



Baden-Württemberg

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport

Merkhilfe

PHYSIK

Berufsoberschule (BOS)

Technische Oberschule

Berufskolleg (BK)

BK(FH)

Technische Berufskollegs I + II

Inhaltsverzeichnis

MECHANIK 4

 Geschwindigkeit..... 4

 Beschleunigung..... 4

 Bewegungsarten – Bewegungsgesetze 4

 Gleichförmige Bewegung 4

 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung 4

 Gleichmäßig verzögerte Bewegung bis zum Stillstand; $a_v < 0$ 4

 Freier Fall ohne Anfangsgeschwindigkeit..... 4

 Wurfbewegungen 5

 Horizontaler Wurf 5

 Schiefer Wurf..... 5

 Newtonsche Axiome 5

 Gesetze für reale Kräfte 6

 Drehmoment – Hebel 6

 Impuls – Impulserhaltung 6

 Zentrale Stöße von zwei Körpern..... 7

 Kreisbewegung – Zentripetalkraft..... 7

 Arbeit 8

 Energieformen..... 8

 Energieerhaltungssatz für ein abgeschlossenes System 8

 Energiebilanz für ein nicht abgeschlossenes System 8

 Leistung – Wirkungsgrad 8

ELEKTRIZITÄTSLEHRE 9

 Elektrische Spannung..... 9

 Mittlere elektrische Stromstärke 9

 Momentane elektrische Stromstärke 9

 Mittlere elektrische Leistung..... 9

 Elektrischer Widerstand 9

 Ohmsches Gesetz 9

 Schaltung von Widerständen..... 9

 Gesetze der Reihenschaltung 9

 Gesetze der Parallelschaltung..... 9

 Elektrisches Feld – Definition der elektrischen Feldstärke E 10

 Elektrische Feldstärke bei radialem Feld 10

 Coulombsches Kraftgesetz..... 10

 Definition der Kapazität..... 10

 Plattenkondensator – Homogenes elektrisches Feld 10

ELEKTRIZITÄTSLEHRE	11
Definition der magnetischen Flussdichte	11
Homogenes Magnetfeld einer schlanken Spule	11
Rechte-Faust-Regel	11
3-Finger-Regel der rechten Hand	11
Definition des magnetischen Flusses	12
Allgemeines Induktionsgesetz.....	12
Induktion durch Flächenänderung bei $B = \text{konstant}$	12
Induktion durch Änderung der magnetischen Flussdichte bei $A_s = \text{konstant}$	12
Selbstinduktion.....	13
Energie im Feld einer stromdurchflossenen Spule	13
Ein- und Ausschaltvorgang bei einer RL-Reihenschaltung	13
SCHWINGUNGEN	14
Harmonische Schwingung	14
Differentialgleichung (DGL) der harmonischen Schwingung	14
Periodendauer einer harmonischen Schwingung.....	14
WELLEN	15
Ausbreitungsgeschwindigkeit – Grundgleichung der Wellenlehre	15
Stehende Wellen – Eigenschwingungen	15
Reflexion	15
Brechung	15
WELLENOPTIK	16
Interferenzbedingungen für zwei kohärente Wellen gleicher Wellenlänge.....	16
Einfachspalt.....	16
Doppelspalt	16
Gitter	16
QUANTEN	17
Photonen	17
Fotoeffekt.....	17
MATERIEWELLEN	17
Wellenlänge von Materiewellen.....	17
Reflexion im Kristallgitter	17
PHYSIKALISCHE KONSTANTEN.....	18
Vorfaktoren für dezimale Vielfache und Teile von Einheiten	18
Elektromagnetisches Spektrum.....	18

