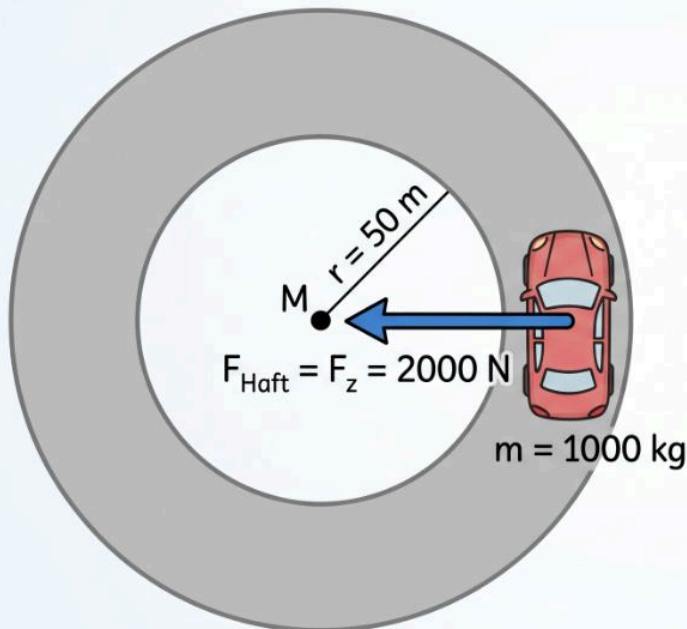
[Prüfungsaufgabe: Eine Kurvenfahrt mit Zentripetalkraft analysieren](#) b1808b4c-5e02-5e1f-831f-47ee126e00ee

Kurvenfahrten mit Haftreibung analysieren

Lernziel-ID e2da5eec-45de-5527-9ad7-16f41cacbe58

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Waagerechter Wurf und Kreisbewegung > Kreisbewegungen und Zentripetalkraft

Kurvenfahrt mit Haftreibung



- $F_z = m \cdot \frac{v^2}{r}$
- $v = 10 \text{ m/s}$
- $F_z = \frac{1000 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s})^2}{50 \text{ m}} = 2000 \text{ N}$
- $F_{\text{Haft,max}} = \mu \cdot m \cdot g$
- $0,5 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 5000 \text{ N}$
- $2000 \text{ N} < 5000 \text{ N}$: Kurve möglich

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann einfache Situationen wie Kurvenfahrten mit Haftreibung mithilfe der Zentripetalkraft quantitativ analysieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Reibungskräfte qualitativ verstehen

5fd45dbc-0eb1-591b-99a9-7386336f1456

S. 101

Kreisbewegung mit Zentripetalkraft anwenden

accb1d9e-cd48-5983-bcef-9b9bca4a9114

S. 393

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kreisbewegung, Gravitation und Gasmodell](#)

5773ccbe-cd20-5ba0-99a5-7ccd5f42be51

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik](#)

[selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Überhöhte Kurve und](#)

[Grenzgeschwindigkeiten](#) 8320bb17-e6ab-59ea-a965-aa331bfd33e1

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit](#)

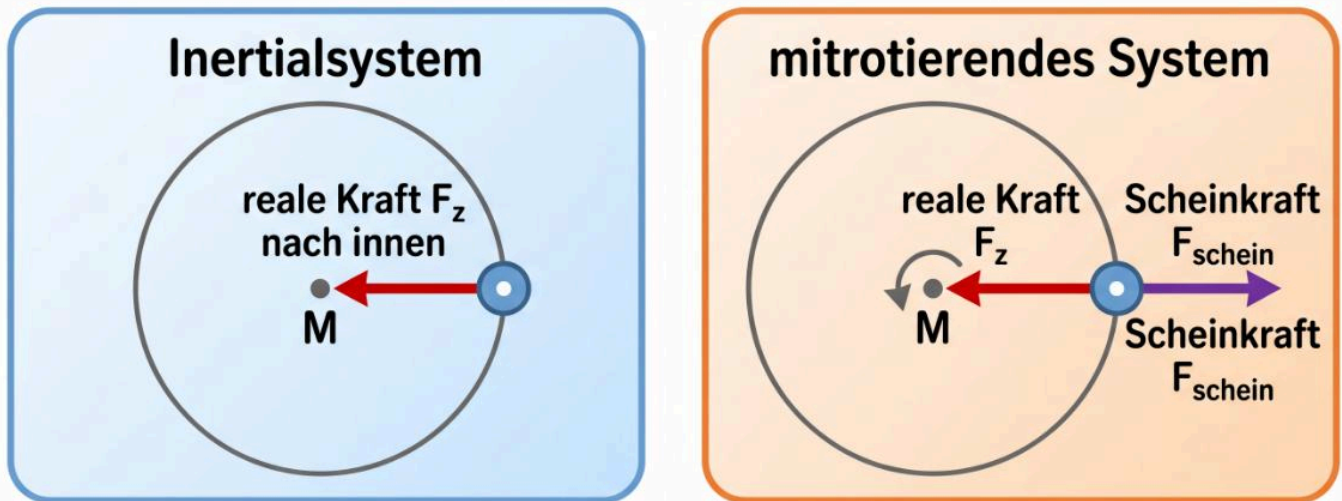
[Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

Scheinkräfte in nicht-inertialen Systemen

Lernziel-ID 39b2a0c4-eecf-5049-b58f-e790790a3bf2

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Waagerechter Wurf und Kreisbewegung > Kreisbewegungen und Zentripetalkraft

Scheinkräfte im rotierenden System



**Scheinkraft nur im beschleunigten Bezugssystem
im Inertialsystem keine reale Kraft nach aussen**

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Scheinkräfte in beschleunigten Bezugssystemen qualitativ erklären und typische Beispiele wie Kreisbewegungen in rotierenden Systemen deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kreisbewegung mit Zentripetalkraft anwenden

accb1d9e-cd48-5983-bcef-9b9bca4a9114

S. 393

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

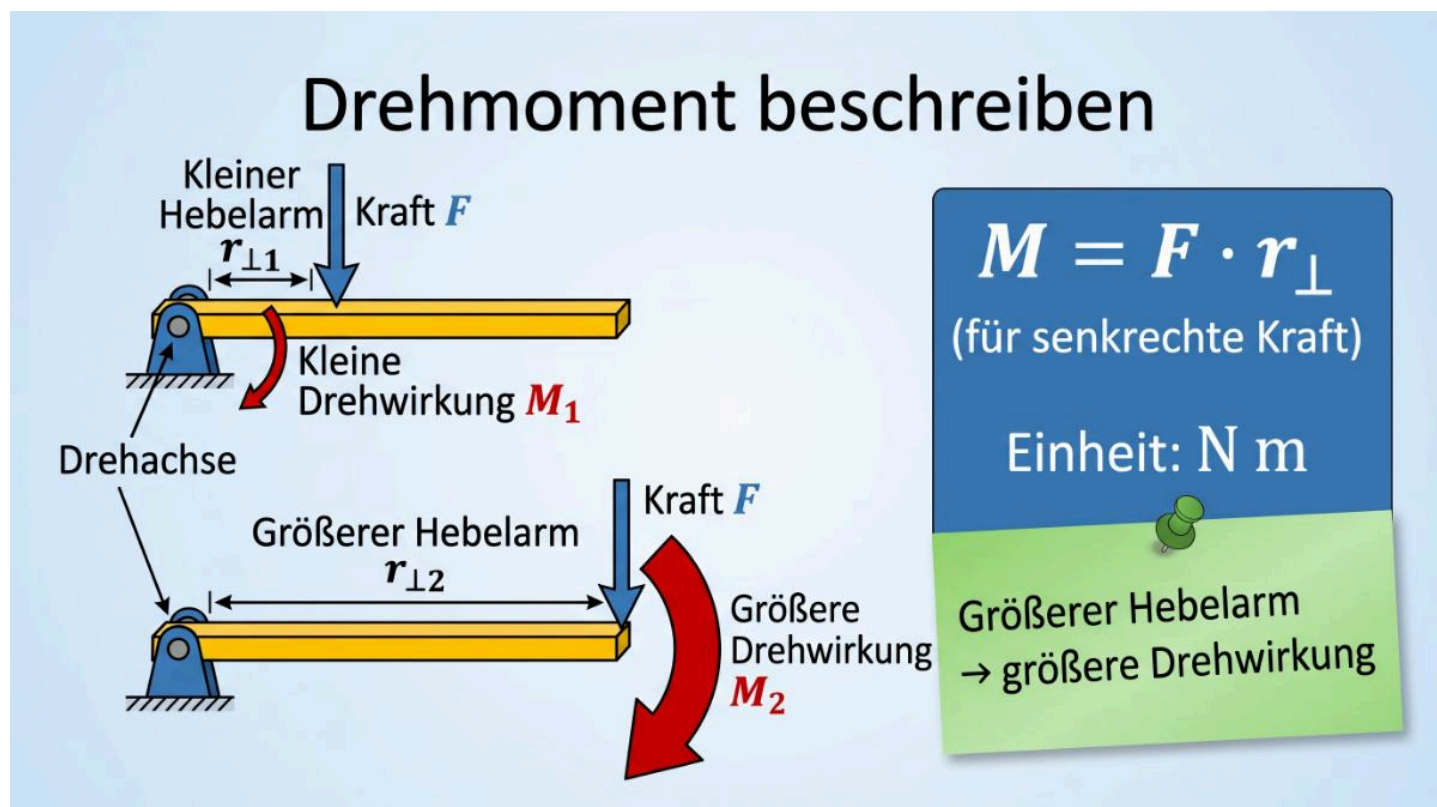
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

Drehmoment beschreiben

Lernziel-ID cf570e66-2ce2-5923-9033-c97d74119553

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Drehmoment als Maß für die Drehwirkung einer Kraft definieren, berechnen und an einfachen Hebel- und Alltagsbeispielen anwenden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kreisbewegung mit Zentripetalkraft anwenden

accb1d9e-cd48-5983-bcef-9b9bca4a9114

S. 393

Wird direkt vorausgesetzt von

Drehimpuls als Erhaltungsgröße

37f17e7e-9fcf-5dca-ac10-e94cb8420be5

S. 397

Drehmoment auf Magnetnadeln und Dipole

d02438ba-0cc9-5993-831e-5e44d35e32c4

S. 405

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

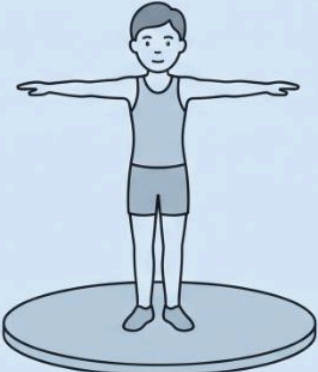
Drehimpuls als Erhaltungsgröße

Lernziel-ID 37f17e7e-9fcf-5dca-ac10-e94cb8420be5

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen

Drehimpuls erhalten

VORHER



Arme weit außen:
 I groß, ω klein

$L_1 = I_1 \cdot \omega_1$

$$L = I \cdot \omega$$

Drehimpuls = Trägheitsmoment · Winkelgeschwindigkeit

$$M_{\text{ext}} = 0 \rightarrow L = \text{konstant}$$

ohne äußeres Drehmoment
bleibt der Drehimpuls erhalten

$$I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2$$

NACHHER



Arme nah am Körper:
 I klein, ω groß

$L_2 = I_2 \cdot \omega_2$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Drehimpuls definieren, seine Erhaltung bei drehmomentfreien Vorgängen erläutern und einfache Beispiele (z. B. Pirouette) qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Impulserhaltung 839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824	S. 95	Drehmoment beschreiben cf570e66-2ce2-5923-9033-c97d74119553	S. 396
--	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Trägheitsmoment und Rotationsenergie 642aebd7-66cd-5a50-b543-73c4b207525d	S. 398	Pirouetten mit Drehimpuls deuten 21c0a5f2-4152-549a-aa9c-e02ab772f589	S. 402
---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Trägheitsmoment und Rotationsenergie

Lernziel-ID 642aebd7-66cd-5a50-b543-73c4b207525d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen

Trägheitsmoment und Rotationsenergie



Masse nahe an der Achse: kleineres I

Masse weiter außen: größeres I

I hängt von Massenverteilung und Drehachse ab

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$

I = Trägheitsmoment

ω = Winkelgeschwindigkeit

Zusammenhang Rotationsenergie	
gleiches ω , größeres I	 → größere Rotationsenergie
gleiches I , größeres ω	 → deutlich größere Rotationsenergie

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Begriff des Trägheitsmoments qualitativ erklären, einfache Beispiele vergleichen und den Zusammenhang mit Rotationsenergie herstellen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Drehimpuls als Erhaltungsgröße S. 397
37f17e7e-9fcf-5dca-ac10-e94cb8420be5

Wird direkt vorausgesetzt von

Rotationsenergie bestimmen 5a951a0b-fd6c-51a1-9ffb-2a34ed6d3931	S. 399	Mittleres Beschleunigungsmoment bestimmen c2c3cdc5-3e87-47c4-89fd-4eb2c5c2f2ea	S. 400	Präzessionsbewegungen erklären b49e0f6b-df2a-5643-b3ce-a9ddf25f3bc	S. 401
--	--------	---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026 [Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

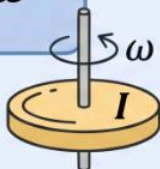
Rotationsenergie bestimmen

Lernziel-ID 5a951a0b-fd6c-51a1-9ffb-2a34ed6d3931

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen

Rotationsenergie und Beschleunigungsmoment berechnen

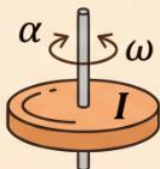
Rotationsenergie (E_{rot})

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$


Einheiten: E_{rot} in J, I in kg m^2 , ω in rad/s

Größen	Berechnet
$I = 0,50 \text{ kg m}^2$ $\omega = 4,0 \text{ rad/s}$	$E_{\text{rot}} = 4,0 \text{ J}$

Beschleunigungsmoment (M)

$$M = I \cdot \alpha$$
$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$


Einheiten: M in N m , α in rad/s^2 , t in s

Größen	Berechnet
$I = 0,50 \text{ kg m}^2$ $\alpha = 2,0 \text{ rad/s}^2$	$M = 1,0 \text{ N m}$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Trägheitsmoment und Winkelgeschwindigkeit die Rotationsenergie bestimmen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Trägheitsmoment und Rotationsenergie](#)

642aebd7-66cd-5a50-b543-73c4b207525d

S. 398

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Drehbewegungen in Sport und Technik anwenden](#) 6d25344c-35d7-5853-925d-2bccbaf50630

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Mittleres Beschleunigungsmoment bestimmen

Lernziel-ID c2c3cdc5-3e87-47c4-89fd-4eb2c5c2f2ea

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen

Mittleres Beschleunigungsmoment

$$\overline{M}_{\text{res}} = I \cdot \bar{\alpha}$$

Feste Achse · konstantes Trägheitsmoment I

Mittleres resultierendes Drehmoment aus mittlerer Winkelbeschleunigung

Drei Beispiele: $I = 2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ und zunächst $\omega > 0$.

In jedem Beispiel ist α zeitlich konstant.



Beschleunigen

$\alpha(t) = +3 \text{ rad/s}^2$, konstant

$$\overline{M}_{\text{res}} = +6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Die positive Drehung wird schneller.



Gleichförmig drehen

$\alpha(t) = 0$, konstant

$$\overline{M}_{\text{res}} = 0$$

Hier bleibt ω zu jedem Zeitpunkt gleich.



Bremsen

$\alpha(t) = -3 \text{ rad/s}^2$, konstant

$$\overline{M}_{\text{res}} = -6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Die positive Drehung wird langsamer – bis zum Stillstand.

Allgemein gilt: Ein Mittelwert null allein bedeutet nicht gleichförmige Drehung.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei konstantem Trägheitsmoment aus einer vorgegebenen mittleren Winkelbeschleunigung das mittlere resultierende Drehmoment bestimmen und seine beschleunigende oder bremsende Wirkung deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Trägheitsmoment und Rotationsenergie

642aebd7-66cd-5a50-b543-73c4b207525d

S. 398

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Drehbewegungen in Sport und Technik anwenden](#) 6d25344c-35d7-5853-925d-2bccbaf50630

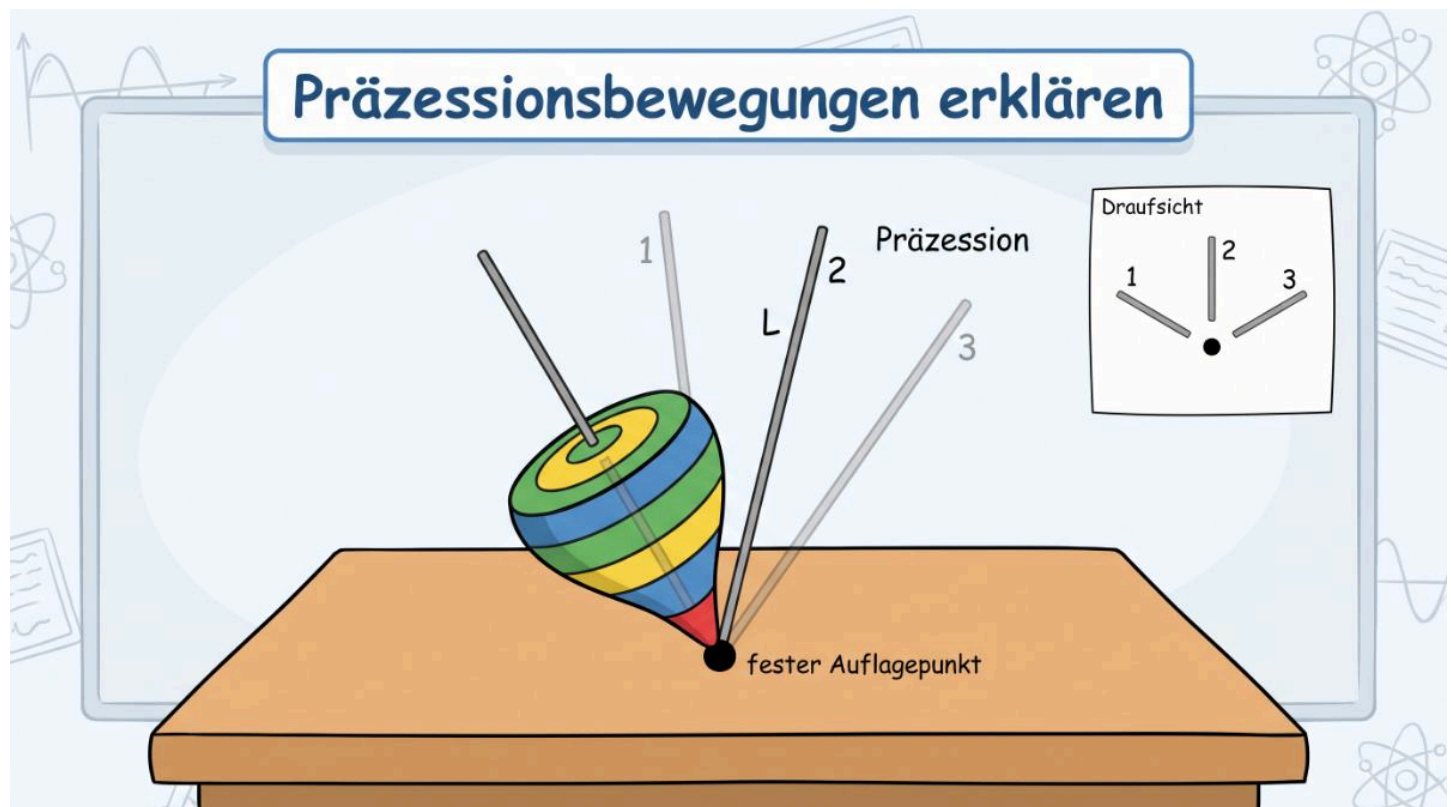
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Präzessionsbewegungen erklären

Lernziel-ID b49e0f6b-df2a-5643-b3ce-a9dfdf25f3bc

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Präzession von Kreiseln oder Gyroskopen qualitativ als Änderung der Drehimpulsrichtung durch ein äußeres Drehmoment erklären und von der Drehimpulserhaltung ohne äußeres Drehmoment abgrenzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Trägheitsmoment und Rotationsenergie

642aebd7-66cd-5a50-b543-73c4b207525d

S. 398

Wird direkt vorausgesetzt von

Fahrraddynamik mit Kreiselwirkung erklären

8daaf751-93fe-56d9-8697-ac30237061bd

S. 403

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

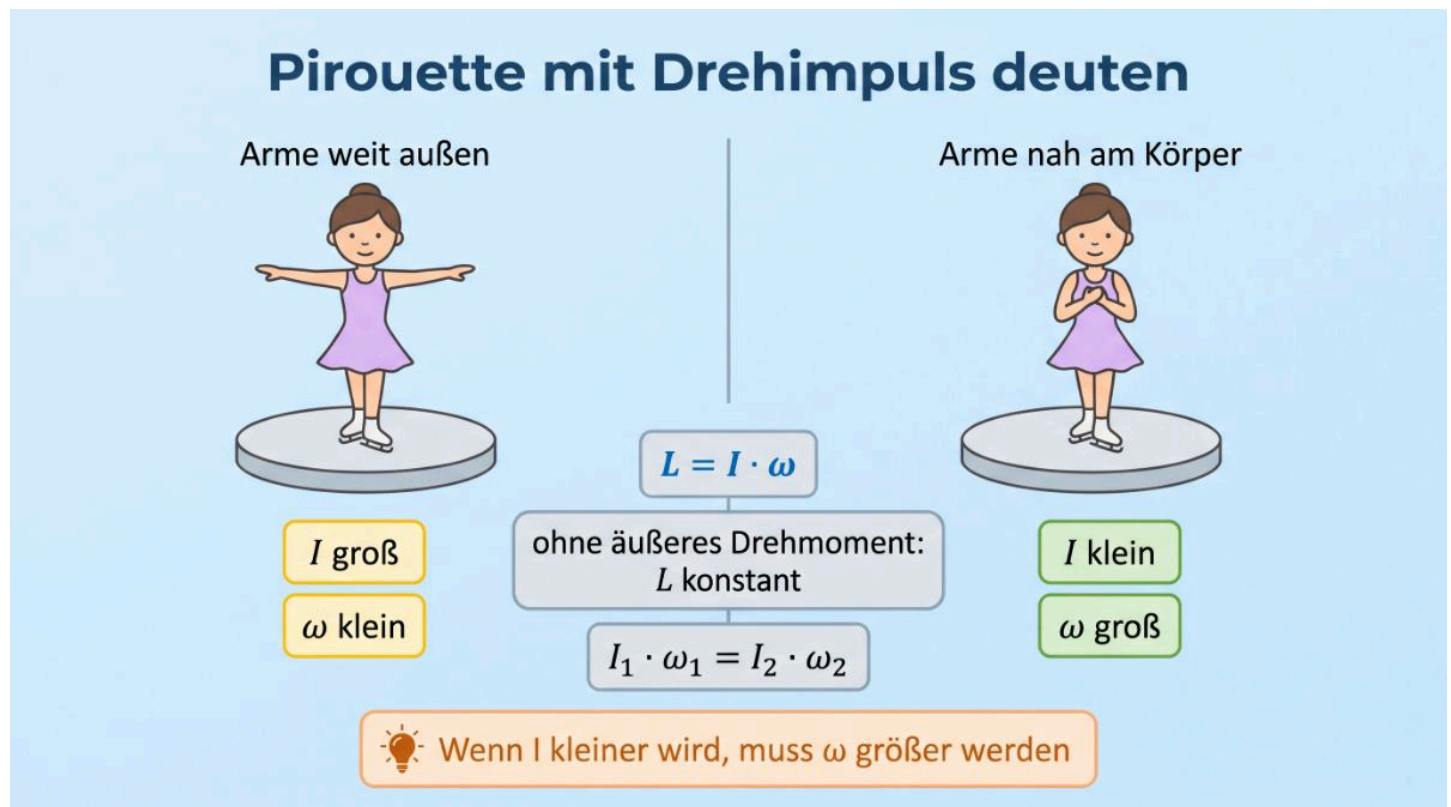
[Drehbewegungen in Sport und Technik anwenden](#) 6d25344c-35d7-5853-925d-2bccbaf50630

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Pirouetten mit Drehimpuls deuten

Lernziel-ID 21c0a5f2-4152-549a-aa9c-e02ab772f589

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen > Anwendungsbeispiele für Drehbewegungen deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Pirouetten durch Erhaltung des Drehimpulses und Änderungen des Trägheitsmoments qualitativ erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Drehimpuls als Erhaltungsgröße

37f17e7e-9fcf-5dca-ac10-e94cb8420be5

S. 397

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Drehbewegungen in Sport und Technik anwenden](#) 6d25344c-35d7-5853-925d-2bccbaf59630

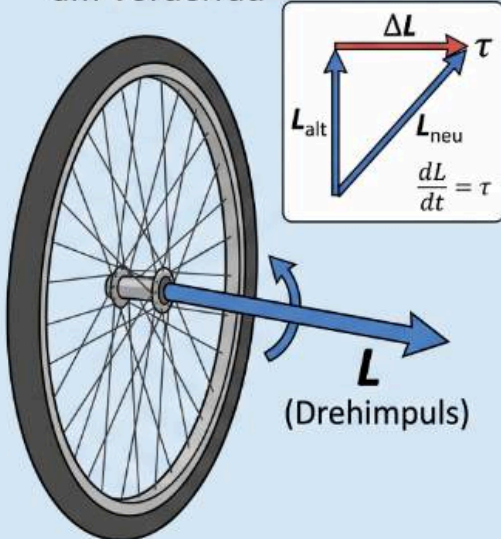
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Fahrraddynamik mit Kreiselwirkung erklären

Lernziel-ID 8daaf751-93fe-56d9-8697-ac30237061bd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen > Anwendungsbeispiele für Drehbewegungen deuten

Fahrraddynamik mit Kreiselwirkung erklären

- 1. Kreiselprinzip am Vorderrad**


ΔL
 τ
 L_{alt}
 L_{neu}
 $\frac{dL}{dt} = \tau$
 L (Drehimpuls)
- 2. Beginnende Neigung**


Neigung
- 3. Lenken & Stabilisierung**


Lenken
- 4. Aufrechte Fahrt & Fazit**


„Zunächst in Richtung der Neigung lenken: Der Aufstandspunkt gelangt wieder unter den Schwerpunkt.“
Schwerpunkt
Aufstandspunkt

„Kreiselwirkung ist ein Beitrag, nicht die einzige Ursache der Stabilität.“

Weitere Beiträge: Nachlauf, Massenverteilung

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Stabilität und Lenkverhalten von Fahrrädern mit Drehmomenten und Kreiselwirkung qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Präzessionsbewegungen erklären](#)

b49e0f6b-df2a-5643-b3ce-a9dfdf25f3bc

S. 401

Wird direkt vorausgesetzt von

[Kreiselstabilisierung technisch begründen](#)

07f298b2-2f5e-5b16-8156-bc603fa78ecd

S. 404

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Drehbewegungen in Sport und Technik anwenden](#) 6d25344c-35d7-5853-925d-2bccbaf50639

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Kreiselstabilisierung technisch begründen

Lernziel-ID 07f298b2-2f5e-5b16-8150-bc603fa78ecd

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Drehbewegungen > Anwendungsbeispiele für Drehbewegungen deuten

Kreiselstabilisierung technisch begründen

Begründung durch Drehimpuls- und Drehmomentargumente

ΔL (Änderung)

$\Delta L = \tau \cdot \Delta t$

τ (Drehmoment)

$\frac{dL}{dt} = \tau$

$L = I \cdot \omega$

L_{alt} (Drehimpuls, alt)

L_{neu} (Drehimpuls, neu)

Präzession (Wirkung von τ)

Schritt 1: Ausgangszustand.

Schritt 2: Drehmoment wirkt.

Schritt 3: Ausweichbewegung.

