

Bemerkungen

1. Physik besteht nicht aus Formeln, sondern aus den Konzepten, die dahinter stecken. Es nützt Ihnen also nichts, wenn Sie die Formeln auf diesem Blatt auswendig lernen ohne verstanden zu haben, was die zugrunde liegenden Sachverhalte sind.
2. Wie in jedem Fach braucht man auch in der Physik einen gewissen Grundstock an schnell abrufbarem Wissen, um sich auf einem vernünftigen Niveau über Probleme zu unterhalten. In diesem Sinne ist diese Zusammenstellung zu verstehen. Sie erhebt aber keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit¹. Insbesondere sollten Sie in der Lage sein, aus den Grundformeln weitere Formeln herzuleiten, die hier nicht aufgeführt sind.
3. Zu Beginn jedes Abschnitts finden Sie Begriffe, deren Bedeutung und Definition Sie kennen müssen, da sie für das Verständnis der Physik wesentlich sind.
4. Die Fertigkeiten beschreiben Vorgänge, die über das "Rechnen" hinausgehen. Eine Fehlerrechnung kann bei jeder Frage quantitativen Frage verlangt werden.
5. Die Konstanten zu Beginn eines Abschnittes sollten Sie mit einer Genauigkeit von 10% auswendig kennen.
6. Machen Sie sich bei der Vorbereitung auch klar, was wichtige Anwendungen der jeweiligen physikalischen Gesetze sind.

¹Falls Sie Fehler entdecken oder Vorschläge haben, bitte ich Sie mich zu benachrichtigen.

A Mechanik

1 Kinematik

THEMEN	gleichförmige Bewegung: gleichmässig beschleunigte Bewegung: Würfe: Kreisbewegung:	Zeit, Ort, Geschwindigkeit Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Beschleunigung freier Fall, vertikaler Wurf, zusammengesetzte Bewegungen, horizontaler Wurf Umlaufzeit und Frequenz, Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, Radialbeschleunigung
FERTIGKEITEN	$s(t)$ -, $v(t)$ - und $a(t)$ -Diagramme erstellen, interpretieren, ineinander umwandeln	
KONSTANTEN	Fallbeschleunigung auf Erde und Mond	
DEFINITIONEN	Geschwindigkeit Beschleunigung Frequenz Umlaufzeit Kreisfrequenz	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $f = \frac{n}{t}$ $T = \frac{1}{f}$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$ (Winkel im Bogenmass)
GESETZE	Bahngeschwindigkeit Radialbeschleunigung	$v = \omega \cdot r$ $a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$

2 Dynamik

THEMEN	Trägheit und Masse: Impuls und Impulserhaltung: Newton-Axiome: Dynamik der Kreisbewegung:	Masse, Dichte Impuls, abgeschlossenes System, Impulserhaltung Trägheits-, Aktions- und Wechselwirkungsprinzip, Kraft Zentripetalkraft
FERTIGKEITEN	Kräfte einzeichnen, addieren und zerlegen (graphisch und rechnerisch) Bewegungsgleichung aufstellen und lösen	
KONSTANTEN	Dichten von Luft und Wasser	
DEFINITIONEN	Dichte Impuls	$\rho = \frac{m}{V}$ $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
GESETZE	Aktionsprinzip Gewichtskraft Federkraft Reibungskraft Luftwiderstand	$\vec{F}_{res} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = m \cdot \vec{a}$ $F_G = m \cdot g$ $F_F = -D \cdot \Delta s$ $F_{R,G} = \mu_G \cdot F_N$ (Gleitreibung) $F_{R,H} \leq \mu_H \cdot F_N = F_{R,H}^{max}$ (Haftreibung, Ungleichung) $F_L = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$ (proportional zu v^2)

3 Energetik

THEMEN	Energie und Energieerhaltung:	Lageenergie, kinetische Energie, Spannenergie einer Feder, Energieerhaltung, *Gravitationsenergie
	Stösse:	elastische und unelastische Stösse
	Arbeit und Leistung:	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad
FERTIGKEITEN	Energieerhaltungssatz sauber aufstellen (auch mit nichtmechanischen Energieformen) Stossprobleme algebraisch korrekt mit Energie- und Impulserhaltungssatz lösen	
KONSTANTEN		
DEFINITIONEN	Lageenergie	$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ (Nullpunkt beliebig)
	kinetische Energie	$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
	Spannenergie	$E_{span} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot (\Delta s)^2$
	Arbeit	$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F_s \cdot s$ (F_s Kraftkomponent parallel zur Bewegungsrichtung)
	Leistung	$P = \frac{W}{\Delta t} = F_s \cdot v$
	Wirkungsgrad	$\eta = \frac{E_{nutzbar}}{E_{aufgewendet}}$
GESETZE		