MECHANIK

Geschwindigkeit		
Mittlere Geschwindigkeit	$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s(t_2) - s(t_1)}{t_2 - t_1}$	s Ort in m Δs Strecke in m t Zeit in s Δt Dauer in s
Momentangeschwindigkeit	$v(t) = \dot{s}(t)$	v Geschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ $\dot{s}(t)$ Ableitung der Funktion s(t) nach der Zeit t grafisch: Steigung im s-t-Diagramm
Beschleunigung		
Mittlere Beschleunigung	$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1}$	a Beschleunigung in $\frac{m}{s^2}$
Momentanbeschleunigung	$a(t) = \dot{v}(t)$	$\dot{v}(t)$ Ableitung der Funktion v(t) nach der Zeit t grafisch: Steigung im v-t-Diagramm
Bewegungsarten – Bewegungsgesetze		
Gleichförmige Bewegung		
Ort-Zeit-Gesetz	$s(t) = v_0 \cdot t + s_0$	s_0 Ort zur Zeit $t_0 = 0$
Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz	$v(t) = v_0 = \text{konstant}$	v_0 Geschwindigkeit zur Zeit $t_0 = 0$
Gleichmäßig beschleunigte Bewegung		
Ort-Zeit-Gesetz	$s(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$	s_0 Ort zur Zeit $t_0 = 0$
Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz	$v(t) = a \cdot t + v_0$	v_0 Geschwindigkeit zur Zeit $t_0 = 0$ a konstante Beschleunigung
Geschwindigkeit	$v = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s}$	v_0 Geschwindigkeit zur Zeit $t_0 = 0$ a konstante Beschleunigung
Gleichmäßig verzögerte Bewegung bis zum Stillstand; $a_v < 0$		
Bremszeit	$t_v = -\frac{v_0}{a_v}$	v_0 Geschwindigkeit zur Zeit $t_0 = 0$ t_v Bremszeit in s a_v konstante Verzögerung in $\frac{m}{s^2}$
Bremsweg	$s_v = -\frac{v_0^2}{2 \cdot a_v}$	s_v Bremsweg in m
Freier Fall ohne Anfangsgeschwindigkeit		
Ort-Zeit-Gesetz	$y(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2$	g Fallbeschleunigung in $\frac{m}{s^2}$
Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz	$v(t) = g \cdot t$	y Fallstrecke in m
Geschwindigkeit	$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot y}$	

MECHANIK

Wurfbewegungen		
Horizontaler Wurf		
Ort-Zeit-Gesetze	$x(t) = v_0 \cdot t$ $y(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2$	
Geschwindigkeit-Zeit-Gesetze	$v_x = v_0 = \text{konstant}$ $v_y(t) = g \cdot t$	
Schiefer Wurf		
	α Abwurfwinkel h_0 Abwurfhöhe in m h_{fall} Fallhöhe in m $h_{\text{fall}} = h_0 + h_{\text{steig}}$	Ort-Zeit-Gesetze: $x(t) = v_{0x} \cdot t$ $y(t) = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$ Geschwindigkeit-Zeit-Gesetze: $v_x(t) = v_{0x}$ $v_y(t) = v_{0y} - g \cdot t$
Komponenten der Geschwindigkeit: $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$ $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$	Steigzeit: $t_{\text{steig}} = \frac{v_{0y}}{g}$ Fallzeit: $t_{\text{fall}} = \sqrt{\frac{2 \cdot h_{\text{fall}}}{g}}$	Steighöhe: $h_{\text{steig}} = \frac{v_{0y}^2}{2 \cdot g}$ Wurfweite: $w = v_{0x} (t_{\text{steig}} + t_{\text{fall}})$
Newtonsche Axiome		
1. Newtonsches Axiom - Trägheitsprinzip 2. Newtonsches Axiom - Grundgleichung der Mechanik 3. Newtonsches Axiom - Wechselwirkungsprinzip	Ein Körper bleibt in Ruhe oder bewegt sich gleichförmig geradlinig, wenn die auf ihn wirkende resultierende Kraft \vec{F}_{res} null ist. $\vec{F}_{\text{res}} = m \cdot \vec{a}$ Übt ein Körper 1 auf einen Körper 2 die Kraft \vec{F}_2 aus, so übt der Körper 2 auf den Körper 1 die gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft \vec{F}_1 aus. Es gilt: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	F_{res} resultierende Kraft in N $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ m Masse in kg a Beschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

MECHANIK

Gesetze für reale Kräfte			
Gewichtskraft	$F_G = m \cdot g$	m	Masse in kg g Fallbeschleunigung in $\frac{m}{s^2}$
Federkraft	$F_F = D \cdot s$	D	Federkonstante in $\frac{N}{m}$ s Spannweite der Feder in m
Gleitreibungskraft	$F_{\text{gleit}} = f_{\text{gleit}} \cdot F_U$	f_{gleit} F_U	Gleitreibungszahl Unterlagskraft in N
Maximale Haftreibungskraft	$F_{\text{haft,max}} = f_{\text{haft}} \cdot F_U$	f_{haft} F_U	Haftreibungszahl Unterlagskraft in N
Beispiel: Kräftezerlegung an der schiefen Ebene			
		α	Neigungswinkel der schiefen Ebene
		Komponenten der Gewichtskraft Hangabtriebskraft: $F_H = F_{Gx} = F_G \cdot \sin \alpha$ Normalkraft: $F_N = F_{Gy} = F_G \cdot \cos \alpha$	
Drehmoment – Hebel			
Drehmoment	$M = F \cdot r \cdot \sin(\alpha) = F \cdot \ell$	M	Drehmoment in N · m F wirkende Kraft in N r Ortsvektor zum Angriffspunkt der Kraft α Winkel zwischen Kraft und Ortsvektor ℓ Abstand Drehachse – Wirkungslinie der Kraft
Hebel	$F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2$	F_1, F_2 ℓ_1, ℓ_2	wirkende Kräfte Länge der Hebelarme
Impuls – Impulserhaltung			
Definition Impuls	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	p	Impuls in $kg \cdot \frac{m}{s}$ $1 kg \cdot \frac{m}{s} = 1 N \cdot s$
Impulsänderung	$\Delta p = \bar{F} \cdot \Delta t$ $\Delta p = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt$	Δp \bar{F} Δt Δp	Impulsänderung in N · s mittlere Kraft in N Einwirkdauer der mittleren Kraft in s grafisch: Fläche im F-t-Diagramm
Impulserhaltungssatz für abgeschlossenes System	$\vec{p}_{\text{ges,nach}} = \vec{p}_{\text{ges,vor}}$	$p_{\text{ges,nach}}$ $p_{\text{ges,vor}}$	Gesamtimpuls nach dem Stoß in N · s Gesamtimpuls vor dem Stoß in N · s