τ (Kippmoment, z.B. Schwerkraft)

Ausweichen $\perp$ zur Störung

ΔL

L_{neu}

Anwendungsbeispiel: Kompakter Stabilisator (Gimbal)

Störung (z.B. Handzittern)

Gegenmoment durch Präzession

Gegeneffekt stabilisiert Kamera

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Kreiselstabilisierung in technischen Anwendungen mithilfe von Drehimpuls- und Drehmomentargumenten begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Fahrraddynamik mit Kreiselwirkung erklären

8daaf751-93fe-56d9-8697-ac30237061bd

S. 403

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

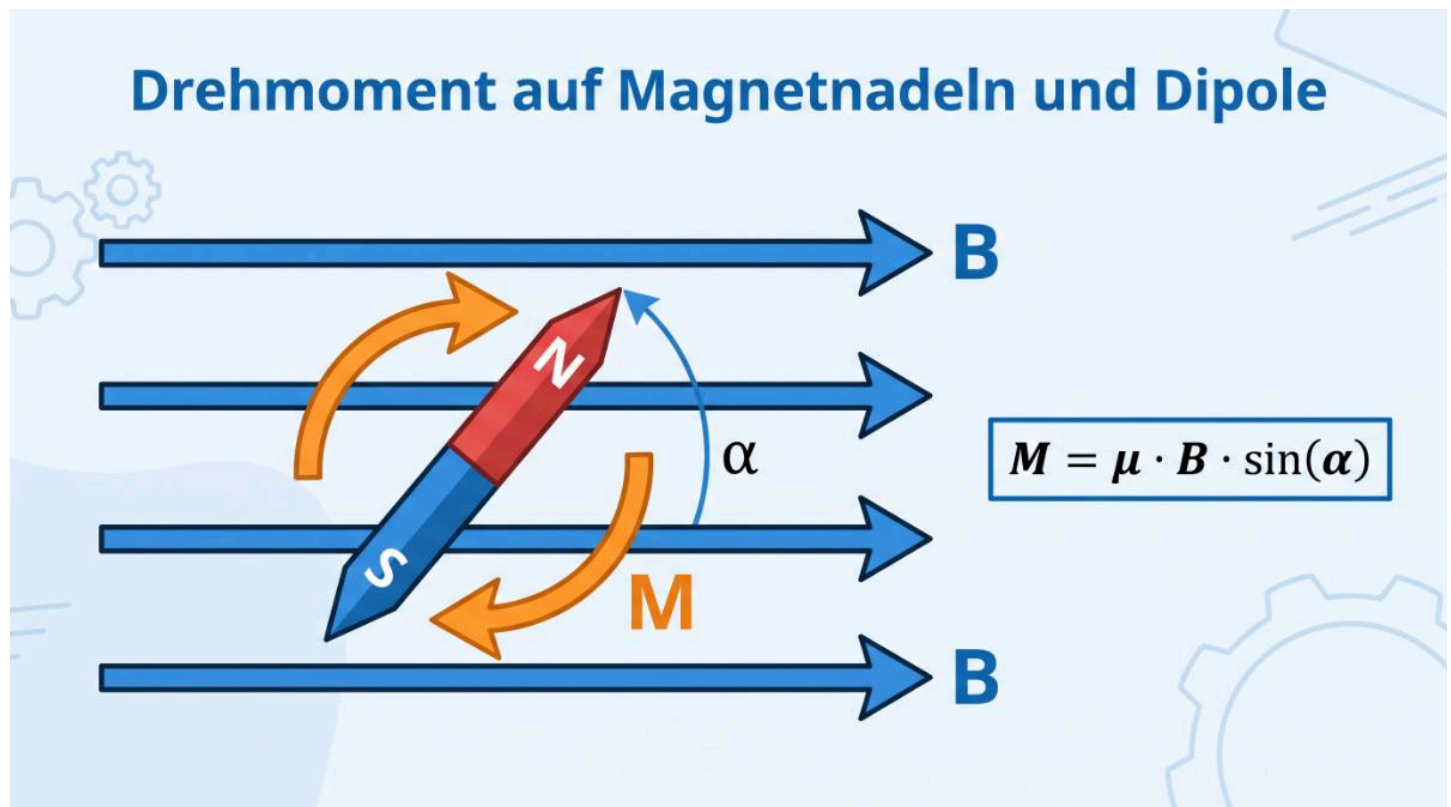
[Drehbewegungen in Sport und Technik anwenden](#) 6d25344c-35d7-5853-925d-2bccbaf59630

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Drehmoment auf Magnethadeln und Dipole

Lernziel-ID d02438ba-0cc9-5993-831e-5e44d35e32c4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld > Mikroskopische und makroskopische Wirkung magnetischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Drehmoment auf Magnethadeln und magnetische Dipole im homogenen Feld mit $M = \mu \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ berechnen und die Ausrichtung im Feld fachlich begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. II · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kraft auf stromdurchflossene Leiter c6355a22-24cf-5d8b-88af-ea11711460fb	S. 129	Drehmoment beschreiben cf570e66-2ce2-5923-9033-c97d74119553	S. 396
--	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Gaußsches Verfahren anwenden 58db62d4-458f-5e2d-9ca8-968e09f4944b	S. 406
---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

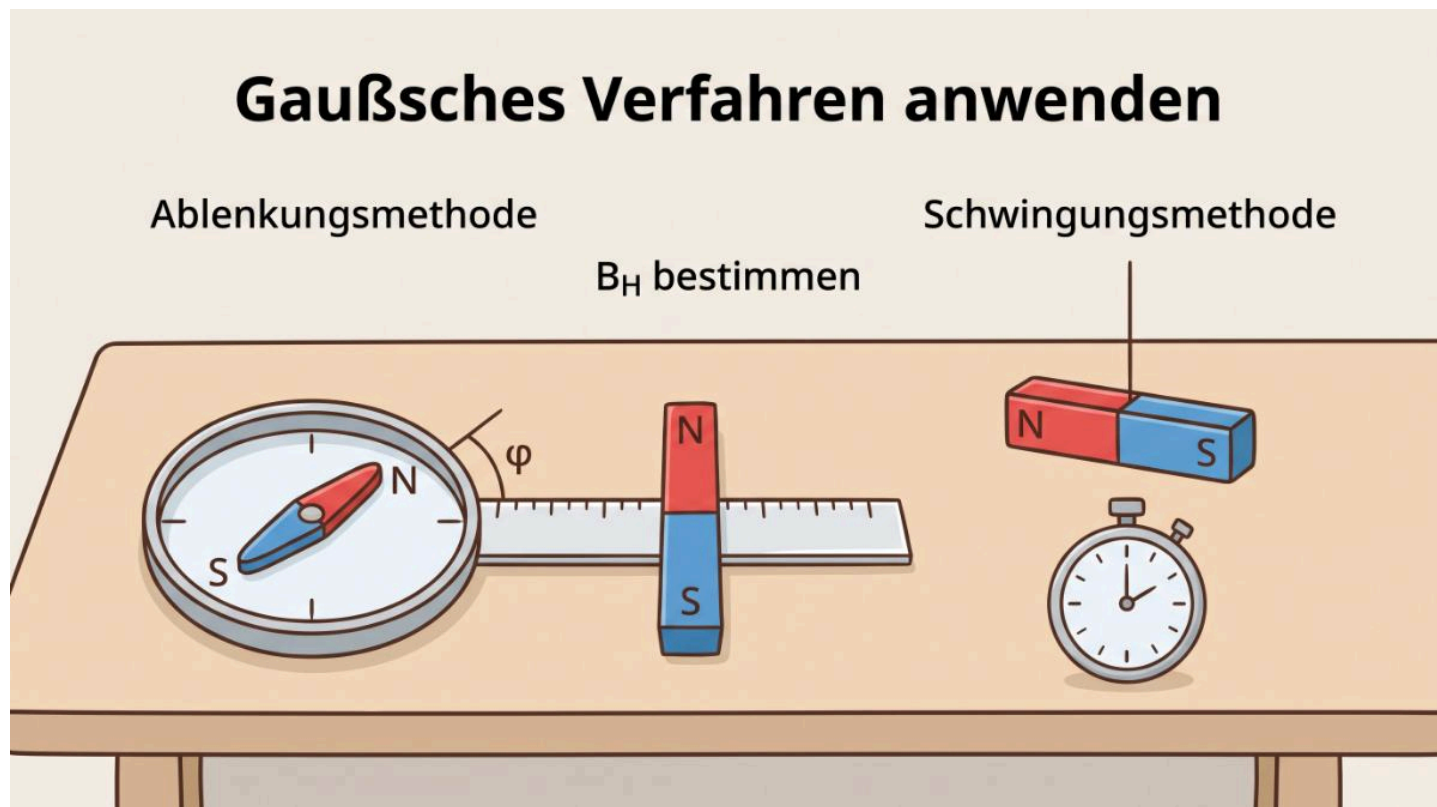
[Magnetische Messverfahren und Technik](#) d8442d03-8b7e-54b7-9d9a-dc31ce541daa

Gaußsches Verfahren anwenden

Lernziel-ID 58db62d4-458f-5e2d-9ca0-968e09f4944b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q1 Elektrisches und magnetisches Feld > Magnetisches Feld >

Technische Anwendungen magnetischer Felder



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Messverfahren von Gauß (Ablenkungsmethode in Hauptlage und Schwingungsmethode) zur Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetfeldes beschreiben und anwenden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Drehmoment auf Magnetnadeln und Dipole

d02438ba-0cc9-5993-831e-5e44d35e32c4

S. 405

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q1-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) d441ee2f-9230-5751-832b-5b0b5cf14605

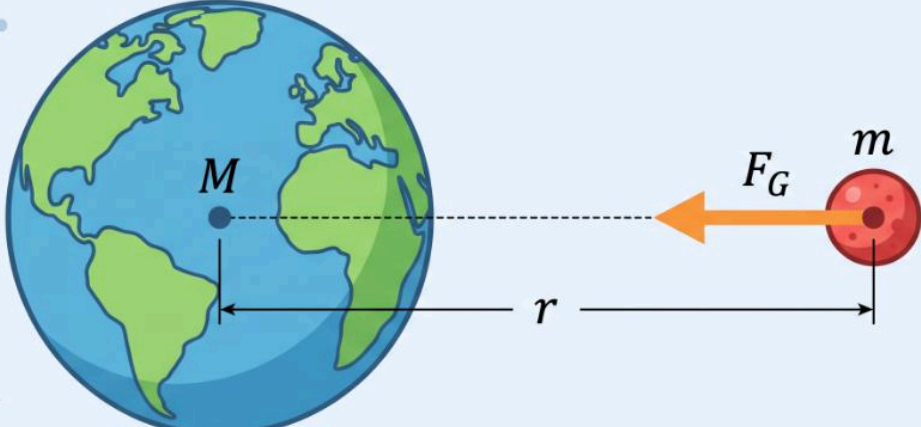
[Magnetische Messverfahren und Technik](#) d8442d03-8b7e-54b7-9d9a-dc31ce541daa

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden

Lernziel-ID eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden



$$F_G = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$$
$$g = \frac{F_G}{m} = \frac{G \cdot M}{r^2}$$
$$F_G = m \cdot g$$

$$m = 2 \text{ kg}$$
$$g = 9,8 \text{ N/kg}$$
$$F_G = 19,6 \text{ N}$$

Gewichtskraft ist Gravitationskraft nahe der Erde

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Gravitationsgesetz formulieren, die Gewichtskraft aus der Feldstärke herleiten und einfache Aufgaben zu Gravitationskräften lösen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Masse und Gewichtskraft unterscheiden

S. 15

Wird direkt vorausgesetzt von

Gravitationskraft und Gravitationspotential S. 408

Planetenbewegungen deuten S. 411

3. Kepler-Gesetz per Skalierungsargument herleiten (LK) S. 414

Newtons Beitrag zur Erklärung von Planetenbewegungen erläutern (GK) S. 415

Gezeiten qualitativ erklären S. 419

Dunkle Materie qualitativ einordnen S. 420

Allgemeine Relativitätstheorie (Qualitativ) S. 421

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Orbitaldynamik und Energiebilanz](#)
1b432223-3d59-5586-86a9-2214b4844101

[Kreisbewegung, Gravitation und Gasmodell](#) 5773ccbe-cd20-5ba0-99a5-7ccd5f42be51

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Prüfungsaufgabe: Gravitations- und Rückstellkräfte modellieren](#) ac6c578c-401b-5e4b-801a-6dff8fe8b93a

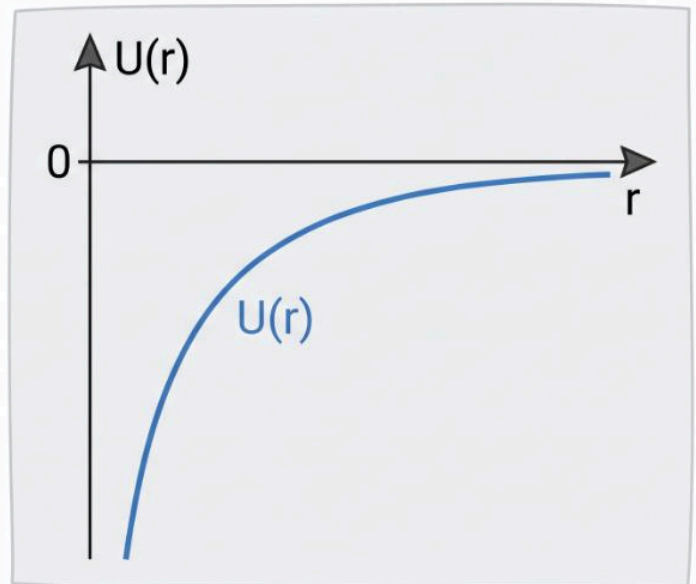
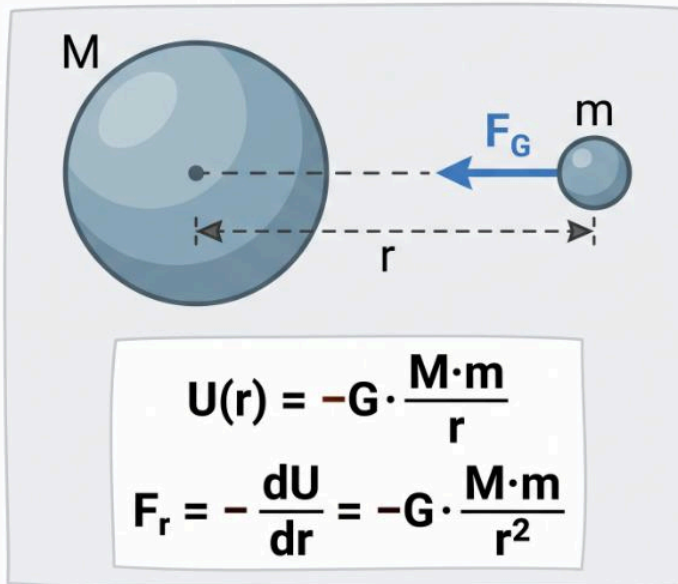
Gravitationskraft und Gravitationspotential

Lernziel-ID a42f91a4-0d21-5aa9-ae11-f48be6f2e431

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Gravitation

Gravitationskraft und Gravitationspotential



konservativ: Arbeit hängt nur von Anfangs- und Endpunkt ab

Lernzielbeschreibung

Der Lernende versteht die Gravitationskraft als konservative Kraft, die aus einem Potential abgeleitet ist. Das wird im Rahmen der mathematischen Möglichkeiten der Oberstufe erklärt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden

eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff

S. 407

Wird direkt vorausgesetzt von

Potenzielle Energie und Potential

594f7f21-6b8a-531c-8424-5f1dcba0f23

S. 409

Allgemeine Relativitätstheorie (Qualitativ)

14d99a65-8d58-5647-88ab-02137b96d55b

S. 421

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Orbitaldynamik und Energiebilanz](#) 1b432223-3d59-5586-86a9-

2214b4844101

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#)

7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

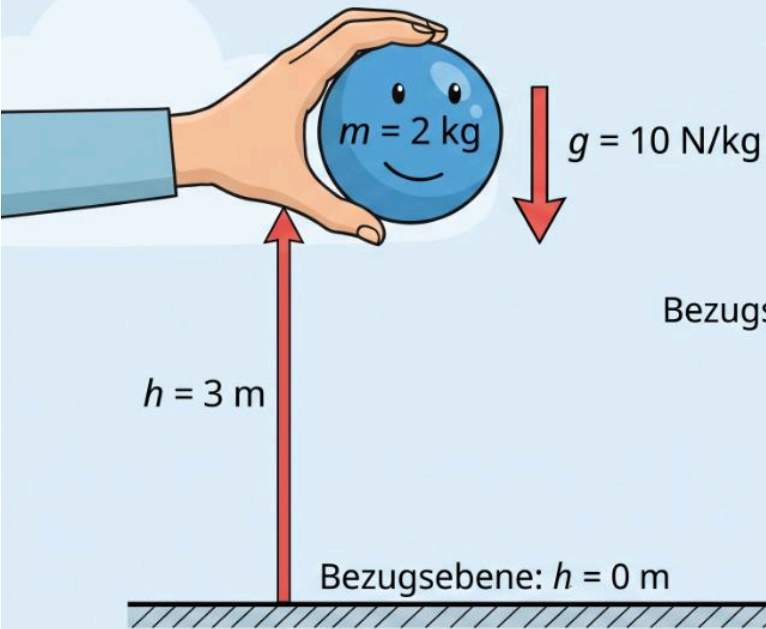
7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Potenzielle Energie und Potential

Lernziel-ID 594f7f21-6b8a-531c-8424-5f1dcba0f023

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation

Potenzielle Energie und Potential



$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$
$$\Phi = g \cdot h$$

	h	E_{pot}
Bezugsebene	0 m	0 J
Ball	3 m	$m \cdot g \cdot 3 \text{ m}$

Der Wert der potenziellen Energie E_{pot} hängt von der Bezugsebene ab. Energie-Differenzen sind physikalisch bedeutsam.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann potenzielle Energie über ein Potential beschreiben, einfache Fälle etwa im Gravitationsfeld berechnen und erläutern, wie Lage und gewähltes Nullniveau den Energiewert bestimmen, während Energiedifferenzen vom Nullniveau unabhängig sind.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gravitationskraft und Gravitationspotential

a42f91a4-0d21-5aa9-ae11-f48be6f2e431

S. 408

Wird direkt vorausgesetzt von

Erhaltung der mechanischen Energie tiefer verstehen (LK)

e359f8bb-6106-44aa-9edf-694528d2d2a9

S. 410

Allgemeine Relativitätstheorie (Qualitativ)

14d99a65-8d58-5647-88ab-02137b96d55b

S. 421

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Erhaltung der mechanischen Energie tiefer verstehen (LK)

Lernziel-ID e359f8bb-6106-44aa-9edf-694528d2d2a9

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Energie

Mechanische Energie herleiten

Voraussetzungen:

- konstante Masse
- Inertialsystem
- nur konservative Kräfte

$$m \cdot a = F_{\text{cons}} \quad (\text{Grundgleichung Mechanik})$$

$$\hookrightarrow m \cdot a \cdot v = F_{\text{cons}} \cdot v \quad (\text{Skalarprodukt mit Geschwindigkeit})$$

$$\hookrightarrow \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m \cdot v^2 \right) = F_{\text{cons}} \cdot v \quad (\text{mit konstanter Masse})$$

$$\hookrightarrow F_{\text{cons}} = - \frac{dE_{\text{pot}}}{dx} \quad (\text{für konservative Kräfte})$$

$$\hookrightarrow F_{\text{cons}} \cdot v = - \frac{dE_{\text{pot}}}{dt} \quad (\text{zeitliche Ableitung})$$

$$\hookrightarrow \frac{d}{dt} (E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}) = 0 \quad (\text{Gesamtableitung})$$

$$\hookrightarrow E_{\text{mech}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \text{konstant} \quad (\text{Erhaltungssatz})$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein System konstanter Masse, auf das nur konservative Kräfte mit zeitunabhängigem Potenzial wirken, aus dem zweiten Newtonschen Axiom und $F = -\nabla U$ die Erhaltung der mechanischen Energie herleiten und die Gültigkeitsbedingungen erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

**Newtons 2. Axiom
(Grundgleichung der
Mechanik)**

S. 86

a94cfe1c-6f87-47ff-b4f3-31a58d4c6c20

**Inertialsysteme und
Bezugssysteme**

S. 90

00245a43-e889-47d2-92d7-21799dbec9f3

Energieerhaltung

S. 93

91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83

**Potenzielle Energie
(Lageenergie)**

S. 350

6affc2ea-ecd2-4fcd-8877-3ffa15b0425b

**Potenzielle Energie und
Potential**

S. 409

594f7f21-6b8a-531c-8424-5f1dcba9f23

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Ableitungen elementarer Funktionen berechnen](#) 858113c5-e53b-57bb-b01f-ba95c3ddcb6f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5010-b1ca-9d32d8c05afa

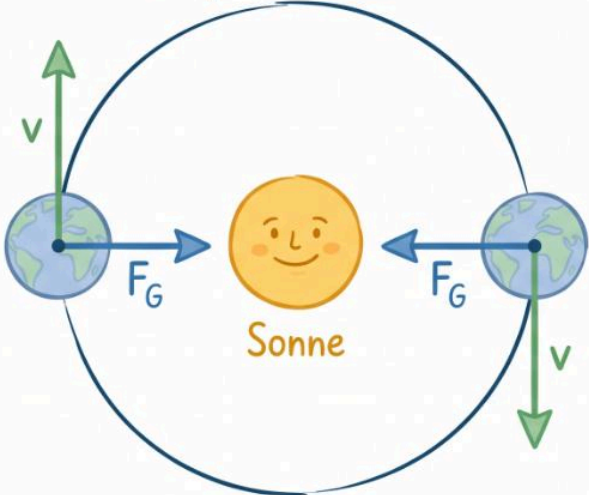
Planetenbewegungen deuten

Lernziel-ID 60211ac1-cbe1-5182-87ef-673a068c5b0a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation

Planetenbewegungen deuten

Beispiel: Kreisbahn



Gravitation zieht zur Sonne.

Sie verändert die Richtung des Geschwindigkeitsvektors.

Auf der Kreisbahn:
Gravitationskraft = Zentripetalkraft

Zwei Positionen desselben Planeten

Auch auf elliptischen Bahnen zeigt die Gravitationskraft zur Sonne; dort ist die Geschwindigkeit nicht konstant.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Planetenbewegungen im Gravitationsfeld qualitativ beschreiben und erläutern, wie die Gravitation den Geschwindigkeitsvektor verändert und auf Kreisbahnen die Zentripetalkraft liefert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kreisbewegung mit Zentripetalkraft anwenden

S. 393

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden

S. 407

Wird direkt vorausgesetzt von

Kepler-Gesetze anwenden

S. 412

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Orbitaldynamik und Energiebilanz](#) 1b432223-3d59-5586-86a9-2214b4844101

[Kreisbewegung, Gravitation und Gasmodell](#) 5773ccbe-cd20-5ba0-99a5-7ccd5f42be51

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

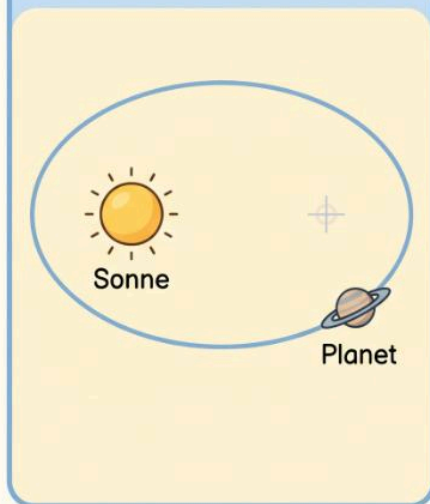
Kepler-Gesetze anwenden

Lernziel-ID 497f1311-17d6-56ff-afb1-422a738e5c16

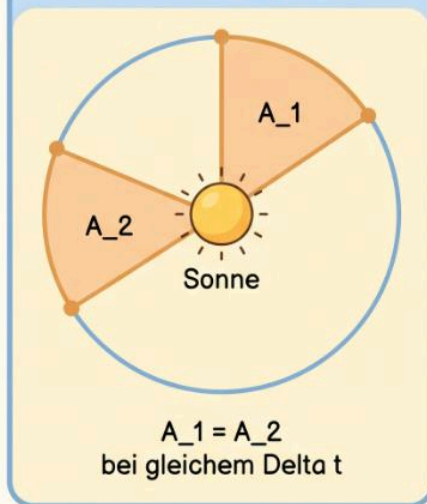
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation

Kepler-Gesetze anwenden

1. Gesetz: Ellipse



2. Gesetz: gleiche Flaechen in gleicher Zeit



3. Gesetz: $T^2/a^3 = \text{konstant}$

Planet	a	T	T^2/a^3
Planet A:	$a = 1 \text{ AE}$	$T = 1 \text{ a}$	$= 1$
Planet B:	$a = 4 \text{ AE}$	$T = 8 \text{ a}$	$= 1$

groessere Bahn -> deutlich laengere Umlaufzeit

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die drei Kepler'schen Gesetze formulieren und einfache Schlussfolgerungen zu Umlaufzeiten und Bahnradien ziehen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Planetenbewegungen deuten

60211ac1-cbe1-5182-87ef-673a068c5b0a

S. 411

Wird direkt vorausgesetzt von

2. Kepler-Gesetz aus Drehimpulserhaltung herleiten (LK)

16caf92e-2800-57d1-946c-5b92ce848a96

S. 413

Keplers Beschreibung und Newtons Erklärung unterscheiden (LK)

1b833656-cd16-5b21-973a-9810960dcfd2

S. 416

Sonnenmasse aus Bahndaten abschätzen

5e9cd796-3887-5457-8a1f-26863ca7eb28

S. 424

Dynamische Gesamtmasse aus optischen Zweikörperbahndaten erschließen

2014791b-af68-58d0-838b-fc9701202096

S. 425

Chirp-Masse aus der Frequenzentwicklung eines Gravitationswellensignals erschließen

1b7e800a-1c0d-5faa-886b-7ef2f3b8348c

S. 426

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da00

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

2. Kepler-Gesetz aus Drehimpulserhaltung herleiten (LK)

Lernziel-ID 16caf92e-2800-57d1-946c-5b92ce848a96

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation

2. Kepler-Gesetz aus Drehimpulserhaltung herleiten (LK)

$A_1 = A_2$
 Δt gleich

$F_G \parallel r$

$\tau = r \times F_G = 0$

$L = m \cdot (r \times v) = \text{konstant}$

$\frac{dA}{dt} = \frac{|L|}{2m} = \text{konstant}$

gleiche Zeiten (Δt) → gleiche Flächen (A)
("konstante Flächengeschwindigkeit")

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das zweite Kepler-Gesetz aus der Bewegungsgleichung im Zentralfeld herleiten, eine konstante Flächengeschwindigkeit begründen und den Zusammenhang zur Drehimpulserhaltung erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Grundgleichung der Mechanik anwenden
5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79

S. 87

Kepler-Gesetze anwenden
497f1311-17d6-56ff-afb1-422a738e5c16

S. 412

Wird direkt vorausgesetzt von

3. Kepler-Gesetz per Skalierungsargument herleiten (LK)
89cadf81-143b-5f6b-82bd-29ba20d92a1b

S. 414

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5010-b1ca-9d32d8c05afa

3. Kepler-Gesetz per Skalierungsargument herleiten (LK)

Lernziel-ID 89cadf81-143b-5f6b-82bd-29ba20d92a1b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Gravitation

3. Kepler-Gesetz per Skalierungsargument herleiten (LK)

Skalierung der Größen

ähnliche Bahnen; schematisch

Gleiche Zentralmasse **M**; geometrisch ähnliche Bahnen

Gravitation bewirkt Beschleunigung

Gravitations-
beschleunigung:
proportional $\frac{1}{a^2}$

Beschleunigung
der Bahnbewegung:
proportional $\frac{a}{T^2}$

$\frac{a}{T^2} \propto \frac{1}{a^2}$

$T^2 \propto a^3$

Die Zeit skaliert mit der Längenskala hoch $3/2$.

Überprüfungs-Tabelle (relative Skalen)

Längen- skala	Zeits- kala	$\frac{T^2}{a^3}$
1	1	$\frac{1^2}{1^3} = 1$
4	8	$\frac{8^2}{4^3} = \frac{64}{64} = 1$

→ ✓
konstant!

T^2/a^3 bleibt konstant – bei gleicher Zentralmasse und ähnlicher Bahnform.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus der Skalierung der Bewegungsgleichung im Newtonschen Gravitationsfeld bei gleicher Zentralmasse und geometrisch ähnlichen Bahnen ohne explizite Bahnrechnung den Zusammenhang $T^2 \propto a^3$ zwischen Umlaufzeit T und großer Halbachse a herleiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden
eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff

S. 407

2. Kepler-Gesetz aus Drehimpulserhaltung herleiten (LK)
16caf92e-2800-57d1-946c-5b92ce848a96

S. 413

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5010-b1ca-9d32d8c05afa

Newtons Beitrag zur Erklärung von Planetenbewegungen erläutern (GK)

Lernziel-ID d873ffa2-04b3-5978-a955-89563802a348

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

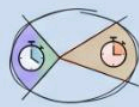
Gravitation > Astronomische Weltbilder vergleichen (GK)

Newtons Beitrag: Planetenbewegungen erklären

Kepler beschreibt



Ellipsen



gleiche
Flächen

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{konstant}$$

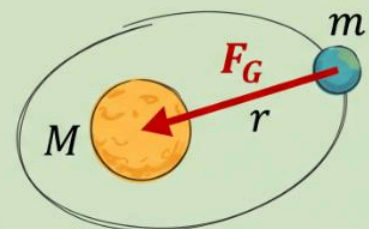
Newton erklärt

$$F_G = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$F = m \cdot a$$

Folge

Gravitation liefert
Zentripetalkraft



Eine Kraft verbindet Fallbewegung und Umlaufbahn

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann erläutern, warum Newtons Gravitationsphysik ein vertieftes Verständnis der Planetenbewegung ermöglicht.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Geozentrisches und heliozentrisches Weltbild vergleichen (GK)

S. 107

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden

S. 407

Wird direkt vorausgesetzt von

Astronomische Weltbilder historisch und gesellschaftlich reflektieren

S. 418

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

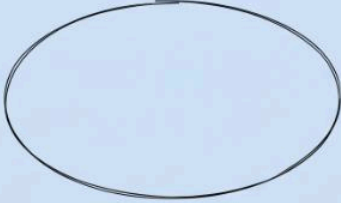
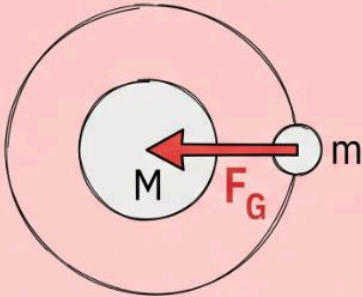
[Gravitation und Weltbilder in GK-Aufgaben verknüpfen](#) 7e0308d8-a239-5c0f-b2c0-724f21e4da60

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Keplers Beschreibung und Newtons Erklärung unterscheiden (LK)

Lernziel-ID 1b833656-cd16-5b21-973a-9810960dcfd2

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation > Astronomische Weltbilder vergleichen (LK)

Kepler beschreibt - Newton erklärt	
Kepler: kinematische Beschreibung	Newton: dynamische Erklärung
- Bahnform: Ellipse  - Flächensatz $\frac{T^2}{a^3} = \text{konstant}$	$F_G = G \cdot M \cdot m / r^2$ $F = m \cdot a$ Zentripetalkraft durch Gravitation 

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Unterschied zwischen Keplers kinematischer Beschreibung und Newtons dynamischer Erklärung fachlich darstellen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entwicklung astronomischer Weltbilder rekonstruieren (LK) 481ffd56-d585-58fe-b525-ed423e30eed3	S. 108	Kepler-Gesetze anwenden 497f1311-17d6-56ff-afb1-422a738e5c16	S. 412
--	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Übergang von geometrischen zu dynamischen Modellen darstellen (LK) c968d263-8be4-5cf9-b320-e95398fe648f	S. 417
---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

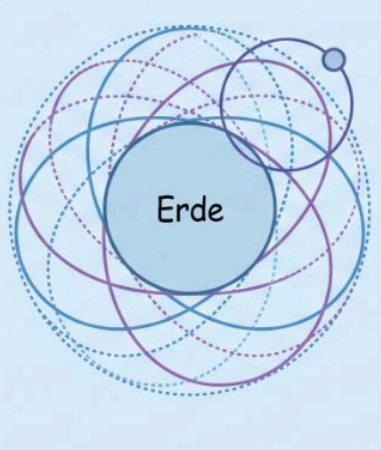
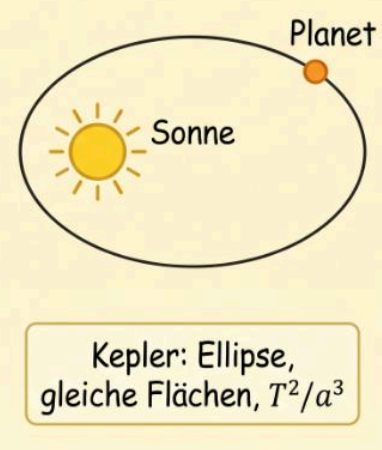
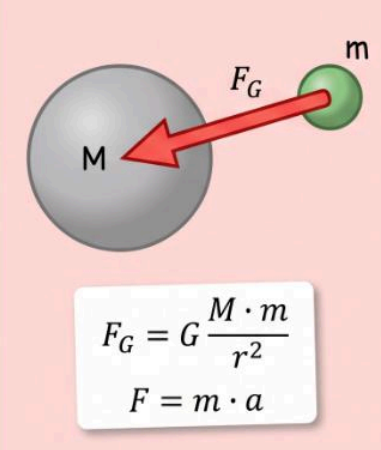
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026 [Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5610-b1ca-9d32d8c05afa

Übergang von geometrischen zu dynamischen Modellen darstellen (LK)

Lernziel-ID c968d263-8be4-5cf9-b320-e95398fe648f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Gravitation > Astronomische Weltbilder vergleichen (LK)

Von geometrischen zu dynamischen Modellen

1 Geometrisches Modell  Erde Bahnen beschreiben	2 Kinematisches Modell  Sonne Planet Kepler: Ellipse, gleiche Flächen, T^2/a^3 Regeln der Bewegung	3 Dynamisches Modell  M m F_G $F_G = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$F = m \cdot a$ Kraft erklärt Beschleunigung
---	--	--

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Übergang von geometrischen Weltmodellen zu einer physikalisch begründeten dynamischen Beschreibung erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Keplers Beschreibung und Newtons Erklärung unterscheiden \(LK\)](#)

S. 416

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Gravitation und Weltbilder vertieft herleiten \(LK\)](#) 8a1d4093-9832-5010-b1ca-9d32d8c05afa

Astronomische Weltbilder historisch und gesellschaftlich reflektieren

Lernziel-ID 6d18104b-5704-5c45-b39a-2c84565b1796

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Gravitation



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bedeutsame Beobachtungen und physikalische Theorien, die astronomische Weltbilder verändert haben, in ihre historischen und gesellschaftlichen Zusammenhänge einordnen und deren Auswirkungen reflektieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Geozentrisches und heliozentrisches Weltbild vergleichen (GK)

S. 107

25edd154-b1d8-546c-94a5-88502b6725cd

Newtons Beitrag zur Erklärung von Planetenbewegungen erläutern (GK)

S. 415

d873ffa2-04b3-5978-a955-89563802a348

Wird direkt vorausgesetzt von

Schleifenbahnen von Planeten historisch einordnen

S. 423

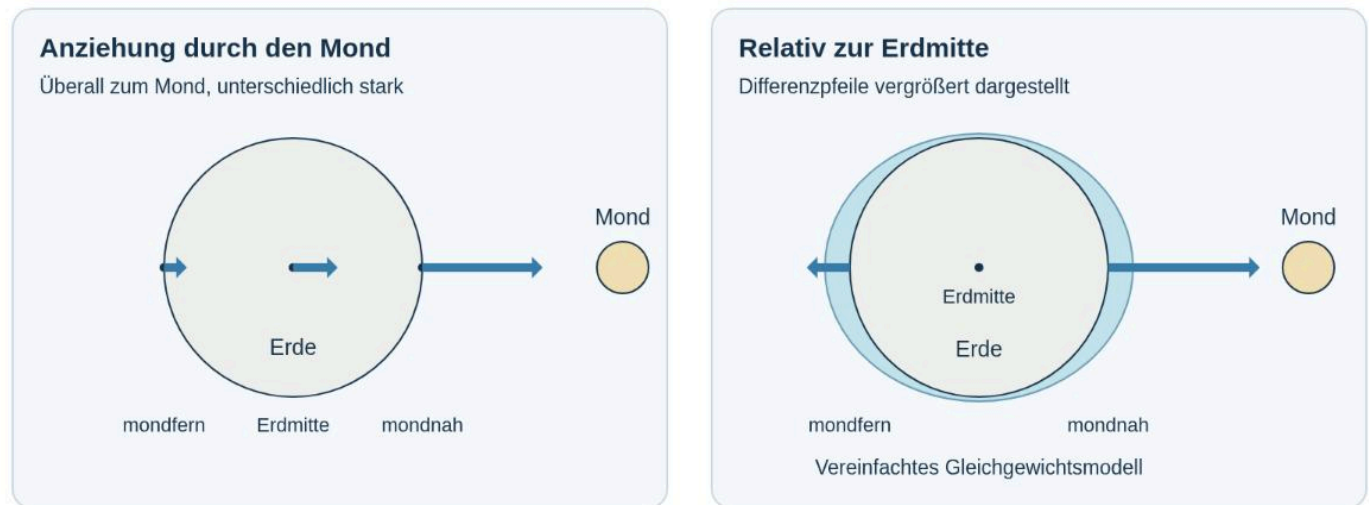
44766569-6379-5fbc-8976-cd3fc2fd6ec4

Gezeiten qualitativ erklären

Lernziel-ID 37013646-f13a-5faf-954c-940f2fd7502f

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Gezeiten: Unterschiede in der Anziehung



Auch die Sonne zieht verschiedene Erdbereiche unterschiedlich stark an.