4 Gravitation

THEMEN	Keplergesetze:	Planetenbahnen, Flächensatz
	Gravitation:	Gravitationskraft, *Gravitationsenergie, *Fluchtgeschwindigkeit
FERTIGKEITEN	Planetenbahnen um eine Sonne zeichnen Masse eines Himmelskörpers aus der Umlaufzeit eines Satelliten berechnen	
KONSTANTEN	Gravitationskonstante Masse und Radius von Erde, Mond und Sonne; Abstände Erde-Sonne und Erde-Mond	
DEFINITIONEN		
GESETZE	Kepler 1	Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen mit der Sonne im einen Brennpunkt
	Kepler 2 (Flächensatz)	Der Radiusstrahl von der Sonne zu einem Planeten überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen
	Kepler 3	Die Quadrate der Umlaufzeiten von Planeten verhalten sich wie die Kuben der grossen Halbachsen. $(T_1 : T_2)^2 = (a_1 : a_2)^3$
	Gravitationskraft	$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
	Arbeit im Gravitationsfeld	$W_{1 \rightarrow 2} = G \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

5 Starrer Körper

THEMEN	Hebelgesetz: Schweredruck und Gleichgewicht:	Drehmoment, Drehmomentengleichgewicht Schwerpunkt; stabiles, instabiles und indifferentes Gleichgewicht
FERTIGKEITEN	Gleichgewichtsbedingungen für einen starren Körper sauber aufschreiben Schwerpunkt aus Teilschwerpunkten bestimmen	
KONSTANTEN		
DEFINITIONEN	Drehmoment einer Kraft	$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$
GESETZE	Drehmomentengleichgewicht	$\sum_i \vec{M}_i = 0$

6 Hydrostatik

THEMEN	Satz von Pascal: Schweredruck in Flüssigkeiten und Gasen: Auftrieb:	Druck, hydraulische Systeme hydrostatisches Paradoxon, kommunizierende Gefäße Prinzip von Archimedes, Schwimmkörper
FERTIGKEITEN	Funktionsweise eines Quecksilberbarometers erklären Eintauchtiefe eines schwimmenden Körpers bestimmen	
KONSTANTEN	Normdruck	
DEFINITIONEN	Druck	$p = \frac{F}{A}$
GESETZE	Schweredruck in Fluiden	$\Delta p = \rho_{Fl} \cdot g \Delta h$
	Auftrieb	Der Auftrieb entspricht dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. $F_A = \rho_{Fl} \cdot V \cdot g$

B Wärmelehre

7 Gase

THEMEN	Gasgesetz:	ideales Gas, Prozess vs. Zustand; Stoffmenge, Molmasse
	kinetische Gastheorie:	Teilchenmodell, Geschwindigkeitsverteilung
FERTIGKEITEN	Teilchenzahl in einer bestimmten Substanzmenge abschätzen Zustandsdiagramme erstellen, interpretieren und ineinander umwandeln	
KONSTANTEN	Molmassen wichtiger Elemente (Wasserstoff, Helium, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff) Avogadrozahl universelle Gaskonstante	
DEFINITIONEN	Molmasse	$M = \frac{m}{n}$
GESETZE	Gesetz von Avogadro	$N = n \cdot N_A$
	Zustandsgleichung für ideal Gase	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T = N \cdot k \cdot T$
	Mittlere kinetische Teilchenenergie	$\bar{E}_k = \frac{3}{2} k \cdot T$ nur temperaturabhängig
	Näherung mittlere Teilchengeschwindigkeit	$\bar{v} \approx \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M}}$