MECHANIK

Zentrale Stöße von zwei Körpern			
Das Vorzeichen der Geschwindigkeiten v und u bezieht sich auf die Richtung von s .			
Vollständig elastischer Stoß	$u_1 = 2 \cdot \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} - v_1$ $u_2 = 2 \cdot \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} - v_2$	m_1, m_2 Massen der Körper in kg v_1, v_2 Geschwindigkeiten der Körper vor dem Stoß in $\frac{m}{s}$ u_1, u_2 Geschwindigkeiten der Körper nach dem Stoß in $\frac{m}{s}$	
Beispiel für vollständig elastischen Stoß			
Vollständig unelastischer Stoß	$u = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$	u Geschwindigkeit der Körper 1 und 2 nach dem Stoß in $\frac{m}{s}$	
Beispiel vollständig unelastischer Stoß			
Kreisbewegung – Zentripetalkraft			
Winkel im Bogenmaß	$\varphi = \frac{b}{r}$ $\frac{\varphi}{2 \cdot \pi} = \frac{\alpha}{360^\circ}$	φ Winkel im Bogenmaß b Bogenlänge in m r Radius in m α Winkel in Grad	
Frequenz	$f = \frac{1}{T}$	f Frequenz in Hz (Hertz) $1 \text{ Hz} = 1 \frac{1}{s}$ T Umlaufdauer in s	
Winkelgeschwindigkeit	$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{\varphi(t_2) - \varphi(t_1)}{t_2 - t_1}$ $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$	ω Winkelgeschwindigkeit in $\frac{1}{s}$ φ Winkel im Bogenmaß t Zeit in s	
Bahngeschwindigkeit	$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \omega \cdot r$	v Bahngeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ r Radius in m	
Zentripetalbeschleunigung	$a_z = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$	a_z Zentripetalbeschleunigung in $\frac{m}{s^2}$	
Zentripetalkraft Resultierende Kraft in Richtung zum Mittelpunkt	$F_{\text{res,rad}} = F_Z = m \cdot a_z$ $F_Z = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$	F_Z Zentripetalkraft in N $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{m}{s^2}$	

MECHANIK

ARBEIT, ENERGIE, ENERGIEBETRACHTUNGEN, LEISTUNG, WIRKUNGSGRAD

Arbeit		
Arbeit bei konstanter Kraft	$W = F_s \cdot \Delta s$	W Arbeit in J $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ F_s Kraftkomponente in Bewegungsrichtung in N Δs Strecke in m
Arbeit bei ortsabhängiger Kraft	$W = \int_{s_1}^{s_2} F_s(s) ds$	s_1 Ort 1 in m s_2 Ort 2 in m W grafisch: Fläche im F-s-Diagramm
Energieformen		
Lageenergie	$E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h$	m Masse in kg g Fallbeschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ h Höhe bezogen auf das Nullniveau (NN) in m
Kinetische Energie	$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	v Geschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Spannenergie	$E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$	D Federkonstante in $\frac{\text{N}}{\text{m}}$ s Spannweite der Feder in m bezogen auf entspannte Feder
Energiebetrachtungen		
Energieerhaltungssatz für ein abgeschlossenes System		
	$E_{\text{ges},2} = E_{\text{ges},1} = \text{konstant}$	$E_{\text{ges},1}$ Gesamtenergie im Zustand 1 $E_{\text{ges},2}$ Gesamtenergie im Zustand 2
Energiebilanz für ein nicht abgeschlossenes System		
	$E_{\text{ges},2} = E_{\text{ges},1} + W_{\text{zu}} - W_{\text{ab}}$	$E_{\text{ges},1}$ Gesamtenergie im Zustand 1 $E_{\text{ges},2}$ Gesamtenergie im Zustand 2 W_{zu} zugeführte Arbeit z. B. Arbeit durch Antriebskraft $W_{\text{zu}} = F_{\text{Antrieb}} \cdot \Delta s$ W_{ab} abgeführte Arbeit z. B. Reibungsarbeit $W_{\text{ab}} = W_{\text{R}} = F_{\text{R}} \cdot \Delta s$
Leistung – Wirkungsgrad		
Mittlere Leistung	$\bar{P} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$	P Leistung in W $1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$
Momentane Leistung	$P(t) = \dot{E}(t)$ $P(t) = F \cdot v(t)$	ΔE Energieänderung in J Δt Dauer in s F konstante Kraft in N $v(t)$ Momentangeschwindigkeit $\dot{E}(t)$ Ableitung der Funktion E(t) nach der Zeit grafisch: Steigung im E-t-Diagramm
Wirkungsgrad	$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{zu}}}$	P_{ab} abgegebene Leistung in W P_{zu} zugeführte Leistung in W W_{ab} abgegebene Arbeit in J W_{zu} zugeführte Arbeit in J