Die Beiträge von Mond und Sonne überlagern sich.

Schematisch; keine Vorhersage örtlicher Hochwasserzeiten.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Gezeiten qualitativ durch die unterschiedliche Gravitationswirkung von Mond und Sonne auf verschiedene Bereiche der Erde erklären.

Geltung

HE, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Aufbau des Sonnensystems beschreiben af5dfdbc-5fd6-5c3e-a81b-093cb7c14b93	S. 169	Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff	S. 407
---	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

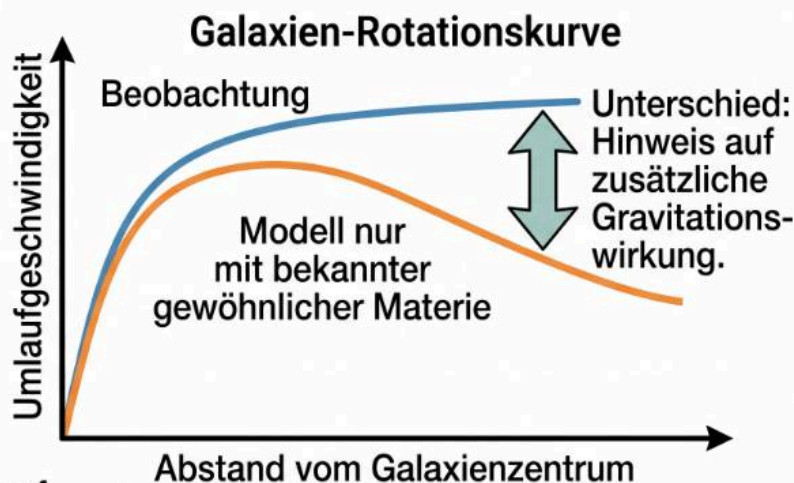
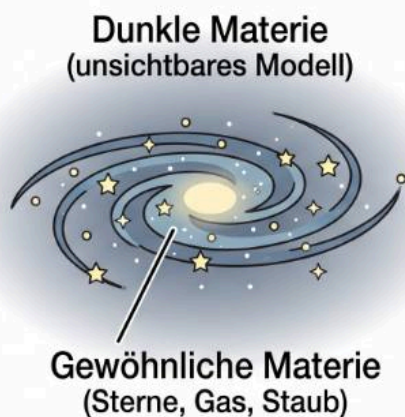
[Zwei Gezeitenbereiche im Erdmodell erklären](#) b34f3e03-bbe7-5ede-941c-3f26c9b07bb8

Dunkle Materie qualitativ einordnen

Lernziel-ID 3d466956-04fb-58d7-9008-ad8090f8706d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik

Dunkle Materie qualitativ einordnen



Die beobachtete Bewegung weist auf zusätzliche Gravitationswirkung hin.

Dunkle Materie ist ein Modellbestandteil zur Erklärung dieser Abweichung.

Gewöhnliche Materie umfasst auch nichtleuchtendes Gas und Staub.

Qualitative Skizze; kein direkter Teilchennachweis.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann dunkle Materie als Modellbestandteil zur Erklärung von Gravitationswirkungen erläutern, die sich nicht durch die bekannte gewöhnliche Materie allein erklären lassen.

Geltung

BW: Sek. II · GK

BY: Sek. II · G9 · GK

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kosmische Strukturen einordnen
1b060e79-dc2d-5e4e-abb5-42eca39f9cc7

S. 170

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden
eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff

S. 407

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

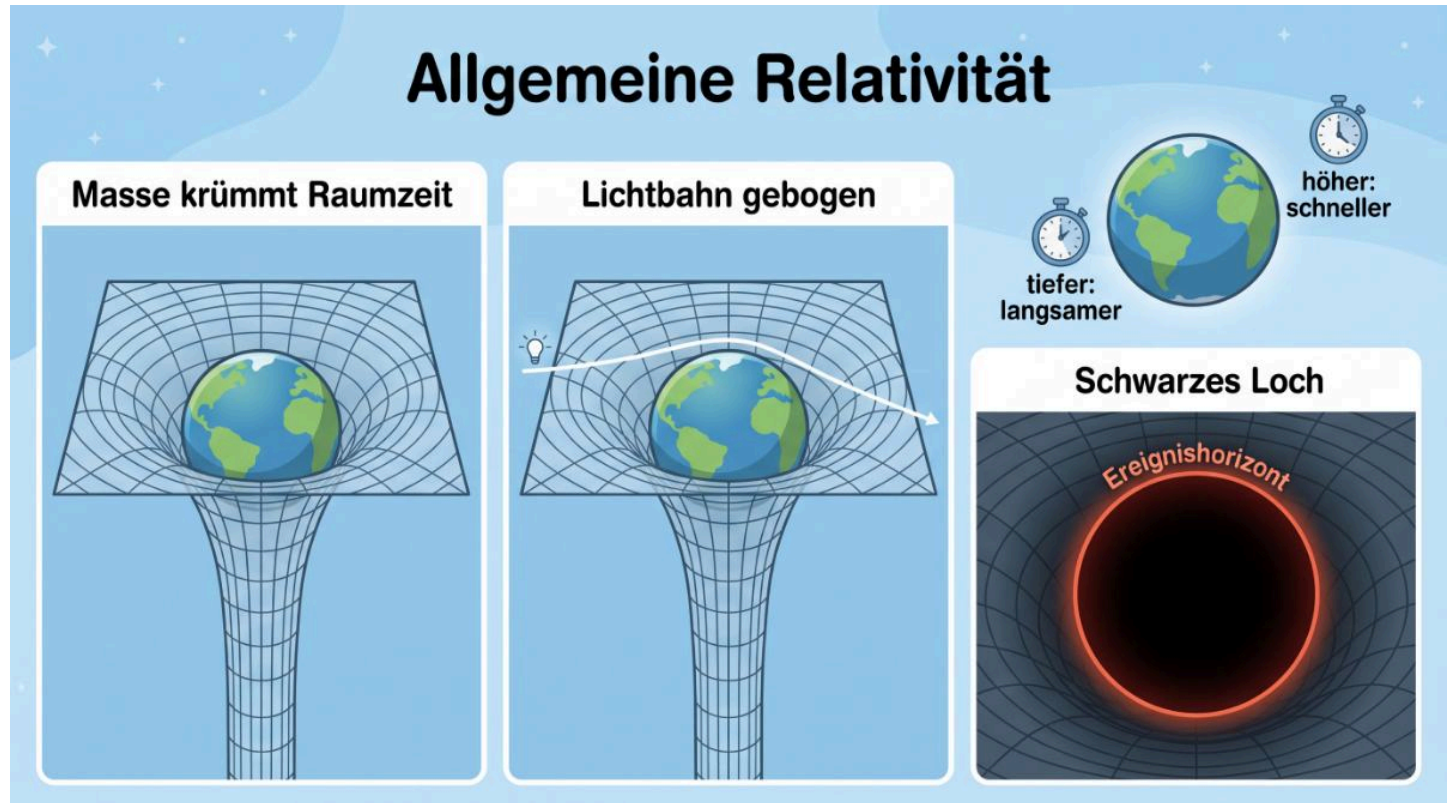
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Galaxienbewegung und bekannte Materie vergleichen](#) 2874902d-eccd-513e-ab60-98892497911d

Allgemeine Relativitätstheorie (Qualitativ)

Lernziel-ID 14d99a65-8d58-5647-88ab-02137b96d55b

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Gravitation qualitativ als Wirkung der durch Masse geprägten Raumzeitgeometrie erläutern und Schwarze Löcher mithilfe des Begriffs Ereignishorizont in diese Beschreibung einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gravitationsgesetz und Gewichtskraft anwenden eb0ffdea-c12d-56df-b7e8-c0297d2f8aff	S. 407	Gravitationskraft und Gravitationspotential a42f91a4-0d21-5aa9-ae11-f48be6f2e431	S. 408	Potenzielle Energie und Potential 594f7f21-6b8a-531c-8424-5f1dcbaf0f23	S. 409
--	--------	--	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Gravitationswellen und elektromagnetische Wellen vergleichen ba16948b-5e07-54af-b77b-776e677c6906	S. 422	Massen aus astronomischen Bahnbewegungen abschätzen f3dbcafa-1849-5ee1-8807-81e8d7fed73d	S. 428
---	--------	--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

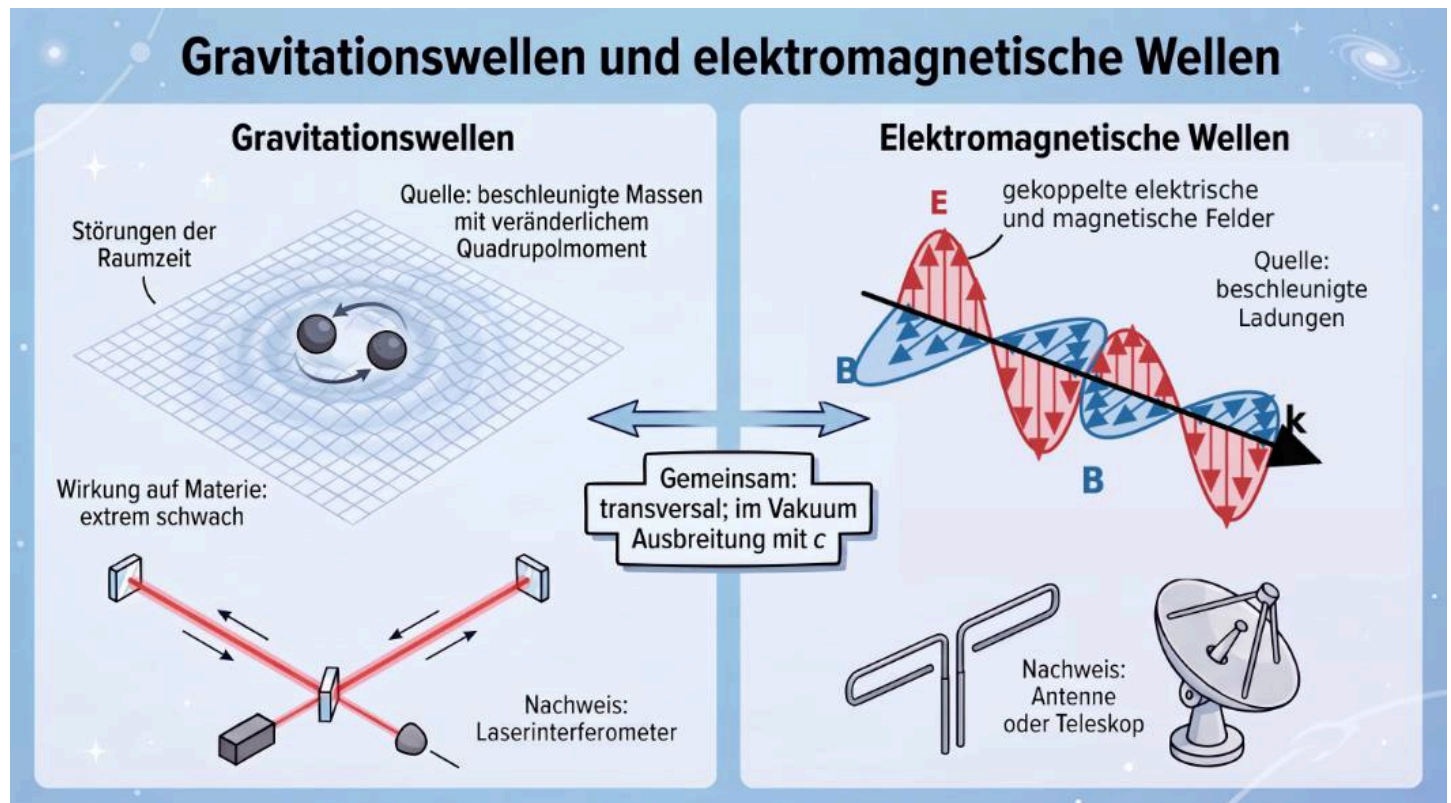
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Relativität und Raumzeit](#) f532c772-7b6e-59aa-ad65-e0eeafc3767f

Gravitationswellen und elektromagnetische Wellen vergleichen

Lernziel-ID ba16948b-5e07-54af-b77b-776e677c6906

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Gemeinsamkeiten und Unterschiede elektromagnetischer Wellen und Gravitationswellen qualitativ beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
 BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
 BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
 + 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Spektrum elektromagnetischer Wellen 4a7cbe83-b694-57d3-85ce-1eeca418daaf	S. 148	Allgemeine Relativitätstheorie (Qualitativ) 14d99a65-8d58-5647-88ab-02137b96d55b	S. 421
Chirp-Masse aus der Frequenzentwicklung eines Gravitationswellensignals erschließen 1b7e800a-1c0d-5faa-886b-7ef2f3b8348c	S. 426	Entstehung von Gravitationswellen mit begrenzter Analogie erklären 09995ab9-86aa-5b02-8a58-62b16a37831d	S. 427

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

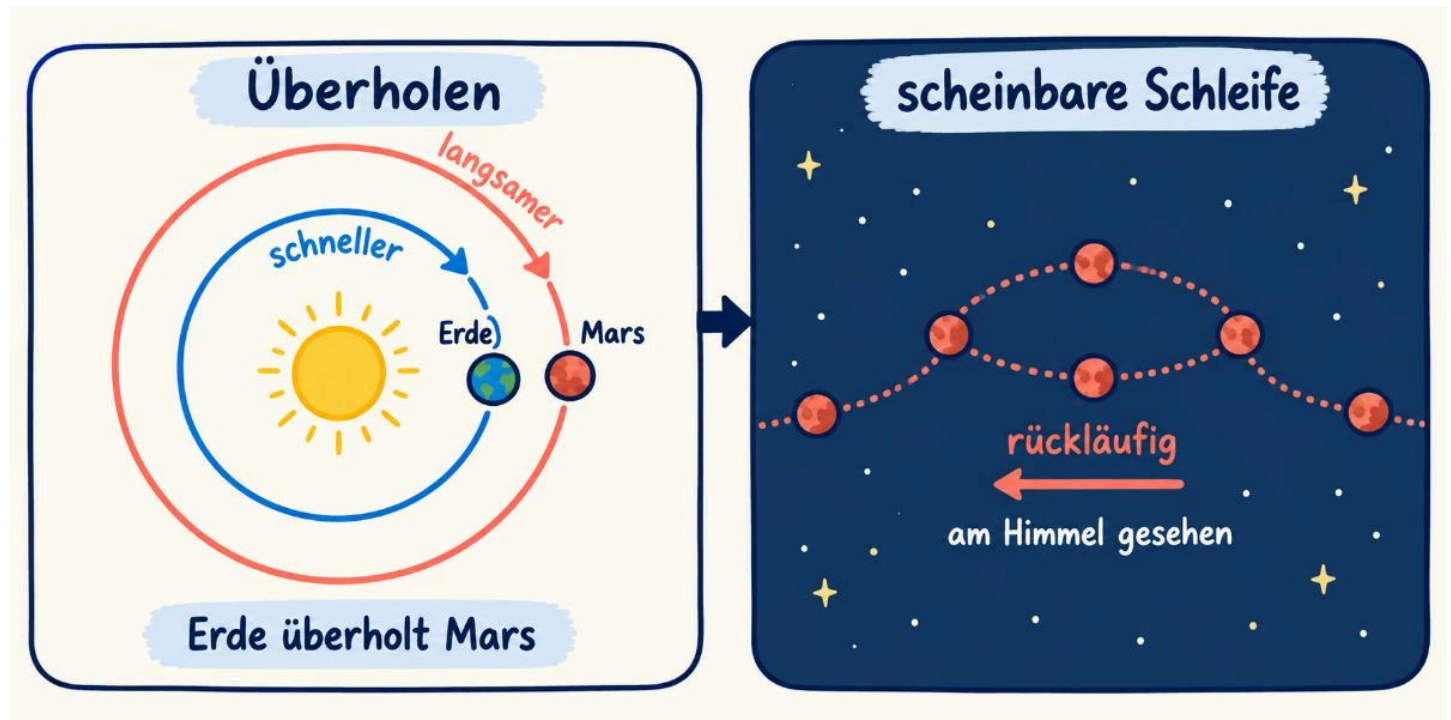
[Zwei Wellenarten und zwei Messprinzipien vergleichen](#) 04832ee1-648a-5421-a01d-0a15c3536c5f

Schleifenbahnen von Planeten historisch einordnen

Lernziel-ID 44766569-6379-5fbc-8976-cd3fc2fd6ec4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Planetenkonstellationen, Sichtbarkeit und Schleifenbahnen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann scheinbare Schleifenbahnen der Planeten als Folge relativer Bewegung im heliozentrischen Modell erklären und ihre Bedeutung für historische Erweiterungen und Umbrüche von Planetenbahnmodellen sowie deren Auswirkungen auf Weltbilder reflektieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Planetenkonstellationen und ihre Sichtbarkeit modellieren
6e1cd027-040b-51d9-8764-3cf3daddb5ec

S. 185

Astronomische Weltbilder historisch und gesellschaftlich reflektieren S. 418
6d18104b-5704-5c45-b39a-2c84565b1796

Wird direkt vorausgesetzt von

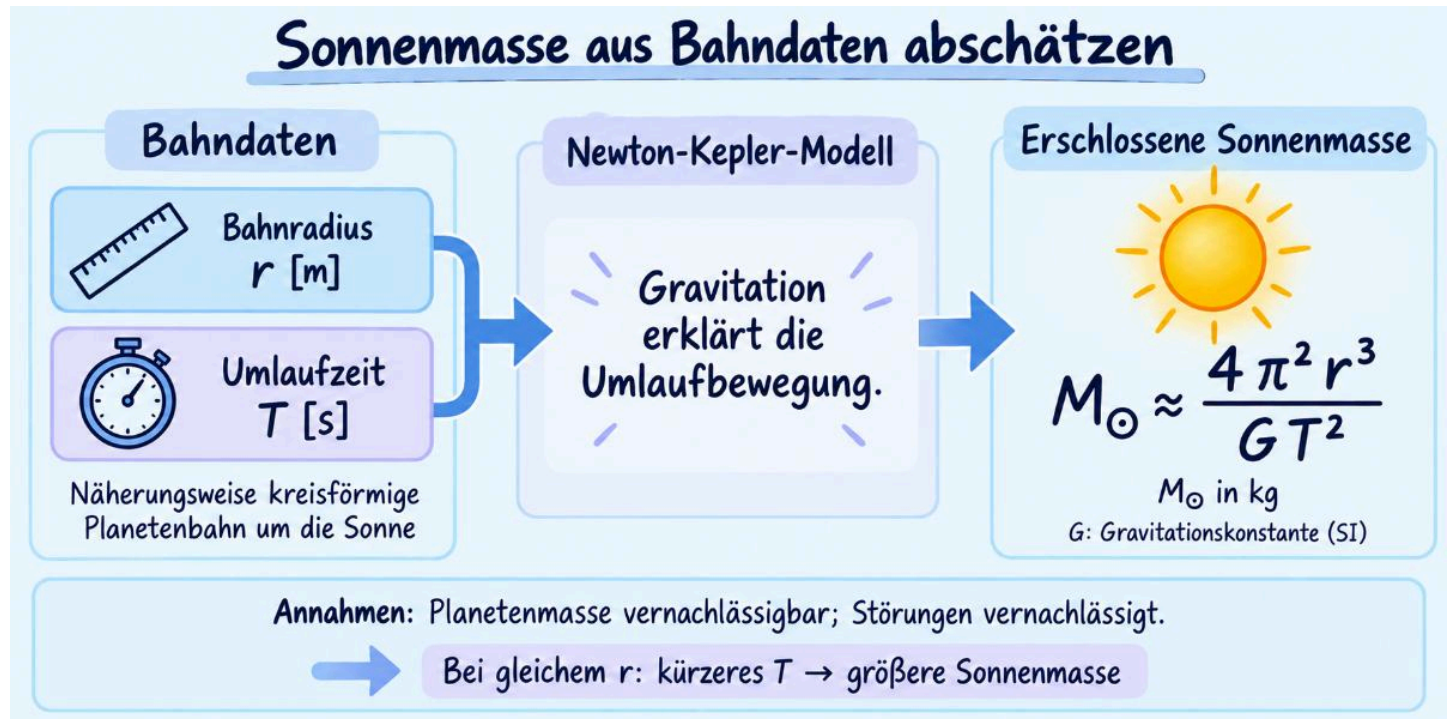
Keine

Sonnenmasse aus Bahndaten abschätzen

Lernziel-ID 5e9cd796-3887-5457-8a1f-26863ca7eb28

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Solare Zustandsgrößen aus Beobachtungen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Bahndaten eines die Sonne umlaufenden Körpers mit einem Newton-Kepler-Modell die Sonnenmasse abschätzen und die dafür verwendeten Modellannahmen benennen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Astronomische Größenordnungen und Einheiten

S. 316

Kepler-Gesetze anwenden

S. 412

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

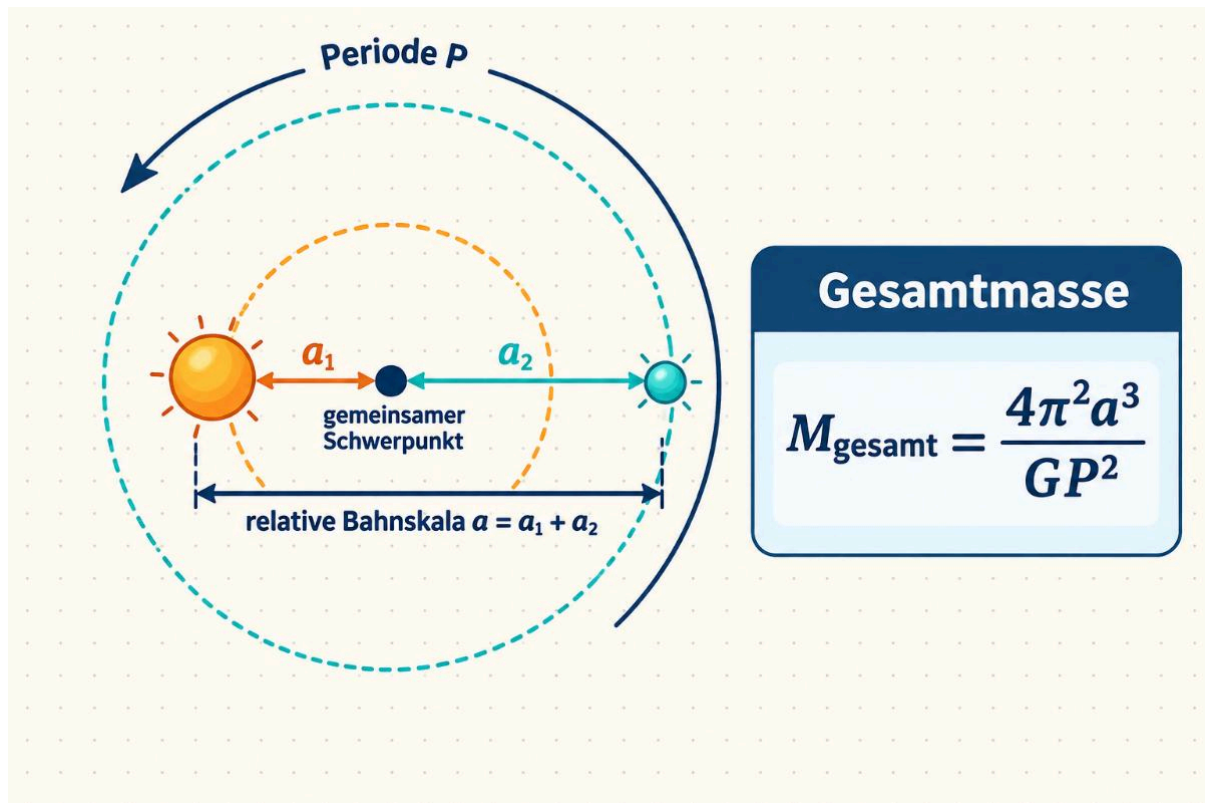
Dynamische Gesamtmasse aus optischen Zweikörperbahndaten erschließen

Lernziel-ID 2014791b-af68-58d0-838b-fc9701202096

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Massenbestimmung in Doppelsternsystemen und Gravitationswellen deuten >

Massenparameter aus Doppelstern- und Gravitationswellendaten erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Bahnperiode und räumlich kalibrierter Bahnskala eines optisch beobachteten Zweikörpersystems mit einem begründeten Zweikörper- und Gravitationsmodell die dynamische Gesamtmasse des Systems abschätzen sowie Annahmen, Unsicherheiten und Grenzen der Inferenz erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kepler-Gesetze anwenden

497f1311-17d6-56ff-afb1-422a738e5c16

S. 412

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

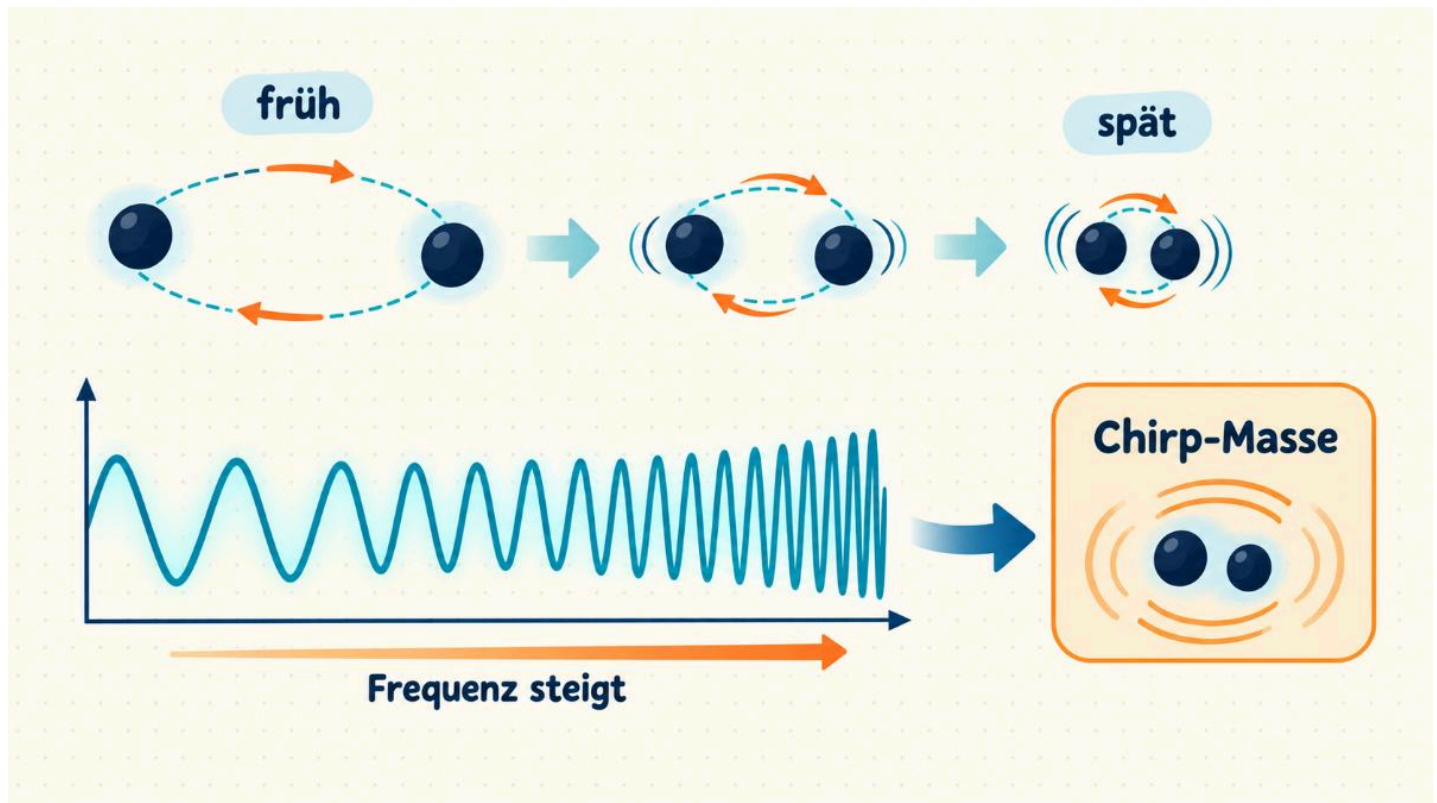
Chirp-Masse aus der Frequenzentwicklung eines Gravitationswellensignals erschließen