8 Temperatur und Wärme

THEMEN	Temperatur:	thermisches Gleichgewicht, Celsius- und Kelvinskala
	Längen- und Volumenausdehnung:	Ausdehnungskoeffizient, $\gamma = 3\alpha$, Bimetall
	Innere Energie:	Arbeit und Wärme bei Gasen
	Wärmekraftmaschinen:	Stirling-Prozess; Wärmekraftmaschine, Wärmepumpe und Kühlmaschine; idealer Wirkungsgrad
	Phasenübergänge:	Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen; Schmelz- und Verdampfungswärme
	spezifische Wärme:	spezifische und molare Wärme von Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern; Mischkalorimetrie
	Wärmetransport:	Konvektion, Wärmeleitung, Wärmestrahlung
FERTIGKEITEN	Energieflussdiagramme für Wärmekraftmaschinen zeichnen und interpretieren Wärmeaustausch bei Mischvorgängen korrekt formulieren (auch mit Aggregatzustandsänderung) Strahlungsintensität bei verschiedenen Temperaturen als Funktion der Wellenlänge skizzieren	
KONSTANTEN	spezifische Wärme von Wasser Spezifische Schmelz- und Verdampfungswärme von Wasser Solarkonstante	

DEFINITIONEN	Heizwert	$H = \frac{Q}{m}$	
	spezifische Wärme	$M = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$	
	latente Wärme	$L_{f,v} = \frac{Q_{f,v}}{m}$	schmelzen (f), verdampfen (v)
	Strahlungsintensität	$J = \frac{P}{A}$	
GESETZE	Längenausdehnung (fester Körper)	$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta \theta$	
	Volumenausdehnung	$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \theta$	
	1. Hauptsatz der Wärmelehre	$\Delta U = Q^{\nearrow} + W^{\nearrow}$	
	idealer Wirkungsgrad (Carnot)	$\eta_C = 1 - \frac{T_k}{T_h}$	
	realer Wirkungsgrad	$\eta = \frac{W}{Q_{auf}} = 1 - \frac{Q_{ab}}{Q_{auf}}$	
	Wärmeleitgleichung	$\frac{Q}{\Delta t} = -\lambda \cdot A \frac{\Delta T}{d} = -U \cdot A \cdot \Delta T$	
	Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz	$J = \epsilon \cdot J_S$	
	Gesetz von Stefan-Boltzmann	$J_S = \sigma T^4$	
	Wien'sches Verschiebungsgesetz	$\lambda_{max} \cdot T = b$	

C Elektrizität und Magnetismus

9 Elektrostatik

THEMEN	Grundphänomene: Coulombkraft: elektrisches Feld: Spannung: Erzeugung elektrischer Felder: Kondensatoren:	Elementarladung, Leiter und Isolatoren, Influenz Kraft zwischen Punktladungen Feldlinienbilder, Überlagerung von Feldern, Felder von Punktladung und Plattenkondensator; Satz von Gauss Arbeit im elektrischen Feld, Beschleunigung von geladenen Teilchen, Plattenkondensator Felder von Platten und Punktladungen Plattenkondensator, Materie im elektrischen Feld, elektrische Feldenergie
FERTIGKEITEN	Feldlinienbild einer Ladungsverteilung skizzieren, für Punktladungen Feldstärken bestimmen Geschwindigkeit eines Teilchens aus Beschleunigungsspannung berechnen (Einheit eV)	
KONSTANTEN	Elementarladung elektrische Feldkonstante	
DEFINITIONEN	elektrische Feldstärke Spannung Kapazität	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $U_{12} = \frac{W_{1 \rightarrow 2}}{q}$ $C = \frac{Q}{U}$
GESETZE	Coulombkraft zwischen zwei Punktladungen Spannung im homogenen Feld Potential einer Punktladung Kapazität eines Plattenkondensators Energie im Feld eines Kondensators Energiedichte im elektrischen Feld	$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ $U = E \cdot d$ $\varphi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{q}{r}$ $C = \epsilon_0\epsilon_r \frac{A}{d}$ $W_{elek} = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ $w_{elek} = \frac{1}{2}\epsilon_0\epsilon_r E^2$

10 Gleichstrom

THEMEN	Stromstärke und Leistung: Widerstand: Widerstandsnetzwerke: Aufladen und Entladen von Kondensatoren:	einfacher Stromkreis, Leistung des elektrischen Stroms Kennlinien nicht ohmscher Widerstände, ohmsche Widerstände, spezifischer Widerstand, Temperaturabhängigkeit Serie- und Parallelschaltung; reale Spannungsquelle (Innenwiderstand), Messgeräte Zeitkonstante und Halbwertszeit der Entladung
FERTIGKEITEN	Schaltschema zeichnen (mit Messgeräten) und interpretieren Gleichungssystem zu einem elektrischen Netzwerk aufstellen	