Lernziel-ID 1b7e800a-1c0d-5faa-886b-7ef2f3b8348c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Massenbestimmung in Doppelsternsystemen und Gravitationswellen deuten >

Massenparameter aus Doppelstern- und Gravitationswellendaten erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Frequenz und Frequenzänderungsrate eines inspiralartigen Gravitationswellensignals mit einem begründeten Näherungsmodell die Chirp-Masse als bestimmte Kombination der Komponentenmassen abschätzen sowie Annahmen, Unsicherheiten und Grenzen dieser Inferenz erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kepler-Gesetze anwenden

497f1311-17d6-56ff-afb1-422a738e5c16

S. 412

Gravitationswellen und elektromagnetische Wellen vergleichen

ba16948b-5e07-54af-b77b-776e677c6906

S. 422

Wird direkt vorausgesetzt von

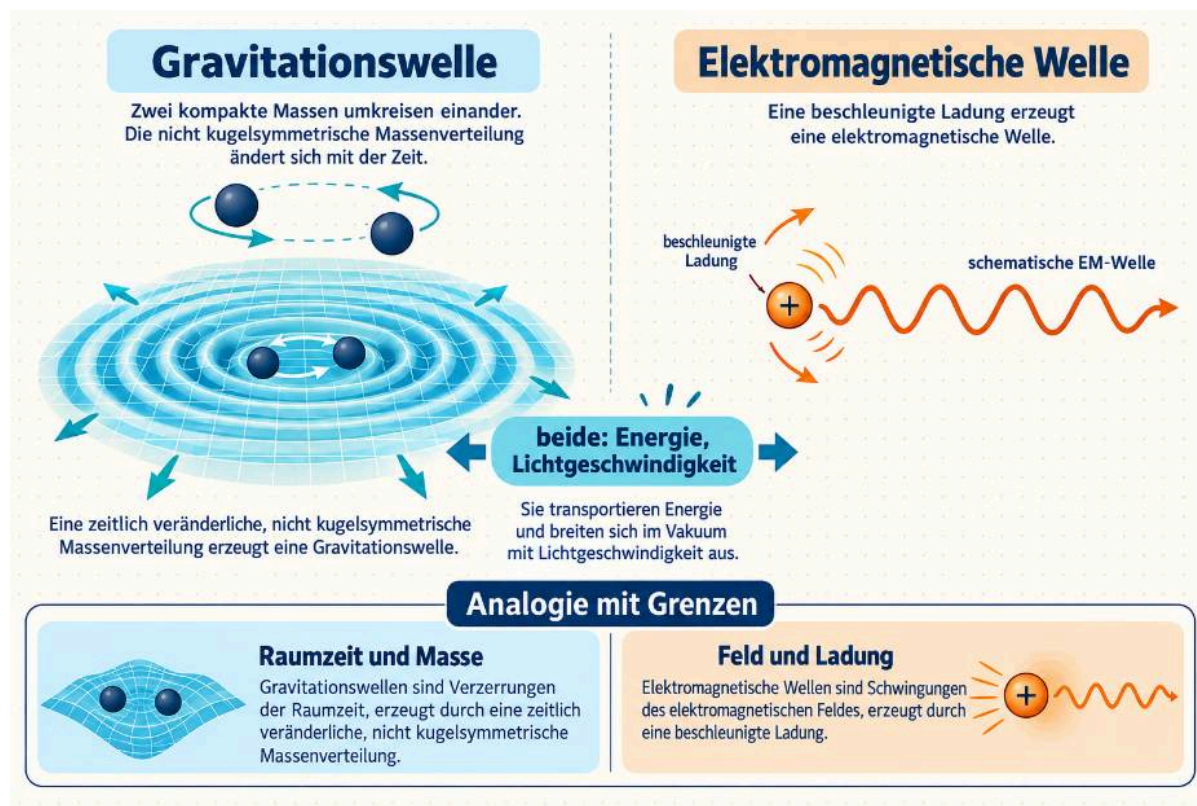
Keine

Entstehung von Gravitationswellen mit begrenzter Analogie erklären

Lernziel-ID 09995ab9-86aa-5b02-8a58-62b16a37831d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Massenbestimmung in Doppelsternsystemen und Gravitationswellen deuten



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Entstehung von Gravitationswellen durch zeitlich veränderliche, nicht kugelsymmetrische Massenverteilungen qualitativ erklären und Gemeinsamkeiten sowie Grenzen der Analogie zu elektromagnetischer Strahlung benennen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gravitationswellen und elektromagnetische Wellen vergleichen

ba16948b-5e07-54af-b77b-776e677c6906

S. 422

Wird direkt vorausgesetzt von

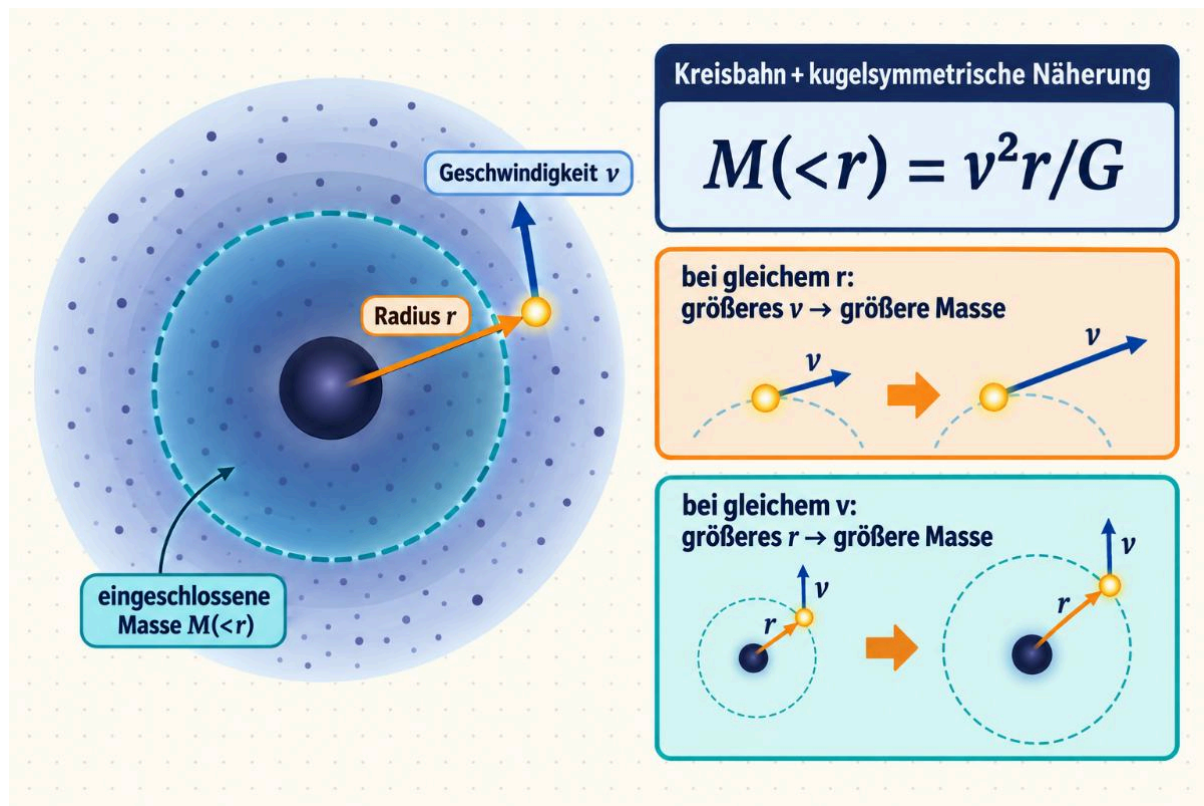
Keine

Massen aus astronomischen Bahnbewegungen abschätzen

Lernziel-ID f3dbcafa-1849-5ee1-8807-81e8d7fed73d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Galaktische Massen und Dunkle Materie aus Bahnbewegungen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann aus Bahngeschwindigkeiten und Radien mit einem begründeten Gravitationsmodell die innerhalb der jeweiligen Bahn eingeschlossene Masse eines astronomischen Systems abschätzen und erläutern, unter welchen Annahmen daraus etwa die Masse eines zentralen Schwarzen Lochs oder die Massenverteilung einer Galaxie erschlossen werden kann.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kosmische Strukturen einordnen 1b060e79-dc2d-5e4e-abb5-42eca39f9cc7	S. 170	Allgemeine Relativitätstheorie (Qualitativ) 14d99a65-8d58-5647-88ab-02137b96d55b	S. 421
---	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

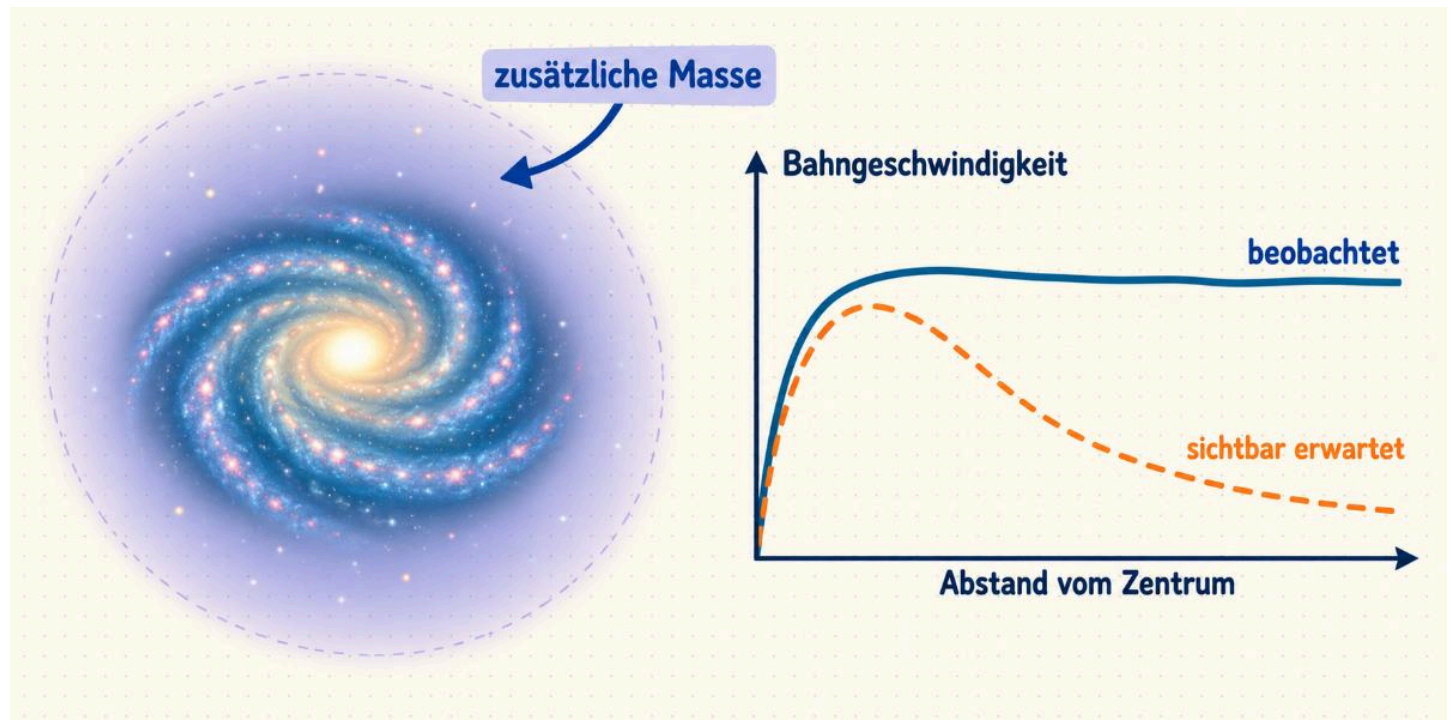
Dunkle Materie aus Galaxienrotationskurven erschließen c53b3f0c-b4fe-5509-8803-a36c2883e5d6	S. 429
---	--------

Dunkle Materie aus Galaxienrotationskurven erschließen

Lernziel-ID c53b3f0c-b4fe-5509-8803-a36c2883e5d6

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Astrophysik >

Galaktische Massen und Dunkle Materie aus Bahnbewegungen erschließen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann eine beobachtete Galaxienrotationskurve mit der aus der sichtbaren Materieverteilung erwarteten Kurve vergleichen, die Abweichung als Hinweis auf zusätzliche nicht leuchtende Materie deuten und Grenzen dieses Schlusses erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Massen aus astronomischen Bahnbewegungen abschätzen

f3dbcafa-1849-5ee1-8807-81e8d7fed73d

S. 428

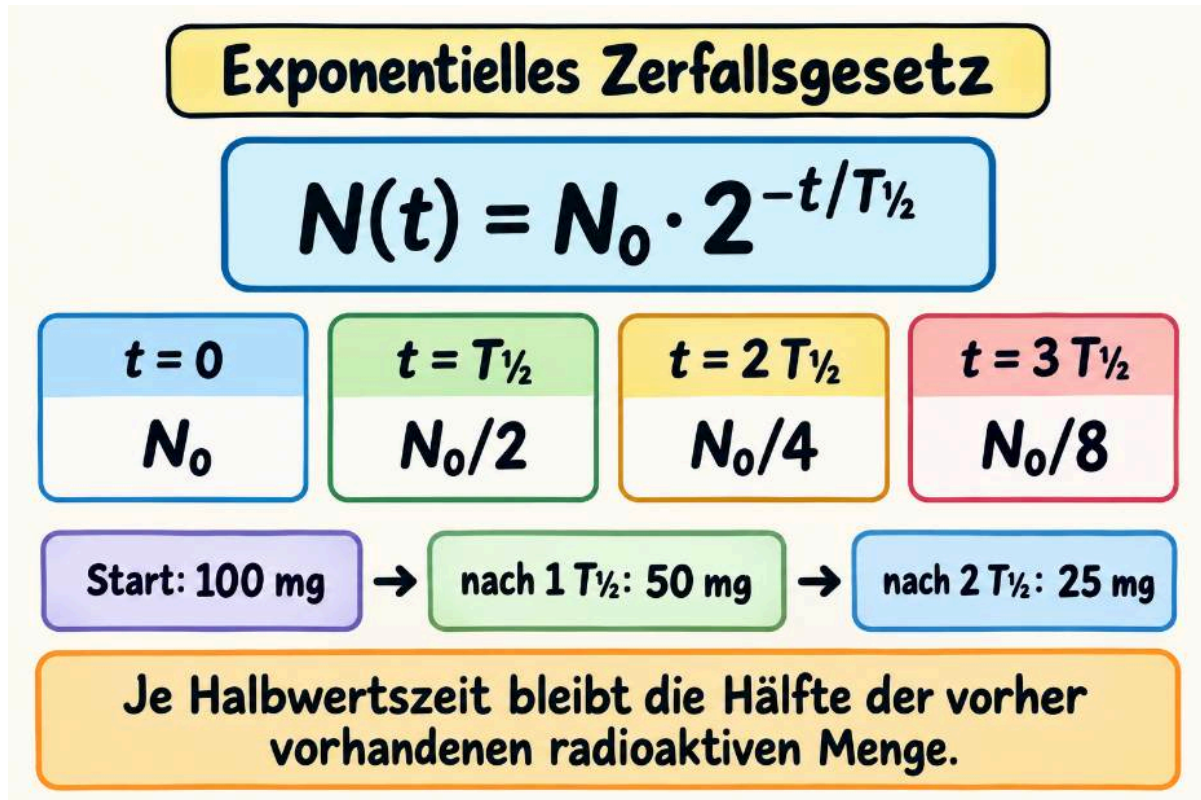
Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Zerfallsgesetze anwenden

Lernziel-ID a12fddce-0215-58d9-bd91-21be8a960d25

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit einem einfachen exponentiellen Zerfallsgesetz die zeitliche Abnahme einer radioaktiven Substanz oder ihrer Aktivität bestimmen und die Halbwertszeit im Sachkontext interpretieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Halbwertszeit radioaktiver Stoffe deuten S. 76
16b94a12-ecc5-5b5c-85b6-87b4290bebf8

Wird direkt vorausgesetzt von

Bindungsenergie und Massendefekt cde9b548-2cf4-59ad-b5d4-a71872afbe56	S. 431	Zerfallsreihen analysieren 3b50255a-6b01-578b-8f5c-4383536a3221	S. 432	Strahlendosis und Schutz e6a50c74-c922-508c-aa27-07bac2566955	S. 434
--	--------	--	--------	--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Radioaktivität, Zerfall und Strahlenschutz](#) 4daef009-6425-526a-8574-4fa75f28f946

[Prüfungsaufgabe: Materiestruktur und radioaktiven Zerfall ordnen](#) b8c3dfb7-9286-52ac-8b0f-ad0a8ce941ed

Bindungsenergie und Massendefekt

Lernziel-ID cde9b548-2cf4-59ad-b5d4-a71872afbe56

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik

Bindungsenergie und Massendefekt

2 freie Protonen + 2 freie Neutronen

Helium-4-Kern: 2 Protonen + 2 Neutronen; A=4

$m_{\text{frei}} = 2m_p + 2m_n$ $\Delta m = m_{\text{frei}} - m_{\text{Kern}} > 0$ $E_B = \Delta m \cdot c^2$

Zum vollständigen Zerlegen in freie Nukleonen muss E_B wieder zugeführt werden.

Rechenbeispiel (gerundete Modellwerte): $\Delta m \approx 0,0304 \text{ u}$ $1 \text{ u} \cdot c^2 \approx 931,5 \text{ MeV}$
 $E_B \approx 28,3 \text{ MeV}$ Bindungsenergie pro Nukleon: $E_B/A \approx 28,3/4 \text{ MeV} \approx 7,08 \text{ MeV}$

Stärker gebunden heißt kleinere Ruhemasse bei gleicher Zusammensetzung.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Bindungsenergie pro Nukleon und Massendefekt qualitativ erklären und in einfachen Fällen die bei Kernreaktionen freigesetzte Energie berechnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW, HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energie und Impuls von Photonen

d2860d7f-32ff-5d74-b2f8-b7bfc8d75aec

S. 265

Zerfallsgesetze anwenden

a12fddce-0215-58d9-bd91-21be8a960d25

S. 430

Wird direkt vorausgesetzt von

Potenzialtopfmodell für Kerne

6e7c35e0-7a38-5996-a42e-005038eff0db

S. 433

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

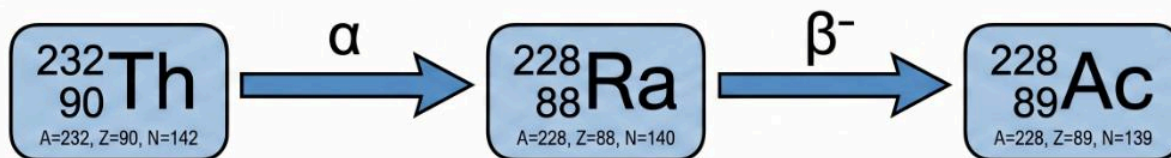
[Kernreaktionen und Kernmodelle](#) 5a5bc118-4420-5bb7-94c3-67837f2ce0dd

Zerfallsreihen analysieren

Lernziel-ID 3b50255a-6b01-578b-8f5c-4383536a3221

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik

Zerfallsreihen analysieren



Ausschnitt einer vorgegebenen Zerfallsreihe; Ac ist nicht das stabile Ende.

Regeln für Zerfallsarten:

α -Zerfall: Massenzahl $A \rightarrow A-4$; Kernladungszahl $Z \rightarrow Z-2$; Neutronenzahl $N \rightarrow N-2$.

β^- -Zerfall: Massenzahl $A \rightarrow$ unverändert; Kernladungszahl $Z \rightarrow Z+1$; Neutronenzahl $N \rightarrow N-1$.

Definition: $N = A - Z$; A = Protonen + Neutronen; Z = Protonenzahl.

Dargestellt sind nur die Nuklidänderungen, nicht alle Zerfallsprodukte.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einer vorgegebenen Zerfallsreihe die Änderungen von Massenzahl und Kernladungszahl bei den angegebenen Zerfallsarten prüfen und die Konsistenz der aufeinanderfolgenden Nuklide begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY: Sek. II · G9 · LK

HB, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zerfallsgesetze anwenden

a12fddce-0215-58d9-bd91-21be8a960d25

S. 430

Wird direkt vorausgesetzt von

Nuklidkarten und Zerfallsreihen auswerten

64b30d2e-cbe1-55d8-915a-a050d736b96e

S. 435

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

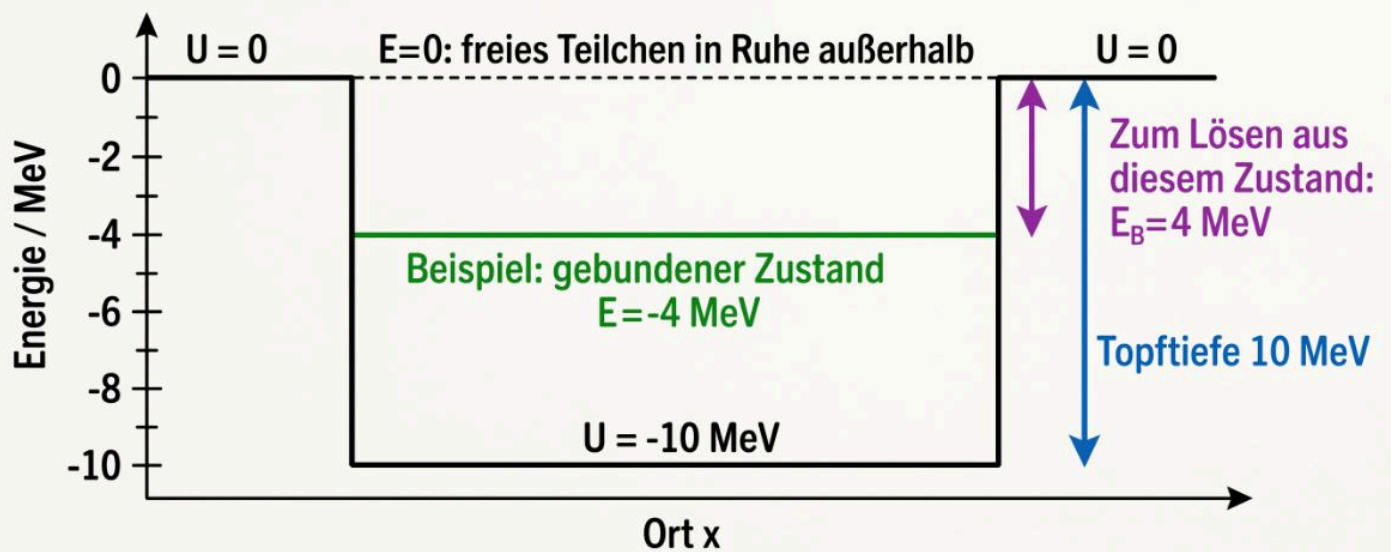
[Radioaktivität, Zerfall und Strahlenschutz](#) 4daef009-6425-526a-8574-4fa75f28f946

Potenzialtopfmodell für Kerne

Lernziel-ID 6e7c35e0-7a38-5996-a42e-005038eff0db

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik

Potenzialtopfmodell für Kerne



$$E_B = 0 - (-4 \text{ MeV}) = 4 \text{ MeV}$$

Die Bindungsenergie dieses Zustands ist nicht die gesamte Topftiefe.

Vereinfachtes Einteilchenmodell; keine maßstäbliche Darstellung eines realen Kerns.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann im vereinfachten Potenzialtopfmodell eines Kerns die Bindungsenergie eines Teilchens als Energieabstand seines gebundenen Zustands zur freien Schwelle qualitativ erklären und von der Topftiefe unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wellenfunktion und Wahrscheinlichkeitsdeutung

S. 281

Bindungsenergie und Massendefekt

S. 431

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Kernreaktionen und Kernmodelle](#) 5a5bc118-4420-5bb7-94c3-67837f2ce0dd

Strahlendosis und Schutz

Lernziel-ID e6a50c74-c922-508c-aa27-07bac2566955

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Kernphysik

Strahlendosis: Größe und Modell unterscheiden

Energiedosis D

$$D = \frac{E_{\text{abs}}}{m}$$

absorbierte Energie pro Masse

Einheit: Gray (Gy = J/kg)

E_{abs} ist ausdrücklich Energie,
nicht die effektive Dosis.

Äquivalentdosis H_T

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

Strahlungsarten
im Gewebe gewichten

Einheit: Sievert (Sv)

$D_{T,R}$: Energiedosis im Gewebe T durch R.

Effektive Dosis E_{eff}

$$E_{\text{eff}} = \sum_T w_T \cdot H_T$$

Gewebe T
zusätzlich gewichten

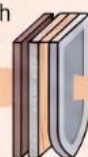
Einheit: Sievert (Sv)

Vereinfachtes Gewebemodell: w_R und w_T sind vorgegebene, dimensionslose Gewichtungsfaktoren.

Abschirmung anhand derselben Dosisgröße vergleichen

Illustrative Modelldaten; Skizzen nicht maßstäblich

ohne Abschirmung:
 $D = 4 \mu\text{Gy}$



mit Abschirmung:
 $D = 1 \mu\text{Gy}$



Dosisreduktion: $3 \mu\text{Gy}$ (75 % des Ausgangswerts)

Gleiche Quelle, Dauer und Geometrie; hier nur D.

Dosisreduktion ist keine Sicherheitsgarantie.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Energiedosis, Äquivalentdosis und effektive Dosis unterscheiden, die zur Fragestellung passende Dosisgröße unter benannten Modellannahmen aus gegebenen Daten bestimmen und die Wirksamkeit einer Abschirmung unter sonst vergleichbaren Expositionsbedingungen anhand der Dosisreduktion beurteilen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zerfallsgesetze anwenden

a12fddce-0215-58d9-bd91-21be8a960d25

S. 430

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

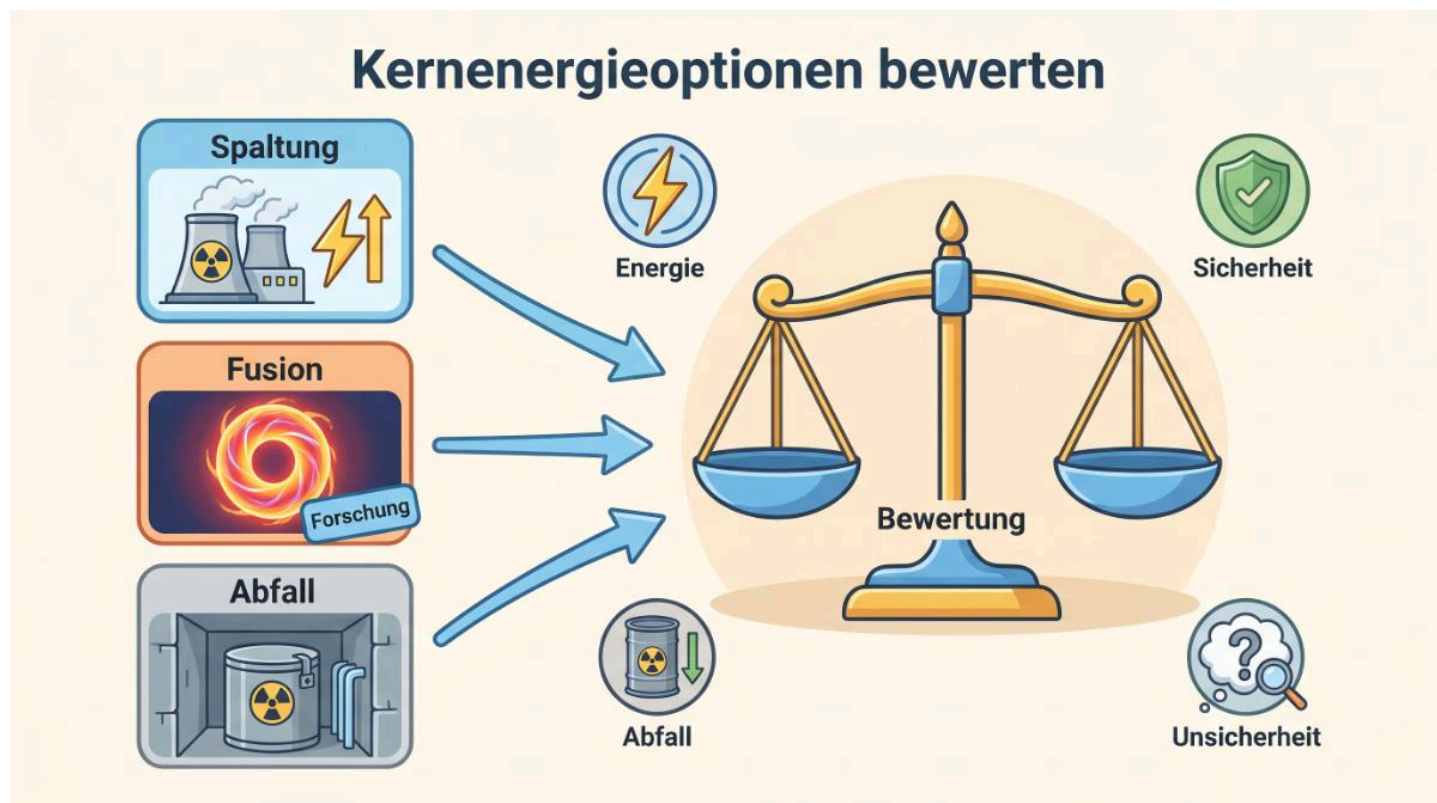
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Radioaktivität, Zerfall und Strahlenschutz](#) 4daef009-6425-526a-8574-4fa75f28f946

Kernenergieoptionen mit physikalischen Kriterien bewerten

Lernziel-ID 7e719cc2-0866-5267-a252-e7e7ac0d03f1

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Optionen der Kernenergienutzung mit physikalischen Kriterien und Unsicherheiten strukturiert bewerten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Anwendungen und Risiken radioaktiver Strahlung beurteilen 979e0d0d-8933-4ace-814f-f28060ad280f	S. 74	Kernspaltung und Kernfusion qualitativ beschreiben 50877233-7abf-54df-b347-6d3224678fc9	S. 77	Energiefreisetzung bei Kernreaktionen mit Masse-Energie-Äquivalenz erklären 7d78da7f-6af5-440a-9d6b-6cab4bee8dd2	S. 197
--	-------	---	-------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

[Radioaktivität, Zerfall und Strahlenschutz](#) 4daef009-6425-526a-8574-4fa75f28f946