KONSTANTEN	spezifischer Widerstand von Kupfer	
DEFINITIONEN	Stromstärke	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
	Widerstand	$R = \frac{U}{I}$
GESETZE	Leistung des elektrischen Stroms	$P = U \cdot I$
	Ohmsches Gesetz	$U \propto I$ nur für ohmsche Widerstände
	Widerstand von Drähten	$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$
	Temperaturabhängigkeit	$\rho(T) = \rho_0 \cdot (1 + \alpha_0 \cdot (T - T_0))$
	Serieschaltung ohmscher Widerstände	$R_{Ersatz} = R_1 + R_2 + \dots$
	Parallelschaltung ohmscher Widerstände	$R_{Ersatz} = (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots)^{-1}$

11 Magnetismus

THEMEN	Ferromagnetismus:	Permanentmagnet
	Magnetfelder:	Erdmagnetismus, Feldlinienbilder, Kraft auf stromdurchflossene Leiter
	Lorentzkraft:	Bewegung geladener Teilchen im (homogenen) Feld (Massenspektrometer, Zyklotron)
	Erzeugung von Magnetfeldern:	Feld von: langem, geradem Leiter, Kreisstrom, dünner Spule, Helmholtzspulen
	Induktion:	magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Wirbelströme
	Selbstinduktion:	Selbstinduktion, Einschalt-/Ausschaltstrom, magnetische Feldenergie
FERTIGKEITEN	Feldlinienbilder von Magneten skizzieren graphisch ableiten und integrieren (Induktionsspannung und magnetischer Fluss) Funktionsweise eines Generators und Motors erklären	
KONSTANTEN	Erdmagnetfeld in Zürich (Horizontalkomponente und Inklination) magnetische Feldkonstante	
DEFINITIONEN	magnetische Feldstärke	$\vec{F} = l \cdot \vec{I} \times \vec{B}$ Richtung Rechte-Hand-Regel
	magnetischer Fluss	$\Phi = B \cdot A_{\perp} = B \cdot A \cdot \cos \alpha$
GESETZE	Lorentzkraft	$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$ Richtung Rechte-Hand-Regel
	Magnetfeld um geraden Leiter	$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$
	Magnetfeld in langer, dünner Spule	$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$
	induzierte Spannung in bewegtem Leiterstück	$U_{ind} = v \cdot B \cdot l$
	induzierte Spannung	$U_{ind} = -N \cdot \dot{\Phi}(t)$
	selbstinduzierte Spannung	$U_{ind} = -L \cdot \dot{I}(t)$
	Induktivität einer dünnen Spule	$L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 A}{l}$
	Ausschaltstrom	$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$
	Zeitkonstante	$\tau = \frac{L}{R}$
	Energie im Magnetfeld einer Spule	$W_{mag} = \frac{1}{2} L I^2$
	Energiedichte im Magnetfeld	$w_{mag} = \frac{1}{2\mu_0 \mu_r} B^2$

12 * Elektrotechnik (Wechselspannung)

THEMEN	Wechselstromkreis: Transformator: elektrische Energieübertragung:	Impedanz und Phasenverschiebung, Wirkleistung
FERTIGKEITEN	Amplitude, Frequenz, Phasenverschiebung anhand eines Diagramm bestimmen Energieübertragung vom Kraftwerk bis zur Steckdose beschreiben	
KONSTANTEN	Frequenz und Effektivwert der Haushaltsspannung	
DEFINITIONEN	harmonische Wechselspannung Effektivwerte von Spannung und Strom	$u(t) = \hat{u} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$ $U_{\text{eff}} = U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$ und $I_{\text{eff}} = I = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}}$ $U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T U(t)^2 dt}$ Allgemein
GESETZE	Impedanz Phasen- und Zeitverschiebung Wirkleistung Scheinleistung Blindleistung Leistungsfaktor ohmscher Widerstand kapazitiver Widerstand induktiver Widerstand Serie RCL Parallel RCL Resonanzfrequenz (ungedämpft) unbelasteter Transformator belasteter Transformator	$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \frac{\hat{U}}{\hat{I}}$ Einheit Ohm $\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta t}{T}$ $P = U \cdot I \cdot \cos(\Delta\varphi)$ Einheit Watt mit $\Delta\varphi$: Winkel der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung $S = U \cdot I$ Einheit VA $Q = U \cdot I \cdot \sin(\Delta\varphi)$ Einheit var $\cos(\Delta\varphi)$ $Z_R = R, \Delta\varphi = 0$ $Z_C = \frac{1}{\omega \cdot C}, \Delta\varphi = -\pi/2$ $Z_L = \omega \cdot L, \Delta\varphi = +\pi/2$ $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$ $\frac{1}{z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + (\frac{1}{\omega L} - \omega C)^2}$ $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$ Übersetzungsverhältnis $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$