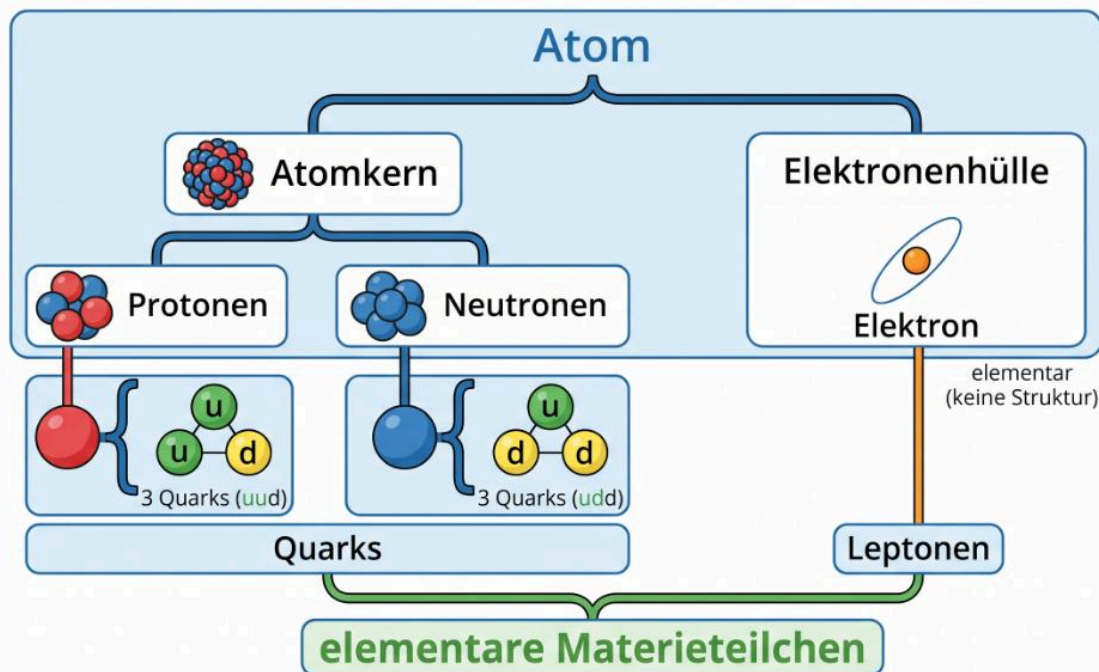
[Prüfungsaufgabe: Kernreaktionen und Energieoptionen bewerten](#) a77e53d5-246d-52df-86a2-d14f7a08fb77

Elementare Bestandteile der Materie mit Strukturmodellen ordnen

Lernziel-ID b3f3f4f7-b5cc-40e1-b57a-3d93649baa61

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele

Bausteine der Materie



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann elementare Bestandteile der Materie mit einfachen Strukturmodellen ordnen und Quarks, Leptonen sowie ihre Rolle als Bausteine der Materie qualitativ einordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Keine

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Warum Physik? – Weltverständnis & Zukunft](#) 5c44b9ba-9b05-4774-95d5-073239d3fc4f

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

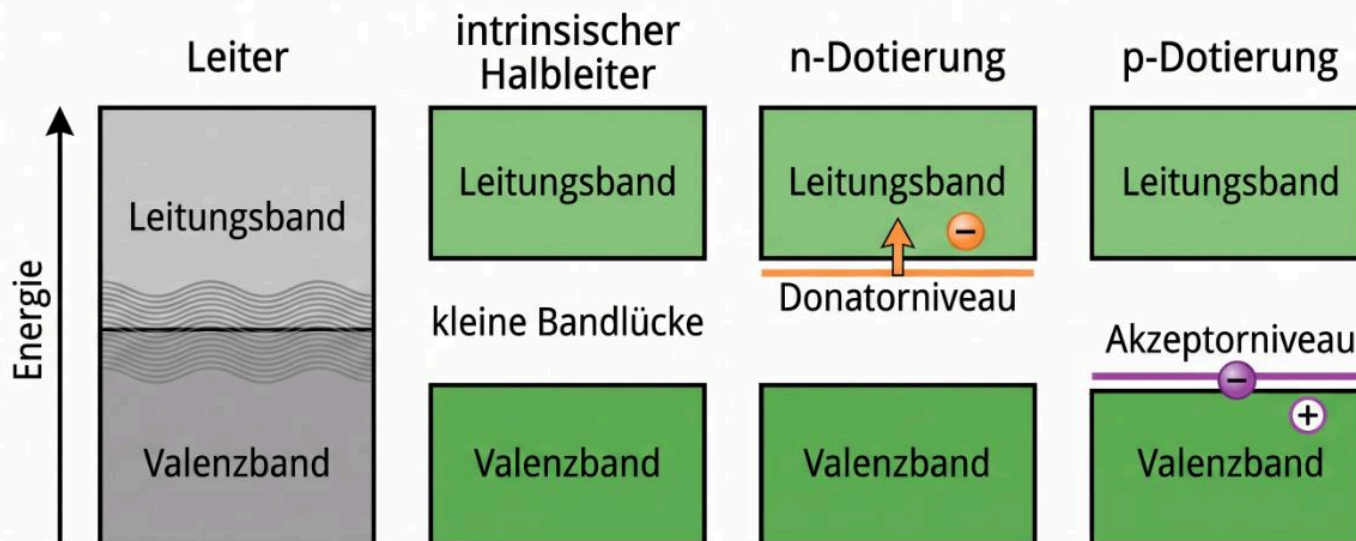
[Prüfungsaufgabe: Materiestruktur und radioaktiven Zerfall ordnen](#) b8c3dfb7-9286-52ac-8b0f-ad0a0ce941ed

Bändermodell und Dotierung

Lernziel-ID df010b2b-b182-5f7e-bbe4-49b72e48c27a

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele

Bändermodell und Dotierung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das qualitative Bändermodell für Leiter und Halbleiter beschreiben und erklären, wie Dotierung die Leitfähigkeit beeinflusst.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Leiter, Nichtleiter und Halbleiter

7badac4d-2874-5b3a-87e8-bf8f4440b2a6

S. 168

Wird direkt vorausgesetzt von

Supraleitung qualitativ verstehen

853dbe54-85b0-59ab-8f3a-000c2b7746ec

S. 439

Quantenphysikalische Bändermodelle

658cf33d-a0c2-5d47-801a-3dbcd5cac074

S. 440

Sperrschicht und Polung am p-n-Übergang

erklären

2084b7d4-300d-5fa0-8b8d-c480c40f853e

S. 441

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Festkörperphysik und Halbleiterelektronik](#) 0f5346d6-de1b-se38-aaba-68db205e594b

[Prüfungsaufgabe: Halbleiter im Bändermodell deuten](#) 1abfd5ef-1f42-5b71-8c9a-80c0a6b0322e

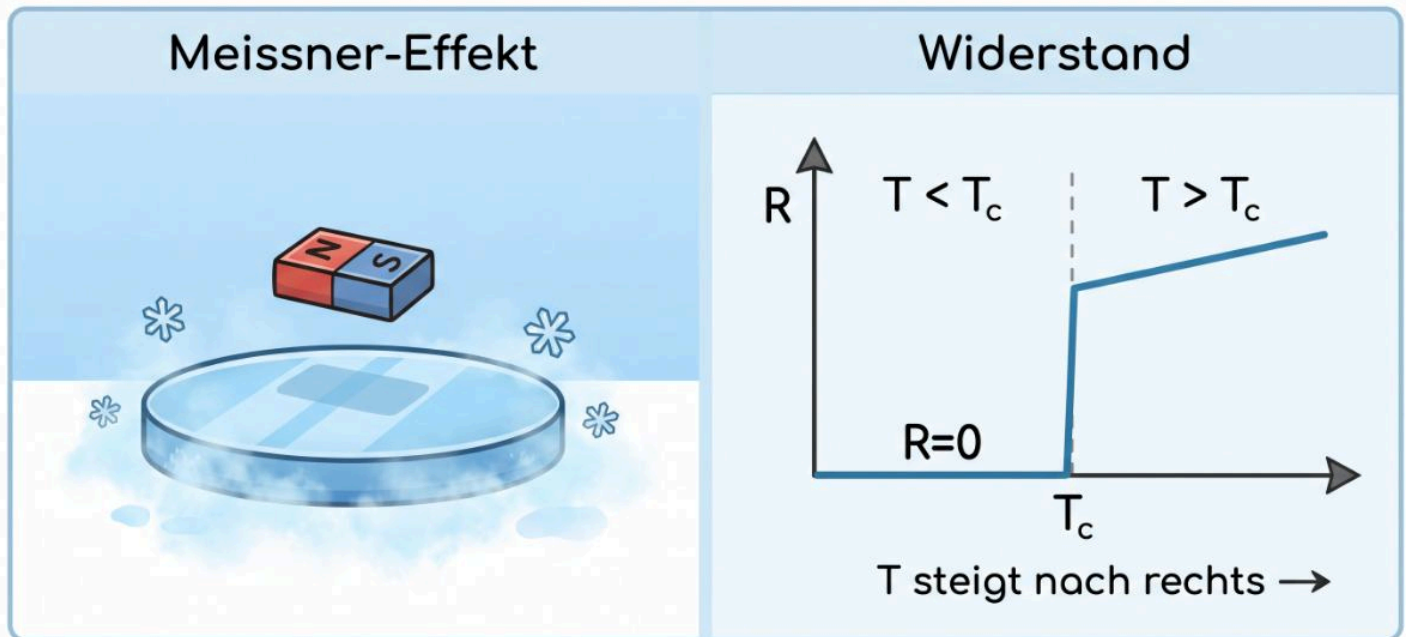
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

Supraleitung qualitativ verstehen

Lernziel-ID 853dbe54-85b0-59ab-8f3a-000c2b7746ec

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Festkörperphysik

Supraleitung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann das Verschwinden des elektrischen Gleichstromwiderstands unterhalb einer kritischen Temperatur und die Verdrängung eines Magnetfelds im Meißner-Zustand qualitativ beschreiben und damit einfache Anwendungen und Beobachtungen der Supraleitung erläutern.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

HE: Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bändermodell und Dotierung

df010b2b-b182-5f7e-bbe4-49b72e48c27a

S. 438

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Festkörperphysik und Halbleiterelektronik](#) 0f5346d6-de1b-5e38-aaba-68db205e594b

[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035

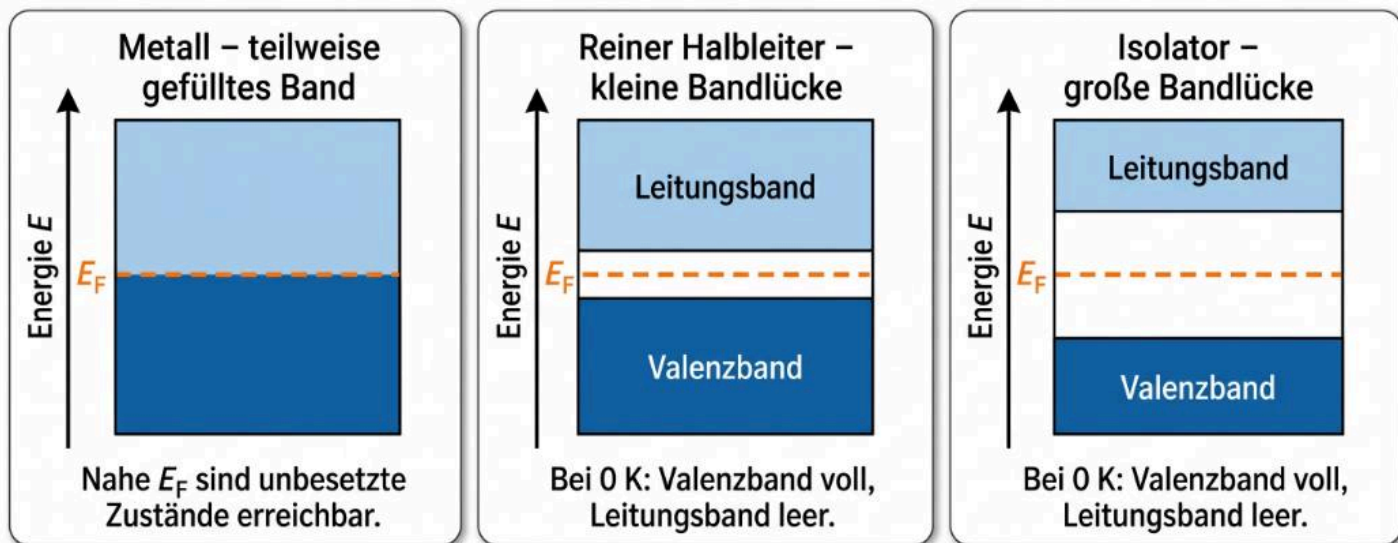
Quantenphysikalische Bändermodelle

Lernziel-ID 658cf33d-a0c2-5d47-801a-3dbcd5cac074

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Festkörperphysik

Fermienergie und Bandbesetzung

Schematische Modellfälle bei $T = 0$ K; nicht maßstäblich



Dunkelblau: besetzte Zustände · **Hellblau:** unbesetzte erlaubte Zustände ☐ keine erlaubten Zustände

Bei endlicher Temperatur ist thermische Anregung möglich. Die Größe der Bandlücke beeinflusst, wie leicht Elektronen das Leitungsband erreichen. E_F : hier die Fermienergie als Besetzungsgrenze

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einem vorgegebenen quantenphysikalischen Bändermodell die Lage der Fermienergie und die Besetzung erlaubter Elektronenzustände unter angegebenen Temperaturbedingungen zur Erklärung der elektrischen Leitfähigkeit nutzen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

HE: Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bändermodell und Dotierung

df010b2b-b182-5f7e-bbe4-49b72e48c27a

S. 438

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Besetzte Zustände und elektrische Leitfähigkeit 71e8936b-fa8a-50dc-8c47-fca015b85ac5](#)

Sperrschicht und Polung am p-n-Übergang erklären

Lernziel-ID 2084b7d4-300d-5fa0-8b8d-c480c40f853e

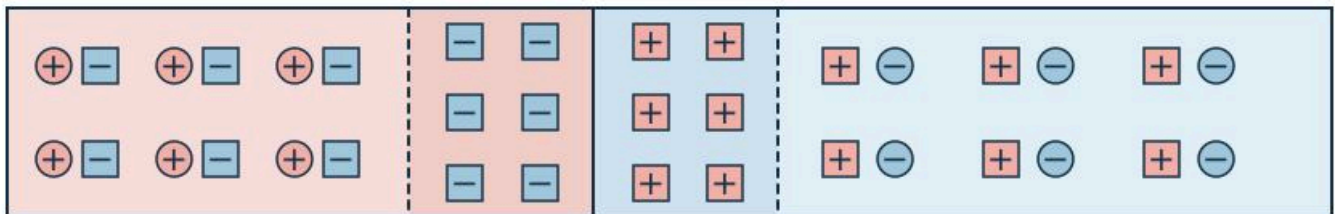
Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe I > Dioden: belegte Quellenanteile

1 · pn-Übergang: Ladungen und Barriere

p: quasineutral

Raumladungszone

n: quasineutral



Kreise: mobile Löcher (+) / Elektronen (-).

Quadrate: ortsfeste Akzeptorionen (-) / Donatorionen (+).

Zone: kaum freie Ladungsträger; die Ionen bleiben zurück.

Durchlass: p an +, n an - → Barriere kleiner

Sperrung: p an -, n an + → Barriere größer

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit einem einfachen Ladungsträgermodell die Entstehung der Sperrschicht am p-n-Übergang und ihre Veränderung bei Durchlass- und Sperrpolung erklären.

Geltung

BY, SL: Sek. I · G9

HE, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

RP: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Bändermodell und Dotierung

df010b2b-b182-5f7e-bbe4-49b72e48c27a

S. 438

Wird direkt vorausgesetzt von

Einen bipolaren Transistor als Schalter funktional untersuchen

7d4d6a39-9c78-5fb0-b7bf-182ed00972f7

S. 442

Die Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode experimentell bestimmen

3857891b-d328-585b-9936-85c7aff122ee

S. 445

Die Gleichrichterfunktion einer Diodenschaltung erklären

3b586f2a-60e2-5019-aa08-6a47616a1f1f

S. 446

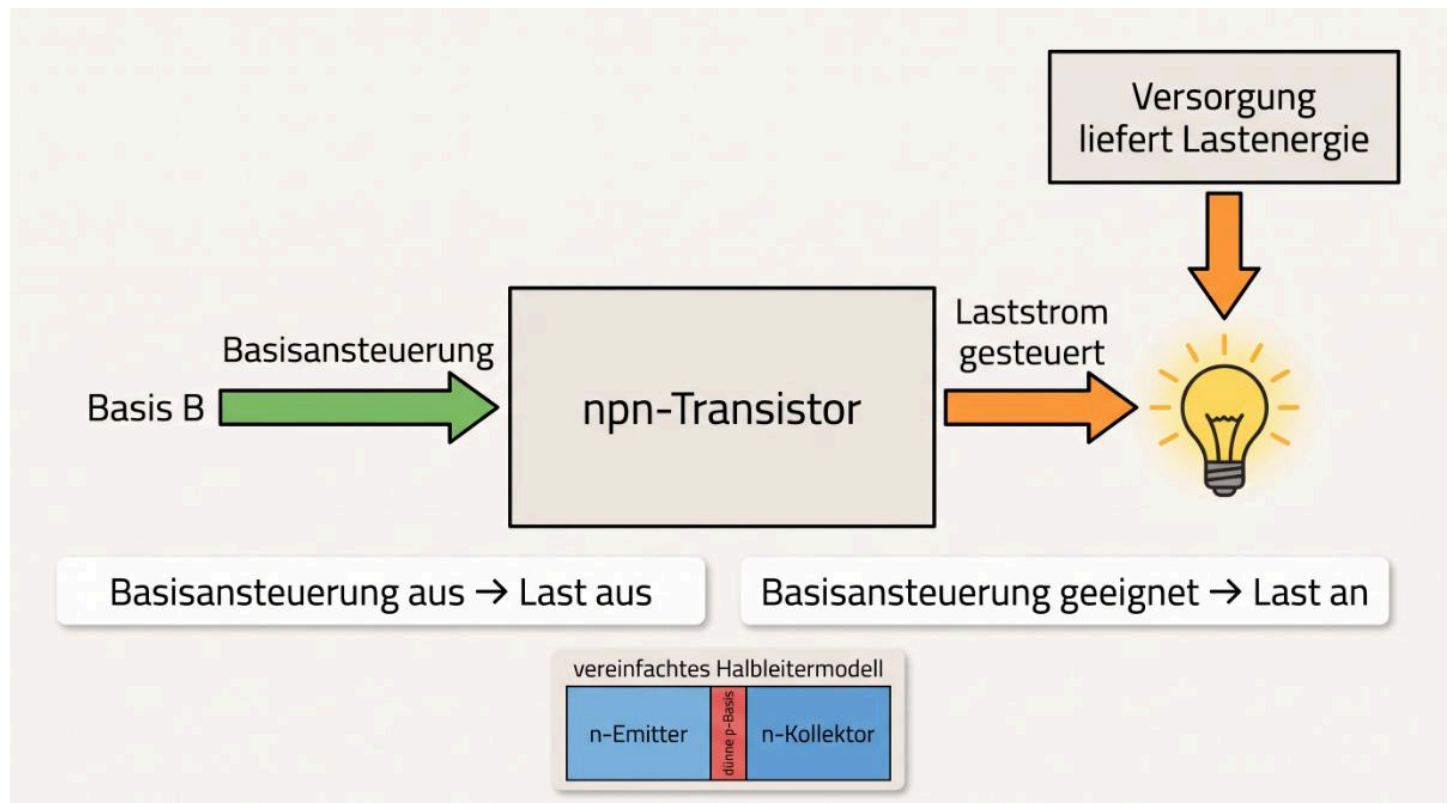
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Warum eine Diode beim Umpolen sperrt](#) c61b2a69-b5cd-5785-bb04-5d6bca53b218

Einen bipolaren Transistor als Schalter funktional untersuchen

Lernziel-ID 7d4d6a39-0c78-5fb0-b7bf-182ed00972f7

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Festkörperphysik > Transistorschaltungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einem vorgegebenen npn- oder pnp-Transistoraufbau die Funktion von Basis, Kollektor und Emitter mithilfe eines einfachen Halbleitermodells erklären und daraus das Ein- und Ausschalten des Laststromkreises begründen; wenn die Anwendung als Schülerexperiment vorgesehen ist, kann sie den Aufbau nach Plan herstellen und die Schaltwirkung selbst untersuchen.

Geltung

BY: Sek. I · G9

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

RP: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK; Sek. II · G9 · GK; + 1 weitere Kombinationen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Sperrschicht und Polung am p-n-Übergang erklären

2084b7d4-300d-5fa0-8b8d-c480c40f853e

S. 441

Wird direkt vorausgesetzt von

Transistorverstärker analysieren

af50bb9a-fd7b-50f5-9698-48c4efe99032

S. 443

Eine bistabile Transistor-Flipflop-Schaltung deuten

c2af45aa-e3fc-5119-9159-c5a260b4135a

S. 444

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Einen Transistor als Schalter deuten 88f27aab-8724-5a4d-8543-e49ebcb54b8e](#)

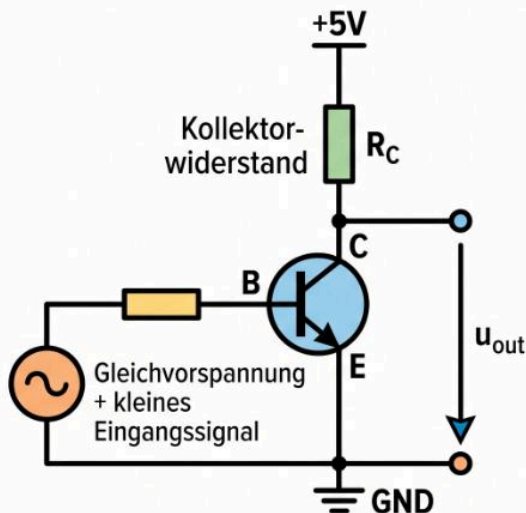
Transistorverstärker analysieren

Lernziel-ID af50bb9a-fd7b-50f5-9698-48c4efe99032

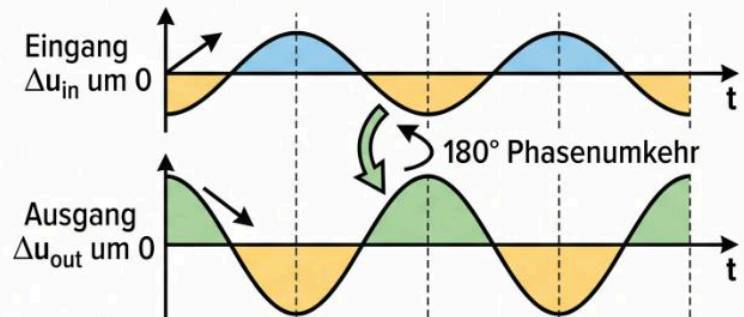
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Festkörperphysik

Transistorverstärker analysieren

Emitterschaltung: kleine Signale verstärken



Vorspannung: Arbeitspunkt im aktiven Bereich; kleine Aussteuerung.

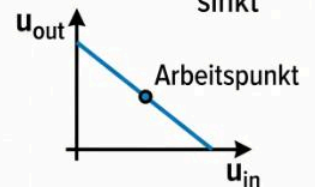


Wechselanteile um den Arbeitspunkt

u_{in} steigt $\rightarrow I_C$ steigt $\rightarrow$ Spannungsabfall an R_C steigt $\rightarrow u_{out}$ sinkt

$$u_{out} = 5V - R_C \cdot I_C$$

Signalenergie kommt aus der Versorgung.



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einer vorgegebenen oder selbst aufgebauten bipolaren Verstärkerschaltung mit Hilfe von Kennlinien und Arbeitspunkt erklären, wie ein kleines Eingangssignal ein größeres Ausgangssignal steuert und welche Grenzen für eine unverzerrte Verstärkung gelten.

Geltung

HE: Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Einen bipolaren Transistor als Schalter funktional untersuchen](#)

7d4d6a39-9c78-5fb8-b7bf-182ed0097217

S. 442

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Festkörperphysik und Halbleiterelektronik 0f5346d6-de1b-5e38-aaba-68db205e594b](#)

[Prüfungsaufgabe: Arbeitspunkt und Verzerrung einer Emitterschaltung 144007cb-e2bc-5c82-bf9d-dda705b15257](#)

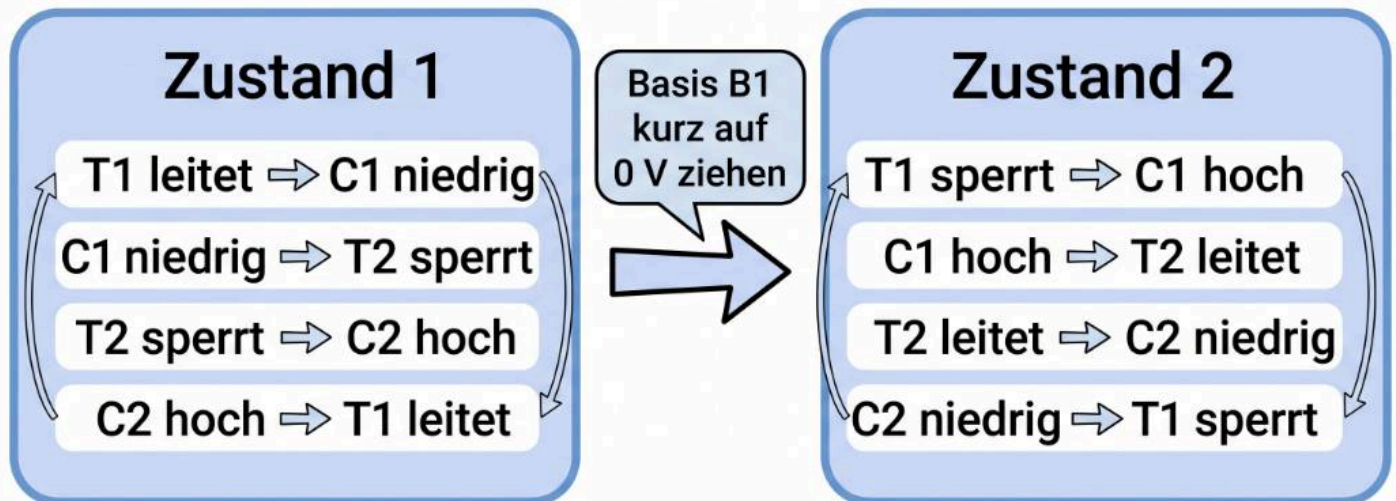
[Q4-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 4a58df57-f791-502f-8b8d-9ba155e46035](#)

Eine bistabile Transistor-Flipflop-Schaltung deuten

Lernziel-ID c2af45aa-e3fc-5119-9159-c5a260b4135a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Q4 Struktur von Materie, Raum und Zeit > Festkörperphysik > Transistorschaltungen

Bistabil: zwei gespeicherte Zustände



Nach dem Impuls hält die Rückkopplung den neuen Zustand

Vereinfachtes Funktionsmodell einer geeigneten npn-Schaltung

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einer vorgegebenen bistabilen Transistorschaltung erklären, wie gegenseitige Rückkopplung zwei stabile Zustände ermöglicht, und anhand der Schaltung vorhersagen, wie ein geeigneter Schaltimpuls den gespeicherten Zustand ändert.

Geltung

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Einen bipolaren Transistor als Schalter funktional untersuchen

7d4d6a39-0c78-5fb0-b7bf-182ed00972f7

S. 442

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

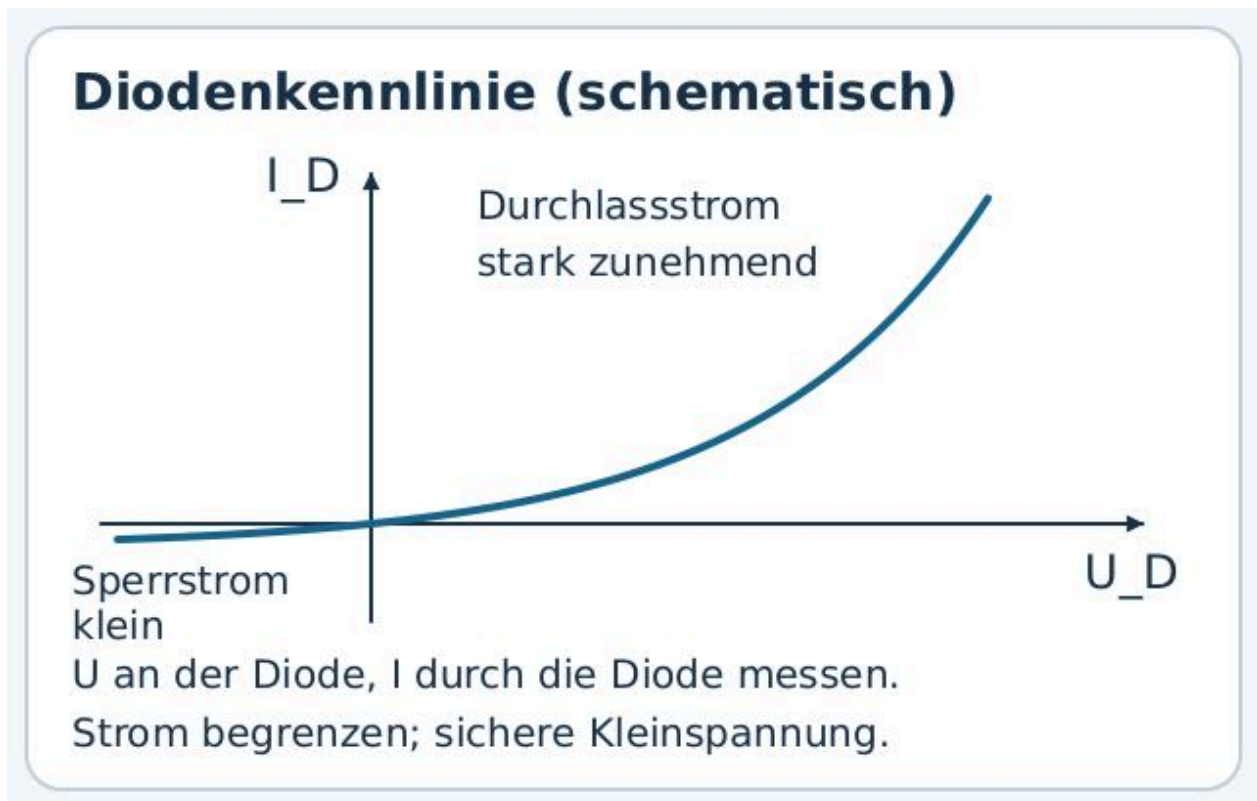
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Einen gespeicherten Schaltzustand ändern](#) 5902ebe8-2025-5a7c-b95d-13057398d6e6

Die Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode experimentell bestimmen

Lernziel-ID 3857891b-d328-585b-9936-85c7aff122ee

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe I > Dioden: belegte Quellenanteile



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann in einem beaufsichtigten, strombegrenzten Kleinspannungsversuch die Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode in Durchlass- und Sperrpolung aufnehmen und aus den Messwerten ihr richtungsabhängiges Leitverhalten begründen.

Geltung

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, SL: Sek. I · G9

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Stromstärke in einfachen Stromkreisen messen f1a078ae-6262-4444-a4bc-a5ab275621cf	S. 56	Spannung in einfachen Stromkreisen messen 28237994-9c24-5a06-82fe-be1f494768ba	S. 57	Sperrschicht und Polung am p-n-Übergang erklären 2084b7d4-300d-5fa0-8b8d-c480c40f853e	S. 441
---	-------	--	-------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

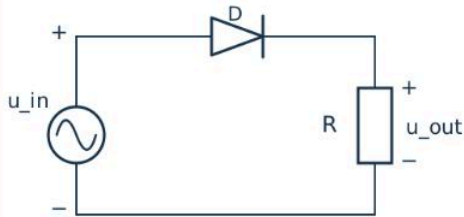
[Eine echte Diodenkennlinie aufnehmen und prüfen](#) 4ac5a07c-fff0-5eae-890d-89e13eaf69c3

Die Gleichrichterfunktion einer Diodenschaltung erklären

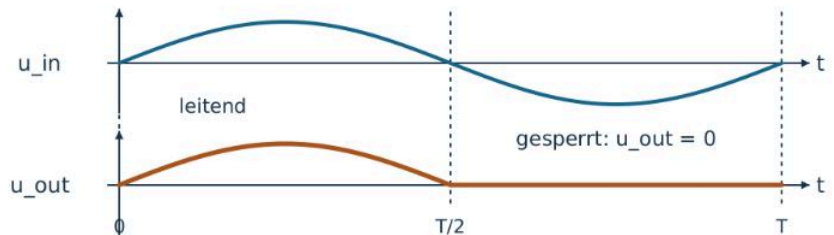
Lernziel-ID 3b586f2a-60e2-5019-aa08-6a47616a1f1f

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Sekundarstufe I > Dioden: belegte Quellenanteile

2 · Einweggleichrichter (ideale Diode)



±: Bezugspolung; die Quelle ist eine Wechselspannung.



Ohne Glättung: Die positive Halbwelle bleibt; während der negativen Halbwelle ist der Ausgang null.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann an einer vorgegebenen einfachen Gleichrichterschaltung aus der Polung der Dioden die Stromwege und den zeitlichen Verlauf der Spannung am Verbraucher erklären.

Geltung

HE: Sek. II · GK; Sek. II · LK

SL: Sek. I · G9

SN: Sek. I · G8

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Sperrschicht und Polung am p-n-Übergang erklären](#)

2084b7d4-309d-5fa0-8b8d-c480c40f853e

S. 441

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

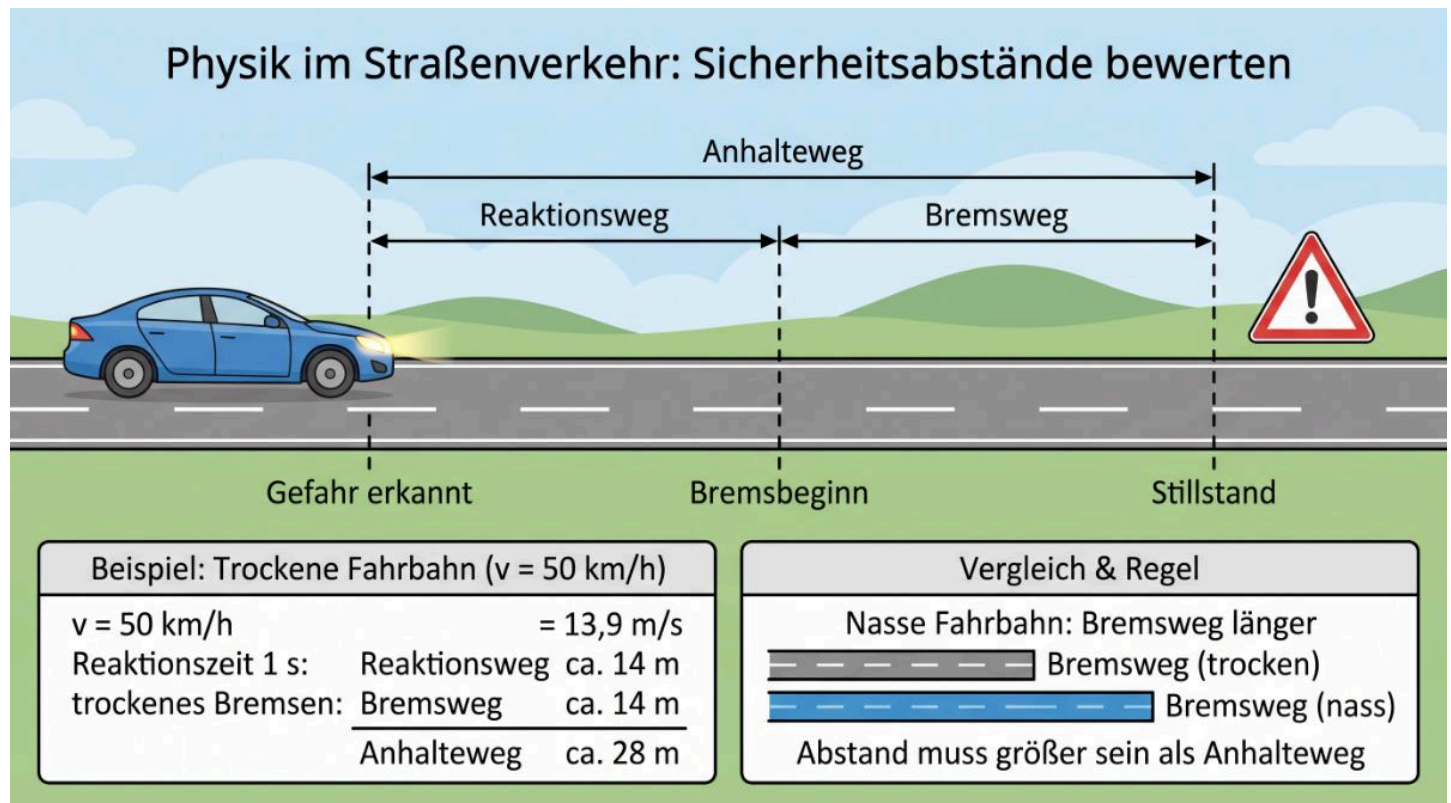
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Stromwege eines Einweggleichrichters begründen](#) 18fb1470-5a03-5277-9486-ae74c63c8a8c

Physik im Straßenverkehr: Sicherheitsabstände bewerten

Lernziel-ID 4a2bf015-052b-4af0-aed7-324259fa1a8a

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Reaktions- und Bremswege qualitativ und mithilfe einfacher Modelle beurteilen und daraus Sicherheitsabstände in Alltagssituationen bewerten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und Beschleunigung

e4b38061-1f28-43ad-8371-a3e7c0e81856

S. 81

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Vorbedingungen außerhalb dieses Buchs

[Proportionale Zusammenhänge mit Quotientengleichheit prüfen](#) c1f50bcc-7848-4e49-b9de-9ec838cc6bca

[Quadratische Funktionen beschreiben und anwenden](#) 5a9702f4-7e4d-457d-b98c-f0bafcd1e386

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kontextaufgaben zu Sport, Verkehr und Sicherheit lösen](#) 7c0b94b9-2af7-59d4-bfae-278a3418f6a8

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

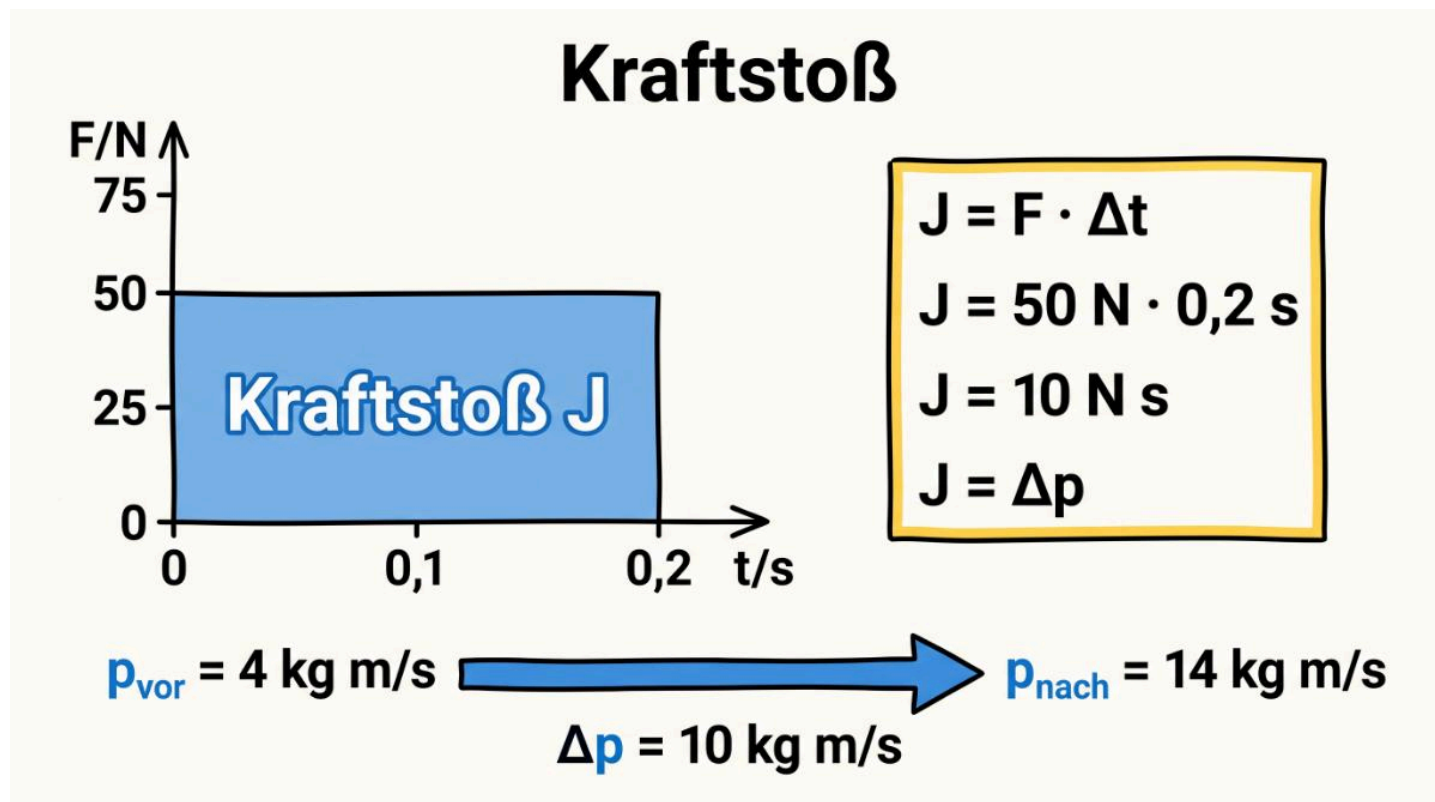
[Bewegungsanalyse und freier Fall](#) a9562b05-c54d-5635-9244-3f7dd24a8642

[Prüfungsaufgabe: Wurf- und Bremsbewegungen modellieren](#) dfd2628f-b44e-51b3-86e8-99158861be8c

Kraftstoß

Lernziel-ID e790de73-f8e5-4027-bc05-9f12a0e8c9cb

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Kraftstoß als über die Einwirkdauer aufsummierte Wirkung der resultierenden äußeren Kraft beschreiben, ihn in einer gewählten Richtung als vorzeichenbehaftete Fläche unter einem Kraft-Zeit-Diagramm und bei konstanter Kraft als Produkt aus Kraft und Einwirkdauer bestimmen sowie mit der Impulsänderung verknüpfen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Impulserhaltung

839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824

S. 95

Wird direkt vorausgesetzt von

Unfallphysik: Kraftstoß und Knautschzone

1232febe-868a-4dac-b4c2-e35789434601

S. 449

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Trägheit, Kraftstoß und Stoßvorgang untersuchen](#) 68061652-d617-5e51-5f03-88bd-a2497171d434

[Energie, Impuls und Stöße](#) 72649cf5-893c-5f03-88bd-a2497171d434

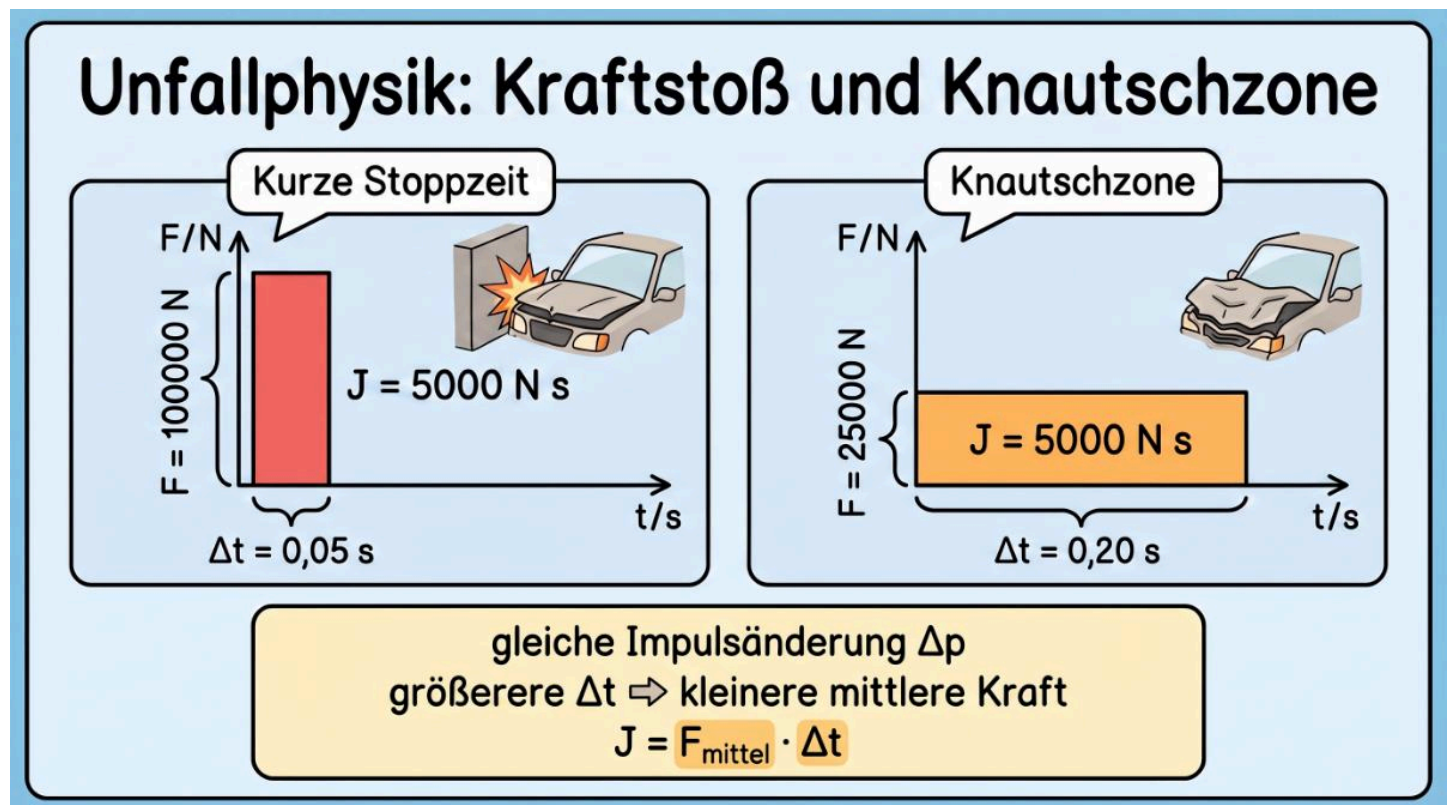
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen](#) be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3

Unfallphysik: Kraftstoß und Knautschzone

Lernziel-ID 1232febe-868a-4dac-b4c2-e35789434601

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > E.2 Newton'sche Axiome und Erhaltungssätze > Erhaltungssätze > Impuls



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei gleicher Impulsänderung mit der verlängerten Stoßdauer erklären, wie eine Knautschzone den Betrag der mittleren Kraft bei einem Verkehrsunfall verringert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kraftstoß

e790de73-f8e5-4027-bc05-9f12a0e8c9cb

S. 448

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Kontextaufgaben zu Sport, Verkehr und Sicherheit lösen](#) 7c0b94b9-2af7-59d4-bfae-278a3418f6a8 [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Inelastische Stöße

Lernziel-ID 0da13365-02c2-44f1-8a81-d524ca0ac3ae

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Inelastischer Stoß

vorher

$m_A = 1 \text{ kg}$
 $v_A = 4 \text{ m/s}$
 $p_A = 4 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$m_B = 1 \text{ kg}$
 $v_B = 0 \text{ m/s}$

Wagen A

Wagen B

nachher

$m_A = 1 \text{ kg}$
 $v' = 2 \text{ m/s}$

$m_B = 1 \text{ kg}$
 $p'_{\text{ges}} = 4 \text{ kg m/s}$

Verformung

- $p_{\text{ges}}: 4 \text{ kg m/s} \rightarrow 4 \text{ kg m/s}$
- $E_{\text{kin}}: 8 \text{ J} \rightarrow 4 \text{ J}$
- $4 \text{ J} \rightarrow \text{innere Energie / Verformung}$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann inelastische Stöße in einer Dimension mithilfe der Impulserhaltung analysieren und Energieumwandlungen qualitativ beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieerhaltung 91c49019-ea51-4ce5-a919-c91c45b25e83	S. 93	Impulserhaltung 839ecc8f-3a60-418b-bc92-64bfeef33824	S. 95
---	-------	--	-------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Energie, Impuls und Stöße 72649cf5-893c-5f63-88bd-a2497171d434](#)

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026](#)

[Prüfungsaufgabe: Einen inelastischen Stoß bilanzieren b637582c-a618-5698-817a-8d7bd1fa05f6](#)

[Grundlagenaufgaben zu Newton, Energie und Impuls lösen be6d4895-65ab-545b-8df9-84e5a308a5e3](#)

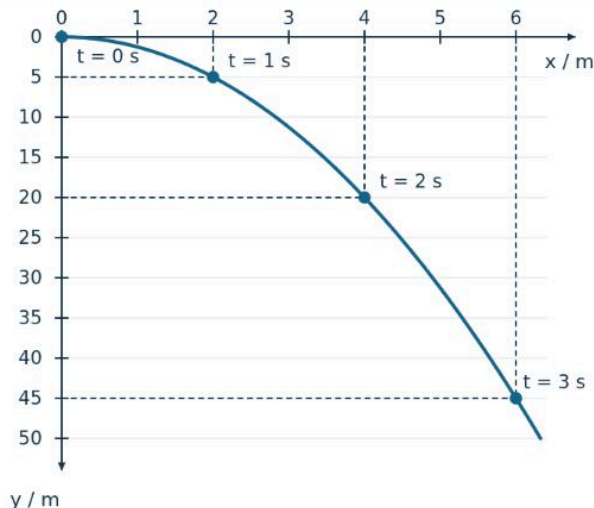
Waagerechter Wurf analysieren

Lernziel-ID 89a8cf15-7ba4-46c1-b1dc-fd161b20d9c2

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Waagerechter Wurf: zwei Teilbewegungen, eine Zeit

Modell: Start (0, 0); $v_x = 2 \text{ m/s}$ konstant; $v_y(0) = 0$; $g = 10 \text{ m/s}^2$ (vereinfacht).
Luftwiderstand vernachlässigt. Die positive y-Richtung zeigt nach unten.



x wächst gleichmäßig; y wächst quadratisch.
Alle Punkte gehören zum selben Zeitparameter.

Berechnete Modellwerte

t / s	x / m	y / m
0	0	0
1	2	5
2	4	20
3	6	45

Überlagerung und Flugbahn

$$x = v_x \cdot t$$

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$y = [g / (2 v_x^2)] \cdot x^2$$

Gleiche Zeiten: gleiche x-Zuwächse,
aber wachsende y-Zuwächse.

Die Flugbahn ist eine Parabel.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den waagerechten Wurf experimentell untersuchen, bei vernachlässigbarem Luftwiderstand und konstanter Fallbeschleunigung als Überlagerung gleichförmiger horizontaler und gleichmäßig beschleunigter vertikaler Bewegung deuten und die Flugbahn im x-y-Diagramm darstellen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Modellierung und Idealisierung von Bewegungen

d6dc9e02-831d-4894-a61a-852bcc74f147

S. 83

Bezugssysteme und Geschwindigkeitsüberlagerung

68c90ba6-c438-463c-9a53-cf61062d416a

S. 96

Wird direkt vorausgesetzt von

Schiefen Wurf beschreiben

fbecbd60-5db3-51e8-94be-d66b066ffa06

S. 452

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Mehrphasenbewegung und Modellprüfung](#)

2b9e565f-d9b4-5e23-b5b7-b7977cecf06

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik](#)

[selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-

ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit](#)

[Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-

bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

[Prüfungsaufgabe: Wurf- und](#)

[Bremsbewegungen modellieren](#) dfd2628f-

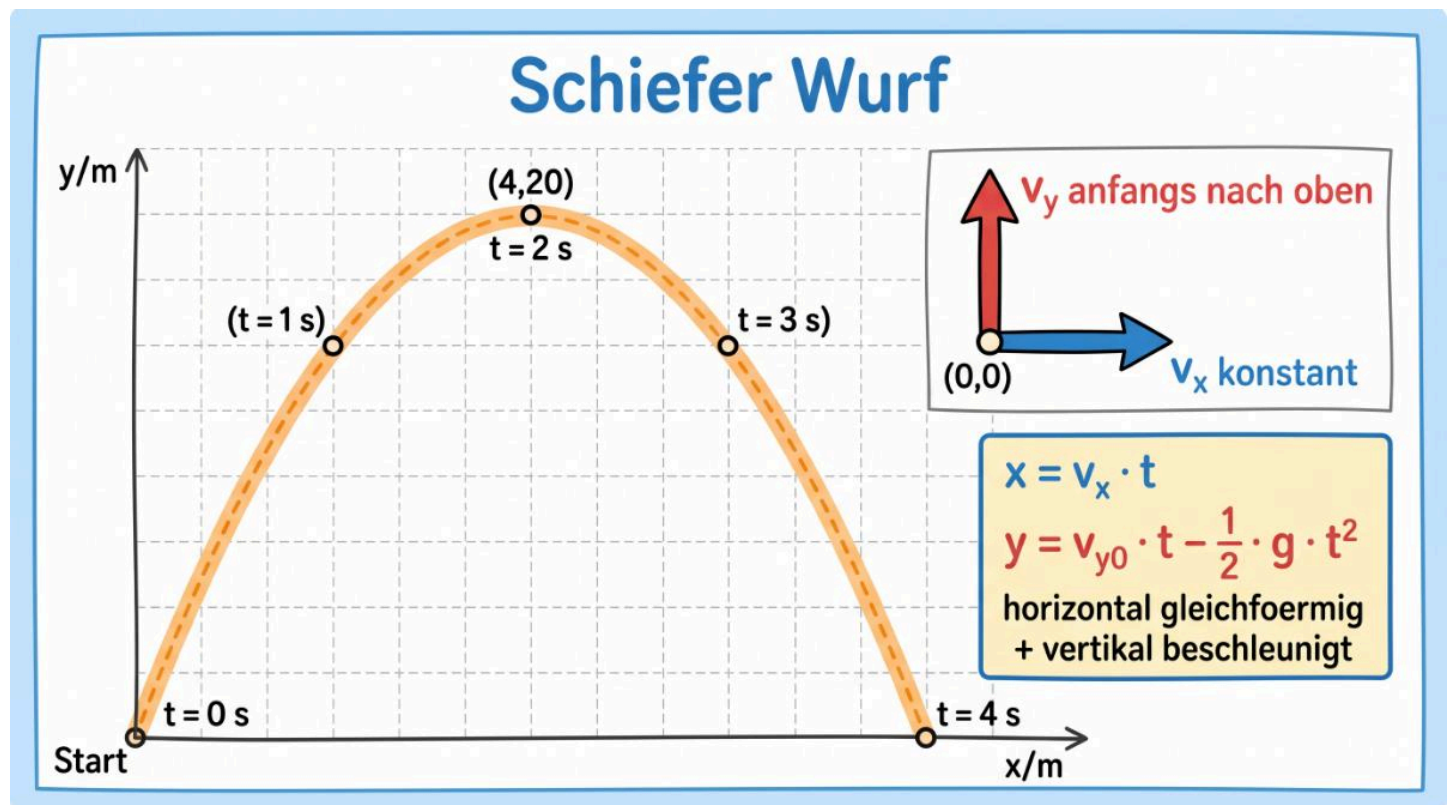
b44e-51b3-86e8-99158861be8c

Schiefen Wurf beschreiben

Lernziel-ID fbecbd60-5db3-51e8-94be-d66b066ffa06

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Weitere Bewegungen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den schiefen Wurf ohne Luftwiderstand als Überlagerung einer gleichförmigen horizontalen und einer durch die Schwerkraft gleichmäßig beschleunigten vertikalen Bewegung beschreiben und typische Flugbahnen qualitativ skizzieren.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

[Waagerechter Wurf analysieren](#)

89a8cf15-7ba4-46c1-b1dc-fd161b20d9c2

S. 451

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

Fallbewegung mit Luftwiderstand und Grenzggeschwindigkeit

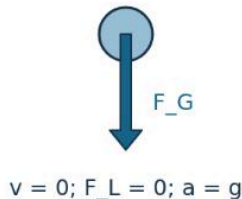
Lernziel-ID 12260012-cf04-5409-b57d-f5b3a46d9126

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele

Fallen mit Luftwiderstand: Wie entsteht Grenzggeschwindigkeit?

Blau: Gewichtskraft F_G · Orange: Luftwiderstand F_L

Beim Loslassen



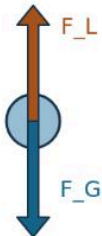
$$v = 0; F_L = 0; a = g$$

Beschleunigter Fall



$$0 < F_L < F_G$$
$$v \text{ nimmt zu; } 0 < a < g$$

Grenzzustand



$$F_L = F_G \Rightarrow a = 0$$
$$v = v_G \text{ (konstant)}$$

Gleicher Kraftmaßstab: F_G bleibt gleich, F_L wächst mit der Fallgeschwindigkeit.

Kräftebilanz erklärt die Bewegung

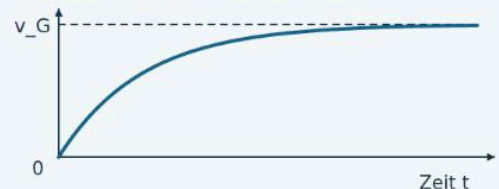
$$m \cdot a = F_G - F_L \text{ (positive Richtung: nach unten)}$$

Mit wachsendem Luftwiderstand wird die Beschleunigung kleiner.

Im Grenzzustand: Kräftegleichgewicht, aber kein Stillstand.

Modell: konstante Masse und Gewichtskraft; Auftrieb vernachlässigt.

Fallgeschwindigkeit v (schematisch)



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann eine Fallbewegung mit Luftwiderstand mithilfe einfacher Modelle qualitativ beschreiben und bei vernachlässigbarem Auftrieb die Grenzggeschwindigkeit aus dem Gleichgewicht von Gewichtskraft und Luftwiderstand erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Freier Fall experimentell untersuchen

09029573-864f-40ca-bf8a-cee7bf6dcb73

S. 82

Grundgleichung der Mechanik anwenden

5f289cdc-fda1-4058-b44f-041ba1398e79

S. 87

Wird direkt vorausgesetzt von

Numerische Simulation von Bewegungen

761a0879-fc15-5d0c-a2b7-2b439efecd5b

S. 454

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Prüfungsaufgabe: Einen Fall mit Luftwiderstand modellieren](#)

b7e366e2-8323-5171-83a1-1f536c2062d8

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos](#)

analysieren dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

Numerische Simulation von Bewegungen

Lernziel-ID 761a0879-fc15-5d0c-a2b7-2b439efecd5b

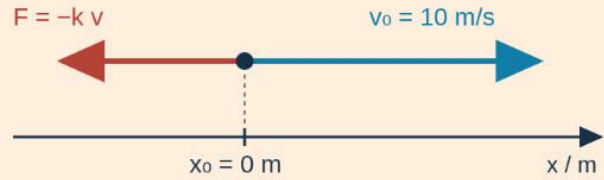
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Weitere Bewegungen

Numerische Simulation einer Bewegung mit Reibung

Anfangszustand: $t = 0 \text{ s}$

$F = -k v$

$v_0 = 10 \text{ m/s}$



$x_0 = 0 \text{ m}$

x / m

$m = 2,0 \text{ kg}$ $k = 0,40 \text{ kg/s}$

Explizites Euler-Verfahren

$\Delta t = 1,0 \text{ s}$

$a_n = F_n / m = -(0,20 \text{ s}^{-1}) v_n$

$x_{n+1} = x_n + v_n \Delta t$

$v_{n+1} = v_n + a_n \Delta t$

Vorige Zeile für beide Updates verwenden.