D Schwingungen und Wellen

13 Schwingungen

THEMEN	harmonische Schwingung:	Kinematik, Dynamik und Energetik Bei einer harmonischen Schwingung liegt ein lineares Kraftgesetz vor.
	Dämpfung und Resonanz	Energieverlust durch Dämpfung, Hüllkurve, erzwungene Schwingung
	Überlagerung von Schwingungen	Schwebung
	gekoppelte Schwingungen	Kopplungsarten, Eigenschwingungen
FERTIGKEITEN	charakteristische Gleichung erkennen und daraus Periodendauer bestimmen Diagramme für Auslenkung, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Energie	
KONSTANTEN		
DEFINITIONEN	charakteristische Differentialgleichung	$\dot{y}(t) = -\omega^2 \cdot y(t)$
GESETZE	Bewegungsgleichung	$y(t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega t)$
	Geschwindigkeit	$v(t) = \underbrace{\omega \cdot \hat{y}}_{\hat{v}} \cos(\omega t)$
	Beschleunigung	$a(t) = -\underbrace{\omega^2 \cdot \hat{y}}_{\hat{a}} \sin(\omega t)$
	Periodendauer	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi f$
	Gesamtenergie	$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot D \cdot y^2 = \frac{1}{2} \cdot m \hat{y}^2 \cdot \omega^2$ proportional zu \hat{y}^2
	Periodendauer eines Federpendels	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$
	Periodendauer eines Fadenpendels	$T \approx 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ für kleine Amplituden
	Periodendauer eines elekt. Schwingkreises	$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$ für kleine Amplituden
	gedämpfte Schwingung	$y(t) = \hat{y}(t) \cdot \sin(\omega t)$
	exponentielle Dämpfung	$\hat{y}(t) = \hat{y}_0 \cdot e^{-\delta \cdot t}$
	Halbwertszeit bei exp. Hüllkurve	$T_{1/2} = \tau \cdot \ln 2$
	Zeitkonstante für gedämpften elek. Schwingkreis	$\tau = 2\frac{L}{R}$
	Schwebungsfrequenz	$f_S = f_1 - f_2 $

14 Wellen

THEMEN	Wellen:	Störung, Trägermedium, Kopplung; Longitudinal- und Transversalwellen (Beispiele)
	lineare Wellen	Orts- und Zeitbild
	harmonische Wellen	Wellenlänge, Frequenz / Periode, stehende Welle

FERTIGKEITEN	Wechsel zwischen Orts- und Zeitbild, Typische Wellenphänomene erkennen (Bsp an Wasserwellenwanne) Überlagerung einlaufender und reflektierter Welle	
--------------	---	--

KONSTANTEN

DEFINITIONEN	charakteristische Gleichungen	$y(x, t) = f(x - v \cdot t)$
	harmonische Welle	$y(x, t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega t - k \cdot x)$
GESETZE	Wellenzahl	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$
	Ausbreitungsgeschwindigkeit	$v = \lambda \cdot f$

15 Akustik (Schallwellen)

THEMEN	Schallwellen: Tonhöhe: Lautstärke: Instrumente: Dopplereffekt:	Schallgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien Frequenz und Frequenzverhältnisse, Stimmungen Schallintensität und Schallpegel; Dezibel- und Phonskala Stehende Wellen; Saiteninstrumente und Pfeifen; Klangspektrum bewegte Quelle und/oder Beobachter, Frequenzverschiebung bei Reflexion an bewegtem Objekt
FERTIGKEITEN	stehende Wellen auf Saiten und in dünnen Pfeifen skizzieren Addition von Schallpegeln, Leistungen/Intensitäten, Intervallen	
KONSTANTEN	Schallgeschwindigkeit in Luft wichtigste Intervalle Hörschwelle und Hörbereich des menschlichen Ohrs	
DEFINITIONEN	Schallintensität	$J = \frac{P}{A}$
	Schallpegel	$L = 10 \cdot \log \frac{J}{J_0}$ doppelte Schallintensität $\rightarrow +3$ dB
GESETZE	Schallgeschwindigkeit in Gasen	$v_S = \sqrt{\frac{\kappa \cdot R \cdot T}{M}}$
	Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten	$v_S = \sqrt{\frac{1}{\chi \cdot \rho}}$
	Schallgeschwindigkeit in Saite (Transversal)	$v_S = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} = \sqrt{\frac{F}{m^*}}$
	schwingende Saite (n-ter Oberton)	$f_n = (n + 1) \cdot f_0 = (n + 1) \cdot \frac{v_S}{2 \cdot l}$ Knoten an den Enden
	offene Pfeife (n-ter Oberton)	$f_n = (n + 1) \cdot f_0 = (n + 1) \cdot \frac{v_S}{2 \cdot l}$ Knoten an den Enden
	gedackte Pfeife (n-ter Oberton)	$f_n = (2n + 1) \cdot f_0 = (2n + 1) \cdot \frac{v_S}{4 \cdot l}$ Schwingungsbäuche an den Enden
	Dopplereffekt	$f = f_0 \cdot \frac{v_S \pm v_B}{v_S \mp v_Q}$ Vorzeichen für Zähler und Nennen separat überlegen

16 Strahlenoptik

THEMEN	Reflexion und Brechung: Linsen Lichtgeschwindigkeit	Reflexion und Brechung, Totalreflexion Abbildung mit Linsen, Dioptrie Ausbreitungsgeschwindigkeit im Vakuum und in Medien
FERTIGKEITEN	Verlauf eines Lichtstrahls durch einen Körper zeichnen Abbildung mit Linsen konstruieren (vgl. Praktikum)	
KONSTANTEN	Brechzahl von Luft, Glas, Wasser kritischer Winkel für Totalreflexion in Glas	
DEFINITIONEN	Brechzahl	$n = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Medium}}}$
GESETZE	Reflexionsgesetz	$\alpha = \alpha'$
	Brechungsgesetz	$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$
	Totalreflexion (kritischer Winkel)	$\sin \alpha_k = \frac{n_2}{n_1}$ nur für $n_1 > n_2$
	Abbildungsgleichung (für dünne Linsen)	$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ Vorzeichenkonvention beachten
	Lateralvergrößerung	$\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$

17 Wellenoptik und em-Wellen

THEMEN	Elektromagnetische Wellen:	Entstehung und Ausbreitung, elektromagnetisches Spektrum
	Polarisation	Polarisationsfilter, Polarisiertes Licht nach Reflexion
	Wellenoptik	Prinzip von Huygens, Beugung
FERTIGKEITEN	Überblick über das elektromagnetische Spektrum (mit Wellenlängenbereich) Beispiel von Wellenoptik in der Natur / Technik Elementarwellen (Huygensprinzip) Lage der Interferenzmaxima und minima graphisch finden (Gangunterschied / Hyperbel) Mit Laserstrahl und Gitter Wellenlänge oder Gitterkonstante bestimmen	
KONSTANTEN	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	
DEFINITIONEN		
GESETZE	Bedingung für konstruktive Interferenz	$\Delta s = s_2 - s_1 = m\lambda \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
	Beugung am Gitter / Doppelspalt	$\sin(\alpha_m) = m \frac{\lambda}{d}$ Maxima
	Beugung am Einzelspalt	$\sin(\alpha_k) = k \frac{\lambda}{s}$ Minima
	Auflösungsvermögen	$\frac{\Delta y}{\Delta x} \approx \frac{\lambda}{d} \approx \frac{a}{e}$ Bsp Auge und Lichtmikroskop
	Lichtmikroskop	$\Delta y = \frac{f}{d} \cdot \lambda \approx \lambda$
	Polarisation Malusches Gesetz	$I = I_0 \cdot \cos^2(\alpha)$ Einfallendes linear polarisiertes Licht
	Dipolfrequenz	$f = \frac{c}{2 \cdot l}$ Dipollänge l
	Ausbreitungsgeschwindigkeit im Vakuum	$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}}$
	Ausbreitungsgeschwindigkeit im Medium	$c = \frac{c_0}{n} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \mu_0 \cdot \mu_r}}$