Näherung im gegebenen Reibungsmodell: kleinere Zeitschritte vergleichen und Plausibilität prüfen.

n	t / s	x / m	v / (m/s)	a / (m/s²)
0	0	0	10	-2
1	1	10	8	-1,6
2	2	18	6,4	-1,28
3	3	24,4	5,12	-1,024

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Bewegungen mit Reibung durch Differenzenquotienten modellieren und mithilfe einer Tabellenkalkulation oder ähnlicher Werkzeuge numerisch simulieren.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Methode: Modellbildung mit Tabellenkalkulation ac25ffe3-fd42-592d-a937-79cc13460313	S. 125	Fallbewegung mit Luftwiderstand und Grenzggeschwindigkeit 12260012-cf04-5409-b57d-f5b3a46d9126	S. 453
--	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Mehrschrittige Bewegungsmodelle mit Reibung und Chaos analysieren](#) dd99528a-bae5-5b78-89e6-c6092c927f8d

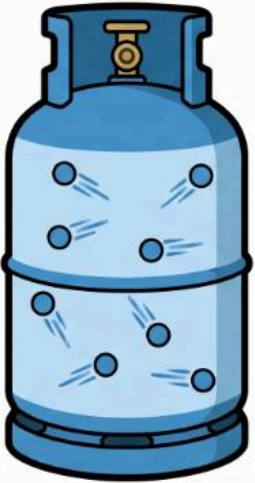
Kinetische Gastheorie & Temperatur

Lernziel-ID 37b33812-d428-5953-852e-57a53a4347fe

Physik > [Bundeslandspezifische Ergänzungen](#) > [Stufenübergreifend](#) > [Weitere fachliche Ziele](#)

Kinetische Gastheorie und Temperatur

Niedrige Temperatur



weniger kinetische Energie

$\rightarrow \langle E_{\text{kin}} \rangle \propto T \leftarrow$

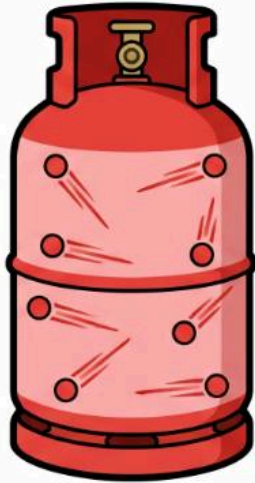
mittlere translatorische kinetische Energie pro Teilchen

absolute Temperatur T

$$\langle E_{\text{kin}} \rangle = \frac{3}{2} k_B T$$

Klassisches ideales Gas

Hohe Temperatur



mehr kinetische Energie

Hinweis: einzelne Teilchen haben verschiedene Geschwindigkeiten

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann im klassischen Modell eines idealen Gases erklären, wie die absolute Temperatur mit der mittleren kinetischen Energie der ungeordneten Translationsbewegung der Teilchen zusammenhängt.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY: Sek. I · G9

+ 3 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wärmeenergie als innere Energie deuten

88d07c80-5d7d-5c70-b385-b22769381e44

S. 109

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E12: Makrozustand und Mikrozustände

b61d233a-1902-526b-a9b5-6b3d553f4013

S. 469

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

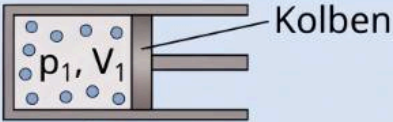
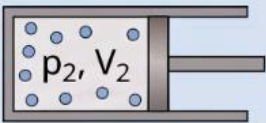
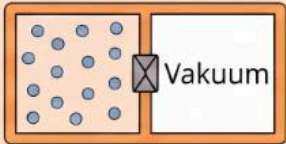
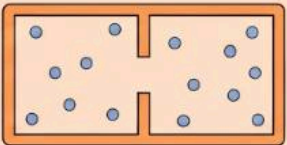
[Prüfungsaufgabe: Temperatur mit dem Teilchenmodell erklären](#) e1794352-ceee-5c27-8be4-224592ddb89

Reversible und irreversible Vorgänge unterscheiden

Lernziel-ID 2088ccf0-48f4-51d4-be5f-67affd0fb099

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele

Reversibel und irreversibel

Reversibel	Irreversibel
Anfang  Ende  Gleichgewichtszustände	Anfang  Ende spontan 
idealisiert und quasistatisch	
ohne Entropieerzeugung	Entropie wird erzeugt
vollständig umkehrbar	nicht vollständig rückgängig

Irreversibilität begrenzt nutzbare Energieumwandlung

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann reversible und irreversible thermodynamische Vorgänge an Beispielen unterscheiden und Konsequenzen für die Energieumwandlung beschreiben.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wärmeenergie als innere Energie deuten

88d07c80-5d7d-5c70-b385-b22769381e44

S. 109

Wird direkt vorausgesetzt von

Ersten Hauptsatz verstehen und mit Formel angeben

5f17e992-fd07-56ee-80a0-567f45bbd10c

S. 457

Zweiten Hauptsatz verstehen und mit Entropie-Formulierung angeben

912a5489-abcc-55f9-8f1a-9ee1e207fd9d

S. 458

Entropie E02: Reversibel, irreversibel, quasistatisch

0de2ca8c-7272-59ed-9c89-0971d6ce2f47

S. 459

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

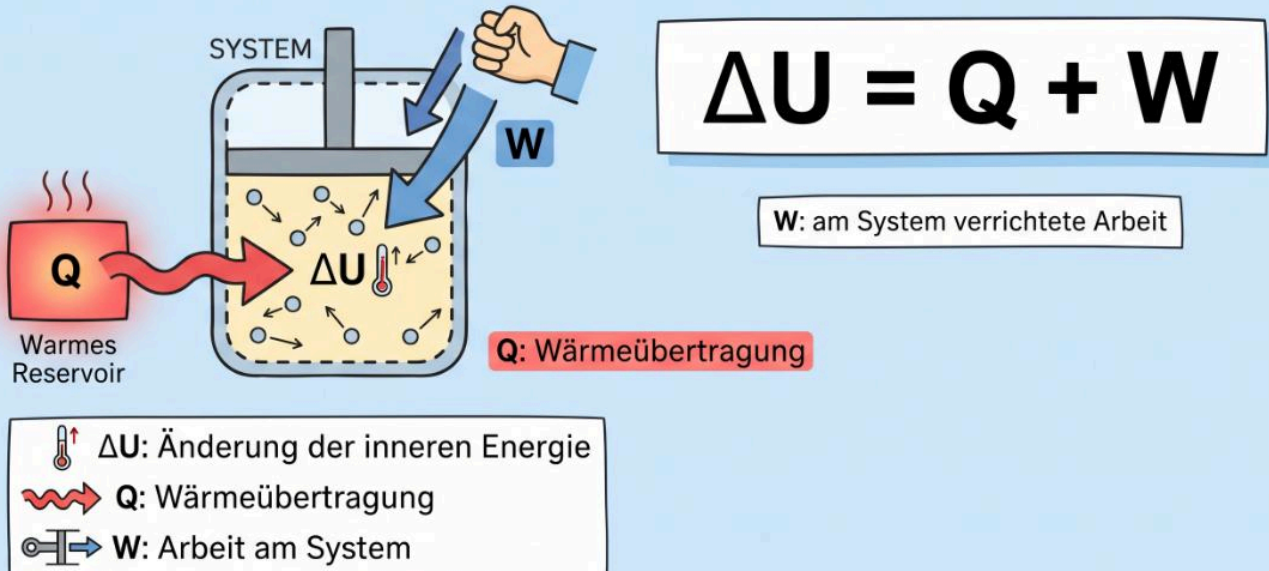
[Prüfungsaufgabe: Energieumwandlungen und Klimawirkungen beurteilen](#) 198bfc8c-25f7-5a02- [E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026 8618-47650ce36d14

Ersten Hauptsatz verstehen und mit Formel angeben

Lernziel-ID 5f17e992-fd07-56ee-80a0-567f45bbd10c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik

Erster Hauptsatz der Thermodynamik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den ersten Hauptsatz $\Delta U = Q + W$ als Energiebilanz eines geschlossenen Systems erklären und formulieren: Q ist die zugeführte Wärme und W die am System verrichtete Arbeit, jeweils mit Vorzeichen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Reversible und irreversible Vorgänge unterscheiden

2088ccf0-48f4-51d4-be5f-67affd0fb099

S. 456

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E03: Warum Entropie überhaupt?

239aac49-1137-5df5-b197-49e72292e40c

S. 460

Ersten Hauptsatz in Prozessen quantitativ bilanzieren

23c5382a-4b0f-5715-84b5-cf87b8323152

S. 474

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

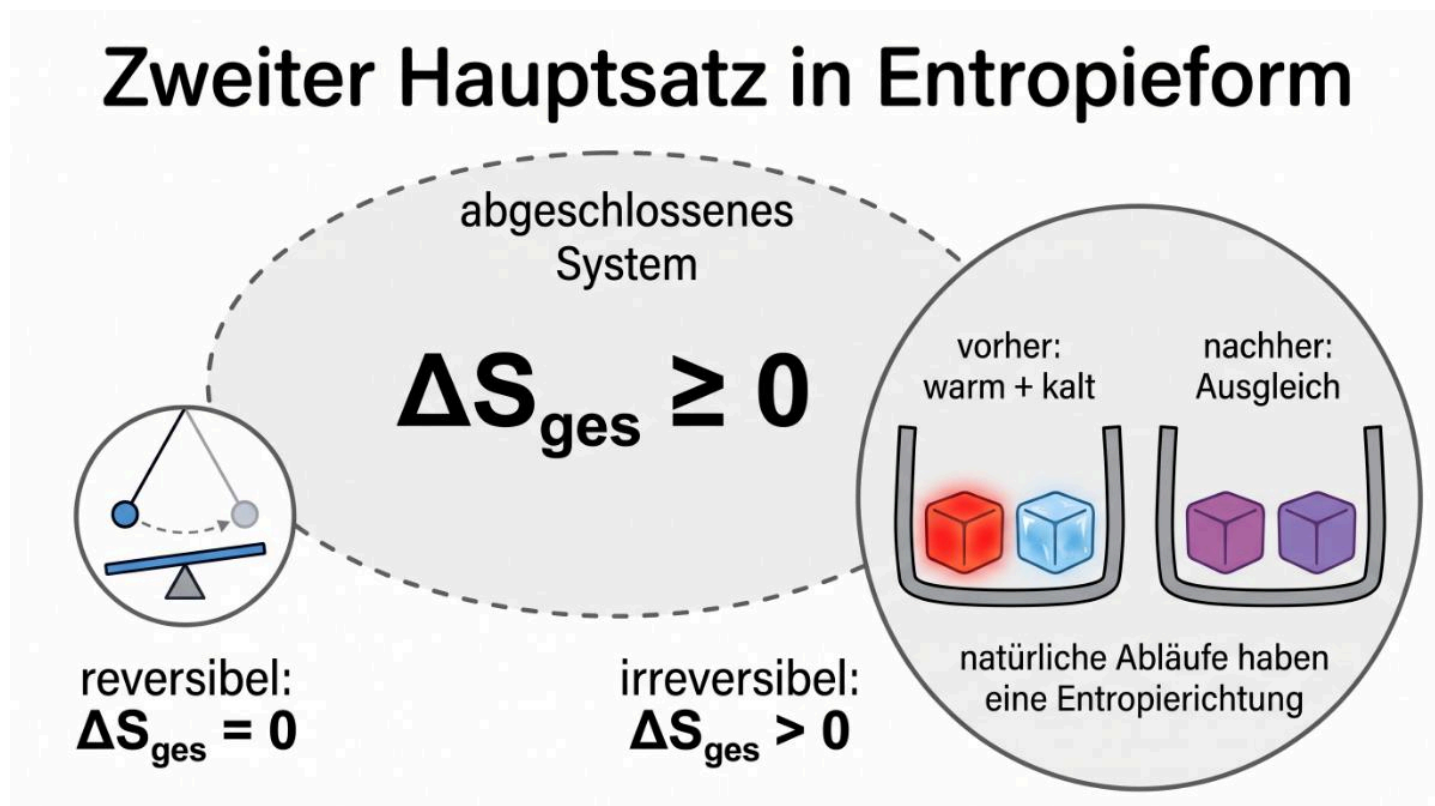
[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Zweiten Hauptsatz verstehen und mit Entropie-Formulierung angeben

Lernziel-ID 912a5489-abcc-55f9-8f1a-9ee1e2d7fd9d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Grundlagen der Thermodynamik



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den zweiten Hauptsatz für ein isoliertes Gesamtsystem als $\Delta S_{\text{ges}} \geq 0$ formulieren, reversible und irreversible Prozesse durch $\Delta S_{\text{ges}} = 0$ beziehungsweise $\Delta S_{\text{ges}} > 0$ unterscheiden und daraus die Richtung spontaner Abläufe begründen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Reversible und irreversible Vorgänge unterscheiden

2088ccf0-48f4-51d4-be5f-67affd0fb099

S. 456

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E04: Makroskopische Definition (Clausius)

e713dc34-beeb-5807-8a90-f872e049aa4e

S. 461

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E02: Reversibel, irreversibel, quasistatisch

Lernziel-ID 0de2ca8c-7272-59ed-9c89-0971d6ce2f47

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Reversibel, irreversibel, quasistatisch



Reversibilität ist ein Ideal-Grenzfall

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann reversible, irreversible und quasistatische Prozesse an Reibung, Wärmeübertragung bei endlicher Temperaturdifferenz und freier Expansion unterscheiden und erklären, warum quasistatischer Ablauf allein keine Reversibilität garantiert und Reversibilität ein idealer Grenzfall ist.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E01: Zustandsgrößen vs. Prozessgrößen 36c4590c-0032-5a37-b660-f15951dee076	S. 111	Reversible und irreversible Vorgänge unterscheiden 2088ccf0-40f4-51d4-be5f-67affd0fb099	S. 456
--	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E03: Warum Entropie überhaupt? 239aac49-1137-5df5-b197-49e72292e40c	S. 460	Entropie E11: Entropieproduktion und Irreversibilität 616ac6cf-901b-509a-8cbb-bd422ddecf05	S. 468
---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

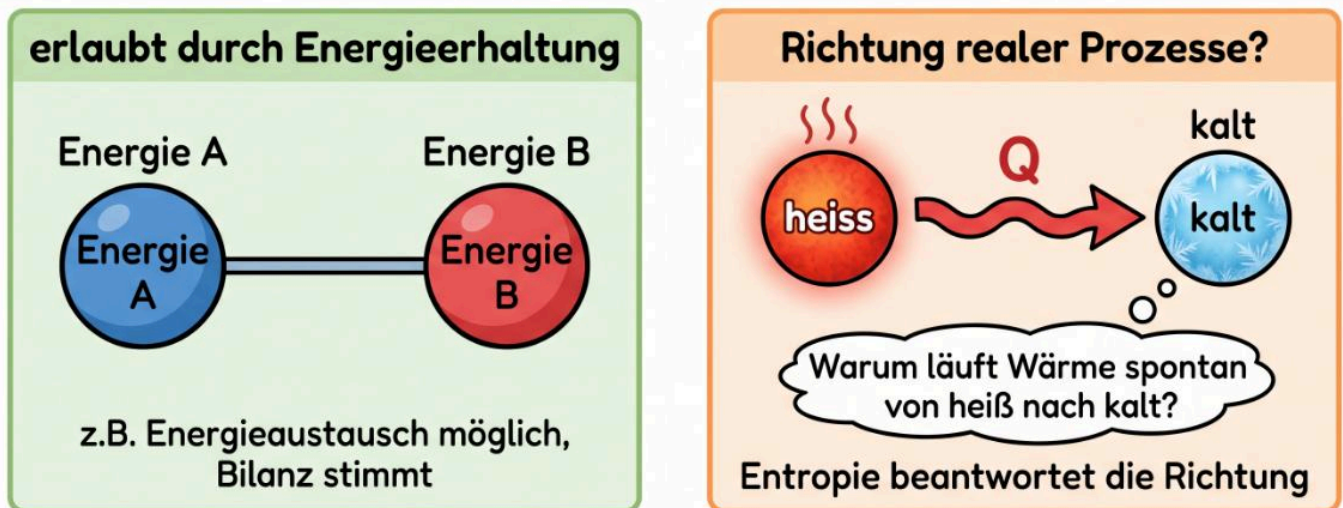
Entropie E03: Warum Entropie überhaupt?

Lernziel-ID 239aac49-1137-5df5-b197-49e72292e40c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Warum Entropie?

Energieerhaltung allein legt die Richtung nicht fest



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person begründet, warum Energieerhaltung allein die Richtung realer Prozesse nicht festlegt, und formuliert die Leitfrage: Warum läuft Wärme spontan von heiß nach kalt?

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ersten Hauptsatz verstehen und mit Formel angeben 5f17e992-fd07-56ee-80a0-567f45bbd10c	S. 457	Entropie E02: Reversibel, irreversibel, quasistatisch 0de2ca8c-7272-59ed-9c89-0971d6ce2f47	S. 459
--	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E04: Makroskopische Definition (Clausius) e713dc34-beeb-5807-8a90-f872e049aa4e	S. 461	Entropie E12: Makrozustand und Mikrozustände b61d233a-1902-526b-a9b5-6b3d553f4013	S. 469
---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E04: Makroskopische Definition (Clausius)

Lernziel-ID e713dc34-beeb-5807-8a90-f872e049aa4e

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

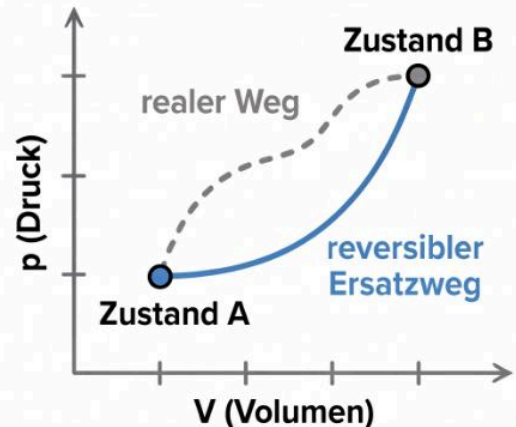
Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Clausius-Definition der Entropie

$$dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T} \quad \Delta S = \int_A^B \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}$$



**Q_{rev} für die Berechnung,
nicht beliebiges Q**



**S ist eine Zustandsgröße:
 ΔS hängt nur von Zustand A
und Zustand B ab**

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person nutzt die Definition $dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}$ und erklärt, warum zur Berechnung von ΔS ein reversibler Ersatzweg verwendet werden darf (weil S eine Zustandsgröße ist).

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Zweiten Hauptsatz verstehen und mit Entropie-Formulierung angeben

S. 458

912a5489-abcc-55f9-8f1a-9ee1e2d7fd9d

Entropie E03: Warum Entropie überhaupt?

S. 460

239aac49-1137-5df5-b197-49e72292e40c

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E05: Einheiten und Bedeutung von S

S. 462

6e79ef4a-2666-5f7a-885c-b175954506f8

Entropie E07: Entropieänderung idealer Gase

S. 464

eaef821b-4dbe-52a4-a0e2-574e5ce2040d

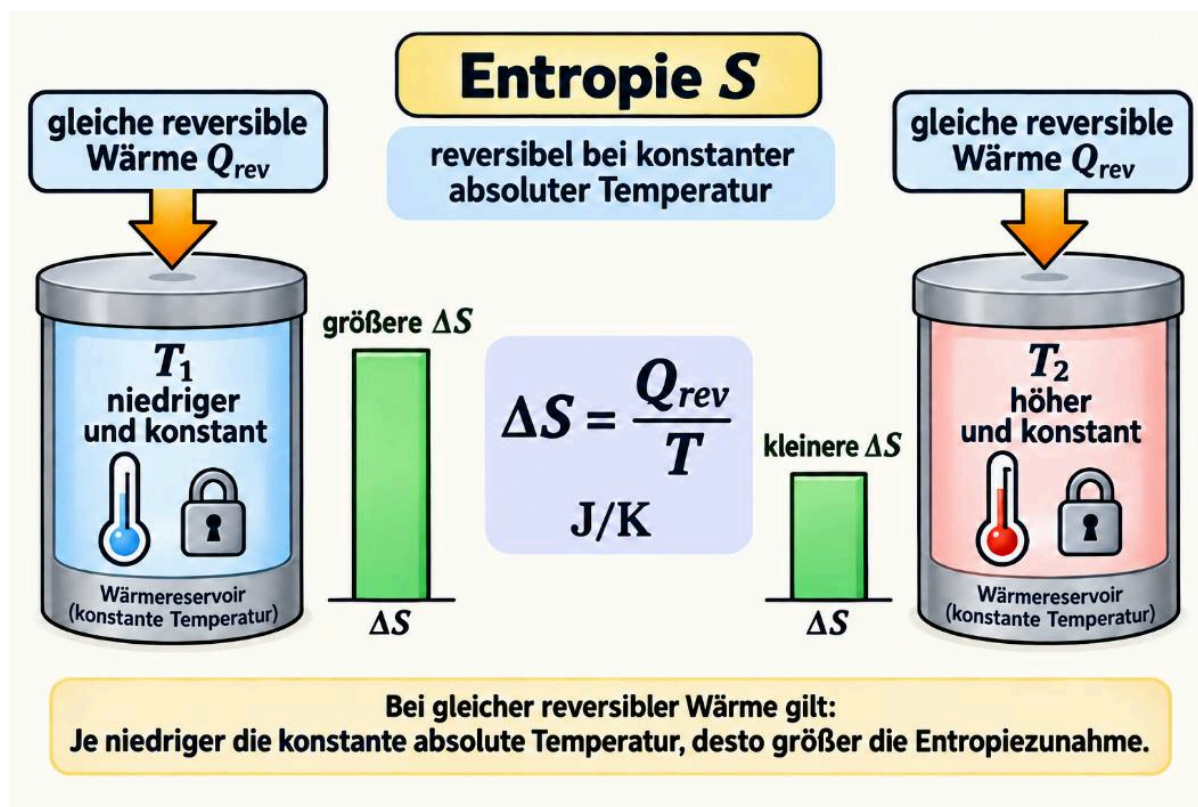
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E05: Einheiten und Bedeutung von S

Lernziel-ID 6e79ef4a-2666-5f7a-885c-b175954506f8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Einheit J/K der Entropie anhand von $\Delta S = Q_{rev}/T$ deuten und erklären, warum dieselbe reversibel zugeführte Wärmemenge bei niedrigerer konstanter absoluter Temperatur eine größere Entropiezunahme bewirkt.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E04: Makroskopische Definition (Clausius)
e713dc34-beeb-5807-8a90-f872e049aa4e

S. 461

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E06: Standardfälle sicher rechnen
741e7056-69e4-59be-a159-0e2583d748d1

S. 463

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E06: Standardfälle sicher rechnen

Lernziel-ID 741e7056-69e4-59be-a159-0e2583d748d1

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Entropie: Standardfaelle rechnen

Entropieänderung eines Reservoirs

$$\Delta S_R = \frac{Q_R}{T_R}$$



T immer in Kelvin

$Q_R > 0$: Wärme ins Reservoir;
 T_R konstant



Beispiel:

$$\begin{array}{l} Q_R = 500 \text{ J} \quad T_R = 250 \text{ K} \\ \hline \Delta S_R = 2,0 \text{ J/K} \end{array}$$

Phasenuebergang bei konstantem T

$$\Delta S = \frac{L}{T}$$



T immer in Kelvin

L: gesamte zugeführte
Übergangswärme (in J)



Beispiel: 1 kg Eis schmelzen

$$\begin{array}{l} L = 334 \text{ kJ} \quad T = 273 \text{ K} \\ \hline \Delta S = 1,22 \text{ kJ/K} \end{array}$$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Entropieänderung eines Wärmereservoirs mit $\Delta S = Q/T$ und bei einem reversiblen Phasenübergang mit $\Delta S = L/T$ berechnen und deuten; T ist die konstante absolute Temperatur, Q beziehungsweise L die vorzeichenbehaftete aufgenommene Wärmemenge in Joule.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Wärmemengen mit C, V und C, P berechnen

S. 115

Entropie E05: Einheiten und Bedeutung von S

S. 462

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E08: Entropiebilanz für System + Umgebung

S. 465

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#)

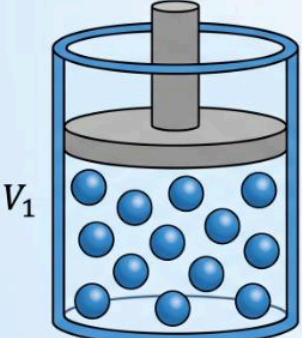
Entropie E07: Entropieänderung idealer Gase

Lernziel-ID eaeef821b-4dbe-52a4-a0e2-574e5ce2040d

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Entropieänderung idealer Gase

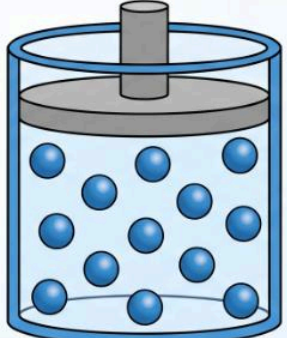
$$\Delta S = nR \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$
isotherm



V_1

Zustand 1

$V_2 > V_1$



V_2

Zustand 2
(mehr mögliche Anordnungen)

Legende:

- n Stoffmenge
- R Gaskonstante
- V Volumen
- T Temperatur (konstant)

Expansion: $V_2 > V_1$, daher $\Delta S > 0$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Entropieänderungen einer festen Menge idealen Gases bei einfachen Zustandsänderungen berechnen und physikalisch deuten, insbesondere isotherm mit $\Delta S = nR \ln(V_2/V_1)$, und die Größen n , R , V und T sowie die Gültigkeitsbedingungen zuordnen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Isochore, isobare und isotherme Zustandsänderungen berechnen fb73c94b-6a23-5351-8fef-db2c2533e361	S. 112	Entropie E04: Makroskopische Definition (Clausius) e713dc34-beeb-5807-8a90-f872e049aa4e	S. 461
---	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E08: Entropiebilanz für System + Umgebung 14099861-897c-53f4-8c6c-48d088ee9f01	S. 465	Entropie E14: Brücke Makro ↔ Mikro 77604656-7ffe-516c-8af3-7cbe7de2f2a4	S. 471
---	--------	---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

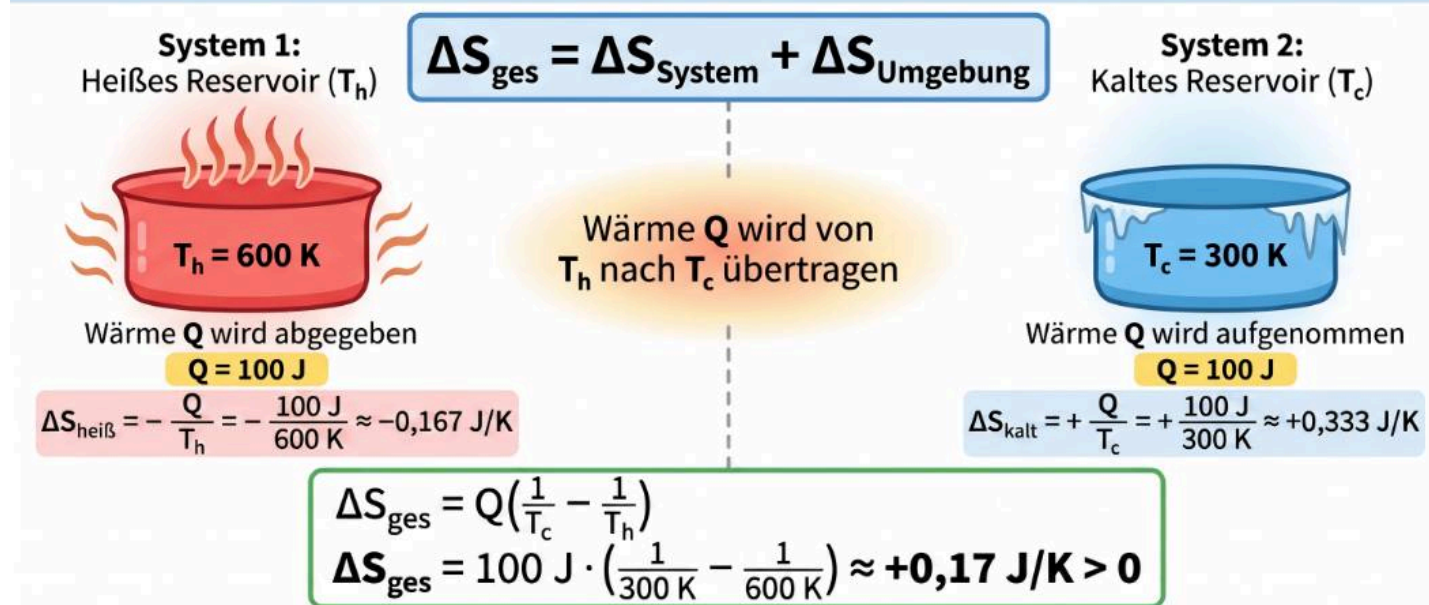
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026](#)

Entropie E08: Entropiebilanz für System + Umgebung

Lernziel-ID 14099861-897c-53f4-8c6c-48d088ee9f01

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Entropiebilanz: System + Umgebung



Fazit: Realer Wärmefluss erhöht die Gesamtentropie

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Entropieänderungen von System und Umgebung zu ΔS_{ges} addieren und für Wärmeübertragung zwischen zwei sonst isolierten Reservoirien bei konstanten absoluten Temperaturen $T_h > T_c$ rechnerisch begründen, warum Wärmefluss von heiß nach kalt die Gesamtentropie erhöht.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E06: Standardfälle sicher rechnen 741e7056-69e4-59be-a159-0e2583d748d1	S. 463	Entropie E07: Entropieänderung idealer Gase eaef821b-4dbe-52a4-a0e2-574e5ce2040d	S. 464
--	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E09: Der 2. Hauptsatz als Entscheidungsregel be921c3b-7db9-59b5-a110-92f31673fc62	S. 466	Entropieaussagen mit Systemgrenzen und Mikrozuständen prüfen 161502b8-e52d-58d0-8f01-9f777b56d392	S. 473
---	--------	--	--------

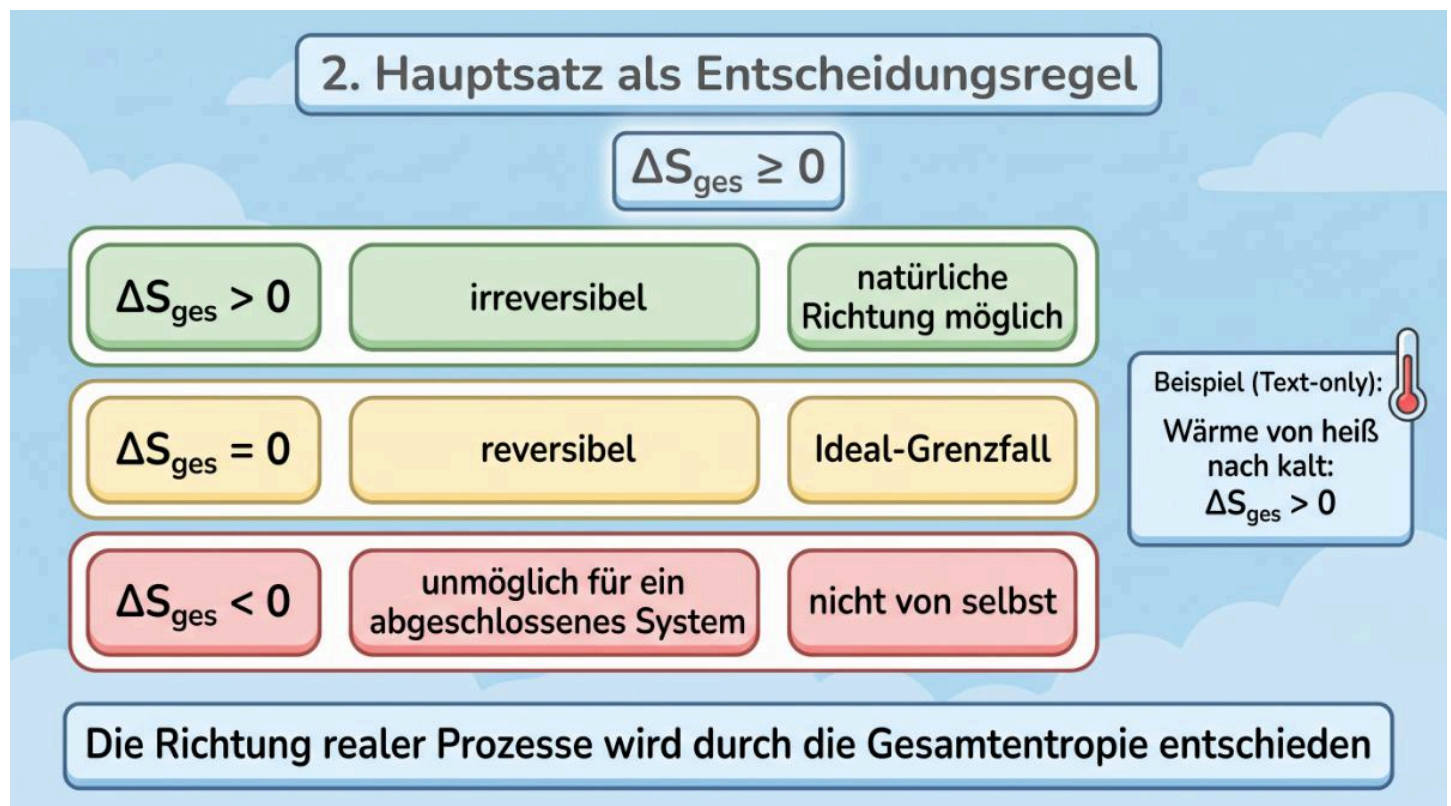
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E09: Der 2. Hauptsatz als Entscheidungsregel

Lernziel-ID be921c3b-7db9-50b5-a110-92f31673fc62

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für ein als isoliert betrachtetes Gesamtsystem aus System und Umgebung $\Delta S_{\text{ges}} \geq 0$ als Kriterium für eine nach dem zweiten Hauptsatz mögliche Prozessrichtung anwenden und den reversiblen Grenzfall $\Delta S_{\text{ges}} = 0$ von irreversiblen Prozessen mit $\Delta S_{\text{ges}} > 0$ unterscheiden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E08: Entropiebilanz für System + Umgebung

14099861-897c-53f4-8c6c-48d088ee9f01

S. 465

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E10: Clausius-Ungleichung (Kreisprozess)

81a45dec-37be-529b-89ce-2f3101237293

S. 467

Entropie E11: Entropieproduktion und Irreversibilität

616ac6cf-901b-509a-8cbb-bd422dddecf05

S. 468

Zweiten Hauptsatz auf Entropieerzeugung und Zeitpfeil anwenden

91b20476-12cf-50d6-880a-ea509ffe8a9a

S. 475

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E10: Clausius-Ungleichung (Kreisprozess)

Lernziel-ID 81a45dec-37be-529b-89ce-2f3101237293

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Clausius-Ungleichung

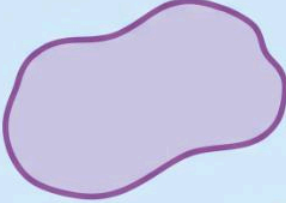
$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$$

reversibel


$$\oint \frac{\delta Q_{rev}}{T} = 0$$

Idealfall

irreversibel


$$\oint \frac{\delta Q}{T} < 0$$

Realität

Kreisprozess:
Anfangszustand = Endzustand

Perfekte Wärme-zu-Arbeit-Maschine ohne Abwärme: unmöglich
Es muss Abwärme geben: $Q_c > 0$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Clausius-Ungleichung $\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$ für Kreisprozesse mit Wärme positiv zum System und T als absoluter Temperatur des jeweiligen Wärmereservoirs deuten und daraus begründen, warum die vollständige Umwandlung von Wärme aus einem einzigen Reservoir in Arbeit als einzige Wirkung unmöglich ist.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E09: Der 2. Hauptsatz als Entscheidungsregel be921c3b-7db9-50b5-a110-92f31673fc62	S. 466
---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E15: Wärmekraftmaschinen und Carnot-Grenze d0ceb18-8b2a-52d6-857d-ef18cd64541c	S. 472	Zweiten Hauptsatz auf Wärmekraftmaschinen anwenden 18058384-a1bc-5ba2-8f5d-1fe9498acbf0	S. 476
--	--------	--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eef1026

Entropie E11: Entropieproduktion und Irreversibilität

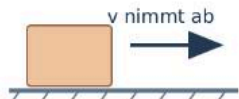
Lernziel-ID 616ac6cf-901b-509a-8cbb-bd422ddecf05

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Entropieproduktion und Irreversibilität

Isoliertes Gesamtsystem: alle beteiligten Körper + Umgebung
 $\Delta S_{\text{ges}} = S_{\text{erzeugt}} > 0$ bei irreversiblen Vorgängen

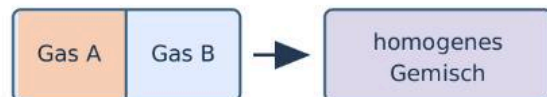
Reibung



Geordnete Bewegung
→ innere Energie
Körper und Unterlage
erwärmen sich.

Energie bleibt erhalten; Entropie wird erzeugt.

Mischung / Diffusion



Verschiedene ideale Gase, anfangs gleiches T und p.
Trennwand entfernt; Stoffmengen und Gesamtvolumen gleich.

Endliche Temperaturdifferenz



$T_h > T_c$: Wärme fließt spontan von heiß nach kalt.

Freie Expansion



Isoliertes geschlossenes Gefäß; Teilchenzahl bleibt gleich.
Nur die innere Trennwand entfällt, nicht die Außenwand.

Ein Teilsystem zurückzuführen bedeutet nicht, das Ganze vollständig umzukehren.

Entropieproduktion ist nicht bloß Entropietransport. Im isolierten Ganzen gibt es keinen Transport nach außen.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Reibung, Mischung beziehungsweise Diffusion, Wärmeaustausch bei endlicher Temperaturdifferenz und freie Expansion als Ursachen von Entropieproduktion erklären und begründen, warum sie sich nicht ohne bleibende Änderungen in System und Umgebung vollständig umkehren lassen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E02: Reversibel, irreversibel, quasistatisch
0de2ca8c-7272-59ed-9c89-0971d6ce2f47

S. 459

Entropie E09: Der 2. Hauptsatz als Entscheidungsregel
be921c3b-7db9-50b5-a110-92f31673fc62

S. 466

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropieaussagen mit Systemgrenzen und Mikrozuständen prüfen
161502b8-e52d-58d0-8f01-9f777b56d392

S. 473

Zweiten Hauptsatz auf Entropieerzeugung und Zeitpfeil anwenden
91b20476-12cf-50d6-880a-ea509ffe8a9a

S. 475

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d30-8f1a-3f4b4f785ca1

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E12: Makrozustand und Mikrozustände

Lernziel-ID b61d233a-1902-526b-a9b5-6b3d553f4013

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Makrozustand

p V T

4 Teilchen: 2 links, 2 rechts

linksrechts

mehrere Mikrozustände

Viele Mikrozustände können zum gleichen Makrozustand gehören

linksrechts

linksrechts

linksrechts

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Makrozustände (z. B. beschrieben durch p, V, T) von Mikrozuständen (Teilchenzuständen) unterscheiden und an einem Teilchenmodell erklären, wie verschiedene Mikrozustände demselben Makrozustand entsprechen können.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Kinetische Gastheorie & Temperatur 37b33812-d428-5953-852e-57a53a4347fe	S. 455	Entropie E03: Warum Entropie überhaupt? 239aac49-1137-5df5-b197-49e72292e40c	S. 460
---	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E13: Boltzmann-Formel und Zählmodelle b6dfd3e6-2dd3-5983-9a27-7e7db70e8db8	S. 470
---	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E13: Boltzmann-Formel und Zählmodelle

Lernziel-ID b6dfd3e6-2dd3-5983-9a27-7e7db70e8db8

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Boltzmann-Formel und Zählen

$$S = k_B \ln(\Omega)$$



k_B : Boltzmann-Konstante



Ω : Anzahl der Mikrozustände

Zählmodell für $N = 4$

Teilchen

links

rechts

n (Anzahl links)	Darstellung	Mikrozustände	Omega
n=0		RRRR	1
n=1		LRRR, RLRR, RRLR, RRRL	4
n=2		LLRR, LRLR, LRRL, RLLR, RLRL, RRLl	6
n=3		LLLR, LLRL, LRLL, RLLL	4
n=4		LLLL	1

Kombinatorik-Formel

$$\Omega = \text{binom}(N, n)$$

Schlussfolgerung:
Gleichverteilung hat die meisten Mikrozustände



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit $S = k_B \ln \Omega$ und einfachen Zählmodellen, etwa $\Omega = \binom{N}{n}$ für gleich wahrscheinliche Links-rechts-Zuordnungen, die Entropien verschiedener Makrozustände vergleichen und erklären, warum bei großer Teilchenzahl annähernd gleichmäßige Verteilungen gegenüber stark ungleichmäßigen überwiegen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E12: Makrozustand und Mikrozustände

b61d233a-1902-526b-a9b5-6b3d553f4013

S. 469

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E14: Brücke Makro ↔ Mikro

77604656-7ffe-516c-8af3-7cbe7de2f2a4

S. 471

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

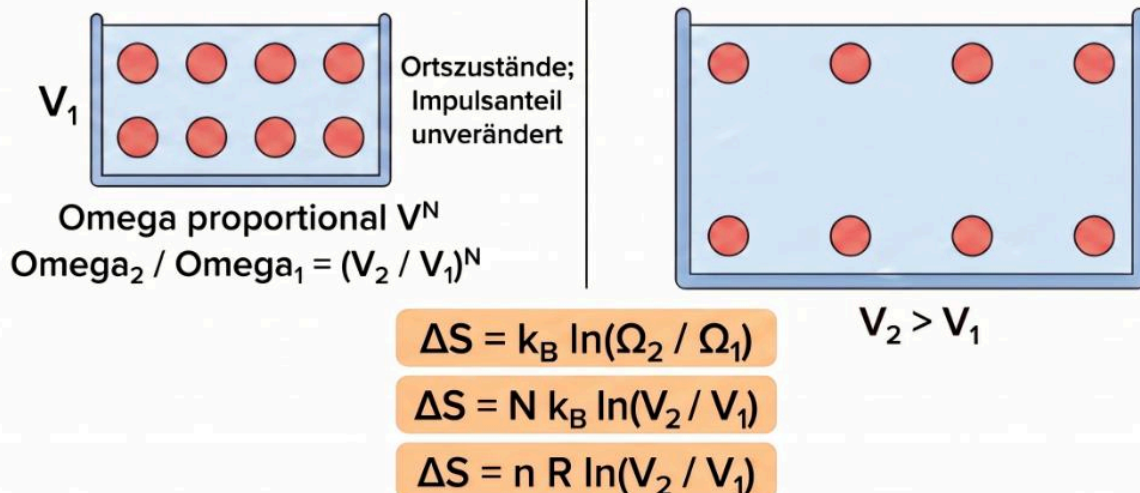
Entropie E14: Brücke Makro ↔ Mikro

Lernziel-ID 77604656-7ffe-516c-8af3-7cbe7de2f2a4

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Entropie: Makro und Mikro verbinden

Klassisches ideales Gas: N konstant, $T_1 = T_2$



Mehr Volumen bedeutet mehr mögliche Mikrozustände

V: Volumen

N: Teilchenzahl

n: Stoffmenge

$R = N_A k_B$

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine feste Teilchenzahl N eines klassischen idealen Gases bei unveränderter Temperatur den Zusammenhang $\Omega_2 / \Omega_1 = (V_2 / V_1)^N$ im Teilchenmodell begründen und daraus $\Delta S = N k_B \ln(V_2 / V_1) = n R \ln(V_2 / V_1)$ als Verbindung von mikroskopischer und makroskopischer Entropiebeschreibung herleiten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E07: Entropieänderung idealer Gase

S. 464

Entropie E13: Boltzmann-Formel und Zählmodelle

S. 470

Wird direkt vorausgesetzt von

Entropie E15: Wärmekraftmaschinen und Carnot-Grenze

S. 472

Entropieaussagen mit Systemgrenzen und Mikrozuständen prüfen

S. 473

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

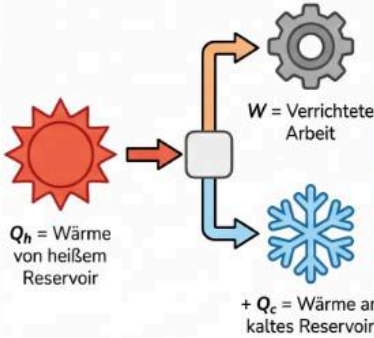
[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Entropie E15: Wärmekraftmaschinen und Carnot-Grenze

Lernziel-ID d0cebf18-8b2a-52d6-857d-ef18cd64541c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Wärmekraftmaschinen und Carnot-Grenze

Energiebilanz $Q_h = W + Q_c$ Q_h = Wärme von heißem Reservoir W = Verrichtete Arbeit $+ Q_c$ = Wärme an kaltes Reservoir	Wirkungsgrad (Definition) $\eta = \frac{W}{Q_h}$ η = Anteil der Nutzarbeit	Carnot-Grenze (Maximaler Wirkungsgrad) $\eta_C = 1 - \frac{T_c}{T_h}$ Numerisches Beispiel $T_h = \text{Heiß (K)}$ 600 K $T_c = \text{Kalt (K)}$ 300 K $\eta_C = 1 - \frac{300 \text{ K}}{600 \text{ K}}$ $\eta_C = 0,50 \text{ (50 \%)}$ Gilt nur im reversiblen Grenzfall	Entropiebilanz & Reversibilität Reversibler Grenzfall (Carnot) $\frac{Q_h}{T_h} = \frac{Q_c}{T_c}$ Entropieänderung im System ist Null pro Zyklus. Keine zusätzliche Entropieerzeugung. Realer Prozess $\frac{Q_h}{T_h} < \frac{Q_c}{T_c}$ Real: zusätzliche Entropieerzeugung durch Irreversibilität
--	--	---	--

Maximale Effizienz nur im reversiblen Grenzfall

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für eine zyklisch arbeitende Wärmekraftmaschine zwischen zwei Reservoiren mit konstanten absoluten Temperaturen die Carnot-Grenze aus Energie- und Entropiebilanzen begründen und erklären, warum Irreversibilität den erreichbaren Wirkungsgrad bei denselben Reservoirtemperaturen verringert.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E10: Clausius-Ungleichung (Kreisprozess) 81a45dec-37be-529b-89ce-2f3101237293	S. 467	Entropie E14: Brücke Makro → Mikro 77604656-7ffe-516c-8af3-7cbe7de2f2a4	S. 471
--	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Zweiten Hauptsatz auf Wärmekraftmaschinen anwenden 10058384-a1bc-5ba2-8f5d-1fe9498acb0	S. 476
--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

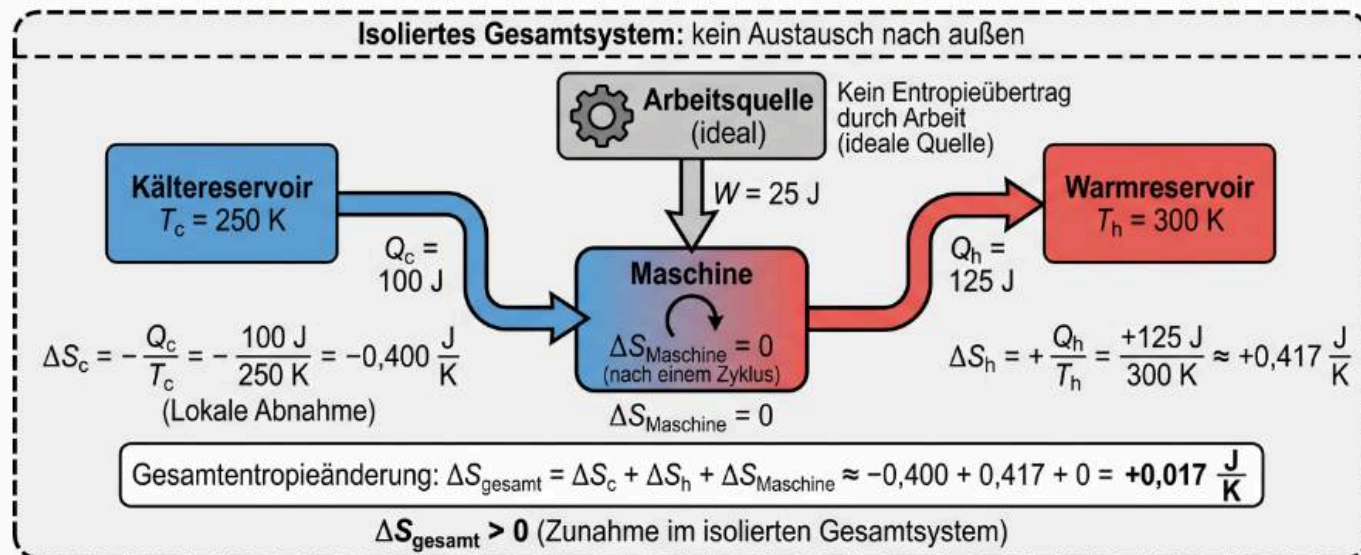
Entropieaussagen mit Systemgrenzen und Mikrozuständen prüfen

Lernziel-ID 161502b8-e52d-58d0-8f01-9f777b56d392

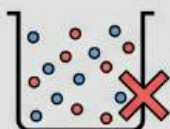
Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Grundlagen der Thermodynamik > Entropie vertieft verstehen

Lokale Entropieabnahme widerspricht nicht dem zweiten Hauptsatz

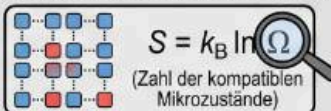


Entropie ist nicht bloß sichtbare Unordnung.



Bloße Optik (Unordnung)

Schluss auf Entropie aus bloßem Ansehen ist ungenau.



$$S = k_B \ln \Omega$$

(Zahl der kompatiblen Mikrozustände)

Präzise Definition (Mikrozustände)

Maß für die Anzahl der kompatiblen Mikrozustände (bei gegebenem Gleichgewicht).

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann Aussagen über eine lokale Entropieabnahme anhand klarer Systemgrenzen und zugehöriger Mikrozustände beurteilen und begründen, warum sie dem zweiten Hauptsatz für das isolierte Gesamtsystem nicht widersprechen muss; eine bloß optisch geordnete Anordnung genügt nicht als Entropiemaß.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E08: Entropiebilanz für System + Umgebung

S. 465

14099861-897c-53f4-8c6c-48d088ee9f01

Entropie E11: Entropieproduktion und Irreversibilität

S. 468

616ac6cf-901b-509a-8cbb-bd422ddecf05

Entropie E14: Brücke Makro ↔ Mikro

S. 471

77604656-7ffe-516c-8af3-7cbe7de2f2a4

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

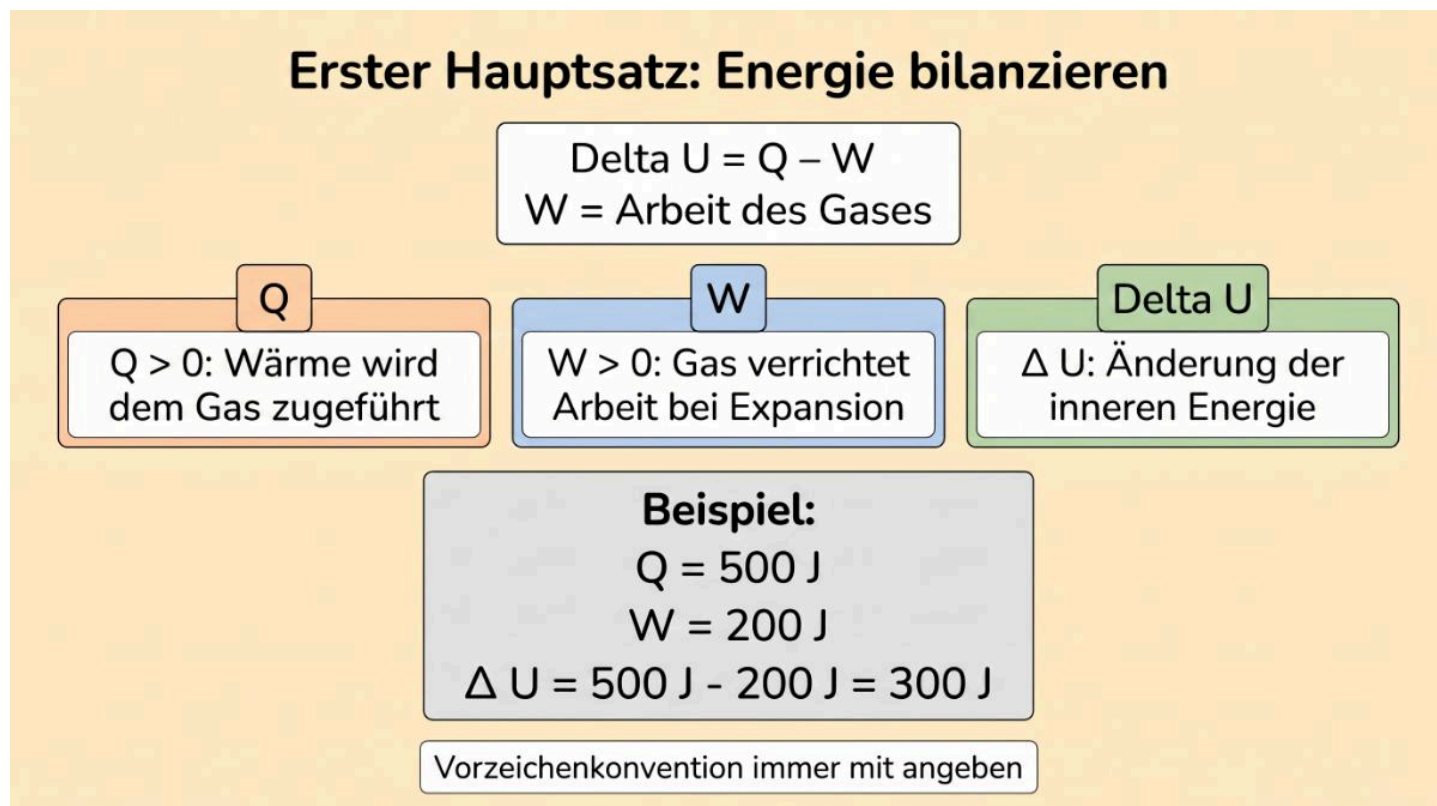
[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d30-8f1a-3f4b4f785ca1

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Ersten Hauptsatz in Prozessen quantitativ bilanzieren

Lernziel-ID 23c5382a-4b0f-5715-84b5-cf87b8323152

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann für einfache Gasprozesse Energiegrößen konsistent bilanzieren (Q , W , ΔU) und den ersten Hauptsatz rechnerisch anwenden.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Prozessarbeit bei Volumenänderungen bestimmen 7982cd8e-2151-59e7-858d-c1361c5d249e	S. 114	Wärmemengen mit C_V und C_P berechnen 93ece389-78c5-5141-9ef1-c68bd558306e	S. 115	Ersten Hauptsatz verstehen und mit Formel angeben 5f17e992-fd07-56ee-80a0-567f45bdd10c	S. 457
---	--------	---	--------	---	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Wirkungsgrad und Carnot-Grenze quantitativ vergleichen 73b5af24-7750-520a-bb16-43136ce19a5c	S. 477
--	--------

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Zweiten Hauptsatz auf Entropieerzeugung und Zeitpfeil anwenden

Lernziel-ID 91b20476-12cf-50d6-880a-ea509ffe8a9a

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen >

Grundlagen der Thermodynamik

Entropieerzeugung und thermodynamischer Zeitpfeil

Isoliertes Gesamtsystem: System + Umgebung

$$\Delta S_{\text{ges}} = S_{\text{erzeugt}} \geq 0$$

Nach außen kein Energie- oder Stoffaustausch · ideale Reservoirs bei konstanten Kelvin-Temperaturen

Heißes Reservoir

$$T_h > T_c$$

$$\Delta U_h = -Q$$

$$\Delta S_h = -Q/T_h$$

Wärme $Q > 0$

Kaltes Reservoir

$$T_c > 0 \text{ K}$$

$$\Delta U_c = +Q$$

$$\Delta S_c = +Q/T_c$$

$$\Delta S_{\text{ges}} = Q (1/T_c - 1/T_h) > 0$$

Diese irreversible Richtung zeichnet den makroskopischen Zeitpfeil aus.

Die spontane Umkehr als einzige Wirkung hätte $\Delta S_{\text{ges}} < 0$: im isolierten Ganzen unmöglich.

Reversibler Grenzfall: $S_{\text{erzeugt}} = 0$ · Die Entropie eines einzelnen Teilsystems darf abnehmen.

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann bei einfachen irreversiblen Prozessen eines isolierten Gesamtsystems die Entropieerzeugung mit $\Delta S_{\text{ges}} > 0$ begründen und die damit ausgezeichnete Richtung makroskopischer Abläufe als thermodynamischen Zeitpfeil erklären.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E09: Der 2. Hauptsatz als Entscheidungsregel

S. 466

Entropie E11: Entropieproduktion und Irreversibilität

S. 468

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d30-8f1a-3f4b4f785ca1

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

Zweiten Hauptsatz auf Wärmekraftmaschinen anwenden

Lernziel-ID 18058384-a1bc-5ba2-8f5d-1fe9498acbf0

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik

2. Hauptsatz bei Waermekraftmaschinen

Reservoirs & Energiebilanz

Heißes Reservoir T_h

Wärmekraftmaschine

Wärmekraftmaschine braucht zwei Reservoirs

$$Q_h = W + Q_c$$

Kaltes Reservoir T_c

Abwärme & Wirkungsgrad

Abwärme $Q_c > 0$

$$\eta = \frac{W}{Q_h}$$

$$\eta < 1$$

Wirkungsgrad ist begrenzt

Carnot-Grenze & Beispiel

$$\text{Carnot-Grenze: } \eta \leq 1 - \frac{T_c}{T_h}$$



$$T_h = 600 \text{ K}$$

$$T_c = 300 \text{ K}$$

$$\eta \leq 0,50$$

Ohne Abwaerme kein Kreisprozess zwischen zwei Reservoirs

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann mit dem zweiten Hauptsatz erklären, warum eine zyklische Wärmekraftmaschine zwischen einem heißen und einem kalten Reservoir mit jeweils konstanter Temperatur Abwärme abgeben muss, und die Carnot-Grenze als maximal möglichen Wirkungsgrad bei diesen Temperaturen im reversiblen Grenzfall qualitativ deuten.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK

+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Entropie E10: Clausius-Ungleichung (Kreisprozess)

S. 467

Entropie E15: Wärmekraftmaschinen und Carnot-Grenze

S. 472

Wird direkt vorausgesetzt von

Wirkungsgrad und Carnot-Grenze quantitativ vergleichen

S. 477

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026

[Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Wirkungsgrad und Carnot-Grenze quantitativ vergleichen

Lernziel-ID 73b5af24-7750-520a-bb16-43136ce19a5c

Physik > Sekundarstufe II (GK und LK) > Einführungsphase: Mechanik, Gravitation, Thermodynamik und Drehbewegungen > Grundlagen der Thermodynamik > Thermodynamische Prozessrechnung

Wirkungsgrad mit Carnot-Grenze vergleichen

Messdaten	realer Wirkungsgrad	Carnot-Grenze	Bewertung
$Q_h = 1000 \text{ J}$ $W_{\text{nutz}} = 350 \text{ J}$ $T_h = 600 \text{ K}$ $T_c = 300 \text{ K}$	$\eta_{\text{real}} = \frac{W_{\text{nutz}}}{Q_h}$ $\eta_{\text{real}} = \frac{350 \text{ J}}{1000 \text{ J}}$ $\eta_{\text{real}} = 0,35$	$\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$ $\eta_c = 1 - \frac{300 \text{ K}}{600 \text{ K}}$ $\eta_c = 0,50$	$\eta_{\text{real}} \leq \eta_c$ Abweichung durch Verluste und Irreversibilitäten begründen

Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann den Wirkungsgrad einer realen zyklischen Wärmekraftmaschine aus Messdaten bestimmen, mit der Carnot-Grenze für dieselben heißen und kalten Reservoirtemperaturen vergleichen und Abweichungen unter Berücksichtigung von Irreversibilitäten und Messunsicherheiten physikalisch beurteilen.

Geltung
BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK
HB, HE, HH, MV, SL, SN, ST, TH: Sek. II · GK; Sek. II · LK
NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK
+ 1 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Ersten Hauptsatz in Prozessen quantitativ bilanzieren 23c5382a-4b9f-5715-84b5-cf87b8323152	S. 474	Zweiten Hauptsatz auf Wärmekraftmaschinen anwenden 18058384-a1bc-5ba2-8f5d-1fe9498acbf0	S. 476
---	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

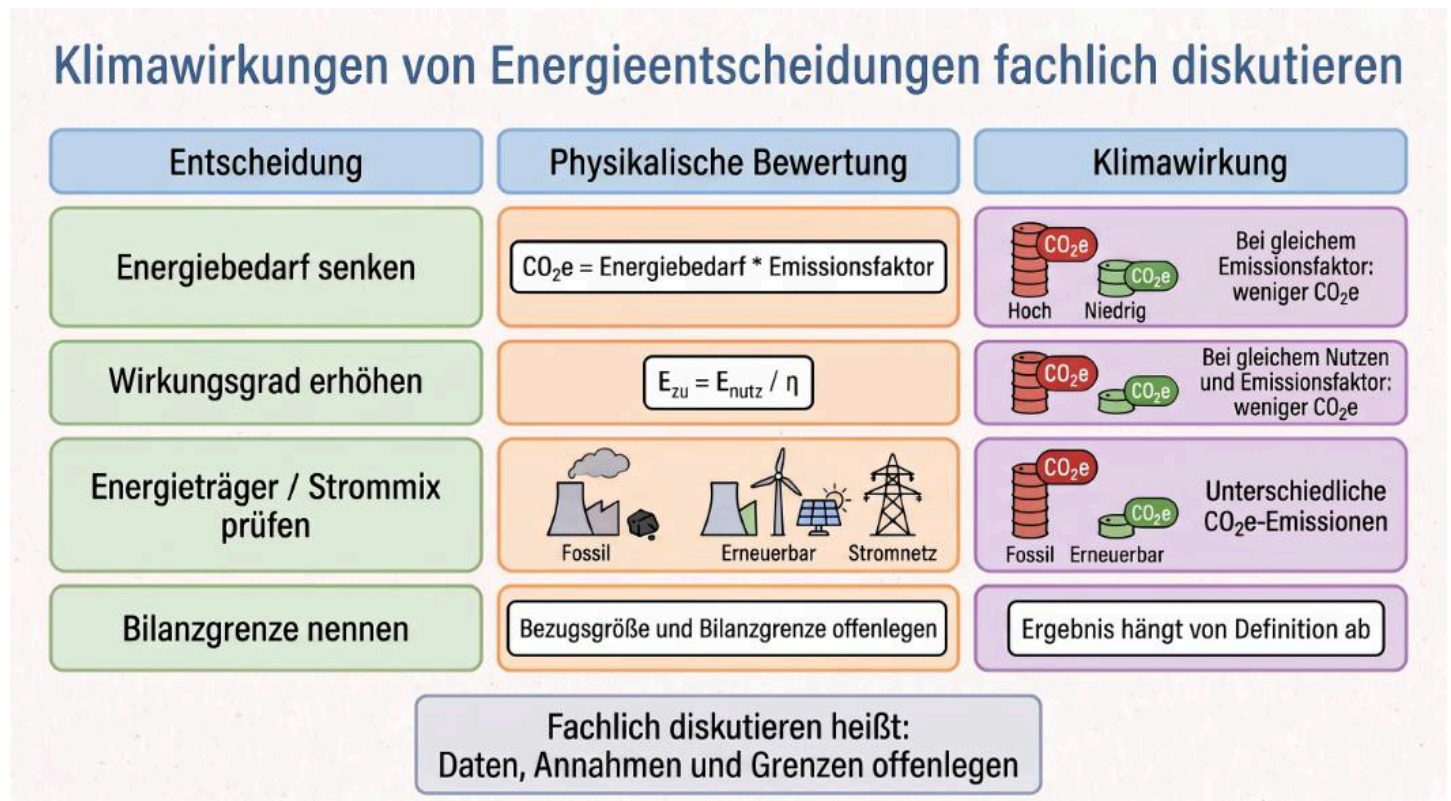
Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026 [Thermodynamik und Rotationssystem](#) 879491c0-7153-570b-91f4-c61d9fe8a143

Klimawirkungen von Energieentscheidungen fachlich diskutieren

Lernziel-ID f322c268-dc16-5d50-82dd-209834f20208

Physik > Bundeslandspezifische Ergänzungen > Stufenübergreifend > Weitere fachliche Ziele



Lernzielbeschreibung

Die lernende Person kann die Klimawirkungen vorgegebener Energieentscheidungen anhand physikalischer Bewertungsdaten fachlich begründet diskutieren, indem sie Bezugsgröße und Bilanzgrenze offenlegt und erklärt, wie Annahmen und Unsicherheiten den Vergleich beeinflussen.

Geltung

BB, BE: Sek. II · G8 · GK; Sek. II · G8 · LK

BW: Sek. I · G8; Sek. I · G9

BY, NI: Sek. II · G9 · GK; Sek. II · G9 · LK

+ 2 weitere Ländergruppen

[Vollständige Geltungsmatrix im Online-Atlas](#)

Direkte Vorbedingungen

Energieentwertung vs. Energieverbrauch cbdc0b5f-8a48-5ade-be53-ab6aaca3e73	S. 116	Energiesparmaßnahmen physikalisch bewerten aed9161b-ddc4-559c-be8f-baeeddf224f3	S. 117
---	--------	--	--------

Wird direkt vorausgesetzt von

Keine

Direkt aufbauende Ziele außerhalb dieses Buchs

[Prüfungsaufgabe: Energieumwandlungen und Klimawirkungen beurteilen](#) 198bfc8c-25f7-5a02-8618-47659ce36d14

[Thermodynamik, Entropie und Klimakontexte bewerten](#) 6ba2e47f-7e88-5d30-8f1a-3f4b4f785ca1

[E-Phase-Klausuraufgaben Physik selbstständig lösen](#) 7f83e25c-38f7-5ac2-8f9c-ec54eeef1026