Feldvektoren

$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{c}$$

Poyntingvektor

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

Intensität harmonische Welle

$$I = \langle S \rangle = \frac{E_0^2}{2 \cdot c \cdot \mu_0} = \frac{c \cdot \epsilon_0 \cdot E_0^2}{2}$$

Abstandsgesetz

$$I = \frac{P}{4\pi \cdot r^2} \quad \text{Intensität Punktquelle}$$

E Moderne Physik

18 Spezielle Relativitätstheorie

THEMEN	Postulate der SRT:	Experiment von Michelson-Morley, Relativitätsprinzip und absolute Lichtgeschwindigkeit
	Kinematik:	Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation (Lichtuhr), Längenkontraktion
	Dynamik:	relativistische Energie, Äquivalenz von Energie und Masse, kinetische Energie, Massendefekt
FERTIGKEITEN	Geschwindigkeit eines Teilchens aus der Beschleunigungsspannung berechnen bei Kernspaltung oder Kernfusion freigesetzte Energie berechnen	
KONSTANTEN		
DEFINITIONEN	einheitenlose Geschwindigkeit	$\beta = \frac{v}{c}$
	Lorentzfaktor	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ nicht-relativistisch heisst: $\gamma - 1 \ll 1$
GESETZE	Zeitdilatation	$t = \gamma \cdot t_0$
	Längenkontraktion	$l = \frac{l_0}{\gamma}$ nur entlang Bewegungsrichtung
	Äquivalenz von Energie und Masse	$E_0 = m_0 \cdot c^2$ Ruheenergie
	relativistische Energie	$E = E_0 + E_{kin} + \dots = \gamma \cdot E_0$
	relativistische Masse	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}$
	relativistischer Impuls	$p = \gamma \cdot m_0 \cdot v$
	Energie-Impuls-Beziehung	$E^2 = (E_0)^2 + (p \cdot c)^2$
	Massendefekt	$\Delta m = m_X - Z \cdot m_p - (N - Z) \cdot m_n$
	Dopplereffekt für Licht	$f = f_0 \cdot \sqrt{\frac{c \pm v}{c \mp v}}$

19 Quantenphysik

THEMEN	Photoeffekt:	Austrittsarbeit, Photon
	Dualismus Teilchen – Welle	de Broglie-Beziehung, Elektronenbeugung
	Atomphysik:	Energieniveaus, Serienformel
FERTIGKEITEN		
KONSTANTEN	Planck'sches Wirkungsquantum Ionisationsenergie von Wasserstoff	
DEFINITIONEN		
GESETZE	Photonenenergie	$E = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$
	Photoelektrische Gleichung	$h \cdot f = W_A + W_{kin}$
	Grenzfrequenz	$f_{min} = \frac{W_A}{h}$
	Masse des Photons	$m = \frac{hf}{c_0^2}$
	de Broglie-Wellenlänge	$\lambda_B = \frac{h}{p}$

de Broglie-Wellenlänge	$\lambda_B = \frac{h}{\sqrt{2qmU}}$
Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation	$\Delta x \cdot \Delta p \approx h$
	$\Delta E \cdot \Delta t \approx h$
	$\Delta f \cdot \Delta t \approx 1$
Energieniveau Wasserstoff	$E_n = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$
Serienformel	$f_{m,n} = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3} \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$

20 Kernphysik

THEMEN	radioaktiver Zerfall:	α -, β - und γ -Zerfall, Tochterkerne; Zerfallsgesetz und Halbwertszeit
FERTIGKEITEN	Tochterkerne beim α - und β -Zerfall bestimmen Halbwertszeit aus Zerfallskurve ablesen	
KONSTANTEN		
DEFINITIONEN		
	Halbwertszeit	$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
	Halbwertsdicke	$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$
GESETZE	Zerfallsgesetz	$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = N_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}}$
	Aktivität	$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N$ Einheit: Becquerel = 1/s
	Absorptionsgesetz	$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$ Dicke d

21 Teilchenphysik

THEMEN	Teilchenzoo: Erhaltungsgrösse	Leptonen, Quarks, Hadronen... elektrische Ladung, Impuls, Energie, Leptonenzahl, Baryonenzahl, Spin, Strangeness, Charm, Topness, Bottomness...
	* Beschleunigerphysik	
FERTIGKEITEN	Bestimmen, ob einen Zerfall theoretisch möglich ist.	
KONSTANTEN		
DEFINITIONEN		
GESETZE		