ELEKTRIZITÄTSLEHRE

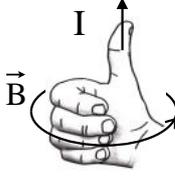
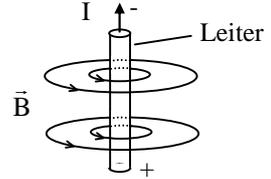
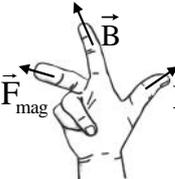
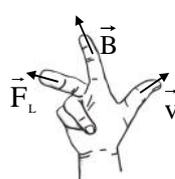
Grundgrößen, Grundgesetze

Elektrische Spannung	$U = \frac{W_{el}}{Q}$	U W _{el} Q	Spannung in V elektrische Arbeit in J transportierte Ladung in C (Coulomb) 1 V = 1 $\frac{J}{C}$ 1 C = 1 A · s
Mittlere elektrische Stromstärke	$\bar{I} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	\bar{I}	Stromstärke in A 1 A = 1 $\frac{C}{s}$
Momentane elektrische Stromstärke	$I(t) = \dot{Q}(t)$	$\dot{Q}(t)$	Ableitung der Funktion Q(t) nach der Zeit t grafisch: Steigung im Q-t-Diagramm
Ladungsmenge von Elektronen	$Q = N \cdot e$	N e	Anzahl der Elektronen Elementarladung
Mittlere elektrische Leistung	$\bar{P}_{el} = \frac{\Delta E_{el}}{\Delta t}$	ΔE_{el} P _{el}	elektrische Energie in J Leistung in W 1 W = 1 $\frac{J}{s}$
Momentane elektrische Leistung	$P_{el}(t) = U(t) \cdot I(t)$ $P_{el}(t) = \dot{E}_{el}(t)$ $P_{el}(t) = R \cdot I^2(t)$	P _{el} (t) U(t) I(t) $\dot{E}_{el}(t)$ R	momentane Leistung in W momentane Spannung in V momentane Stromstärke in A Ableitung der Funktion E _{el} (t) nach der Zeit t grafisch: Steigung im W _{el} -t-Diagramm elektrischer Widerstand in Ω
Elektrischer Widerstand	$R = \frac{U}{I}$	R	elektrischer Widerstand in Ω 1 Ω = 1 $\frac{V}{A}$
Ohmsches Gesetz	U = R · I mit R = konstant		
Elektrischer Widerstand eines Leiters	$R_{Leiter} = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$	ρ ℓ A	spezifischer Widerstand in $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ Länge des Drahtes in m Querschnittsfläche des Leiters in mm ²
Schaltung von Widerständen			
	Gesetze der Reihenschaltung	Gesetze der Parallelschaltung	
Spannung	$U_{ges} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$U_{ges} = U_1 = U_2 = \dots = U_n$	
Stromstärke	$I_{ges} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	$I_{ges} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$	
Widerstand	$R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$	

ELEKTRIZITÄTSLEHRE

Elektrisches Feld – Definition der elektrischen Feldstärke E		
Definition der elektrischen Feldstärke	$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$	E elektrische Feldstärke in $\frac{N}{C}$ $1 \frac{N}{C} = 1 \frac{V}{m}$ F _{el} Kraft auf die Probeladung in N q Probeladung in C
Grundgleichung der Elektrostatik		
Definition der Flächenladungsdichte	$\sigma = \frac{Q}{A}$	0 elektrische Feldkonstante in $\frac{A \cdot s}{V \cdot m}$ r Dielektrizitätszahl
Grundgleichung	$\sigma = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E$	
Punktladungen im Vakuum		
Elektrische Feldstärke bei radialem Feld	$E(r) = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$	Q felderzeugende Ladung in C r Abstand der Punktladungen in m
Coulombsches Kraftgesetz	$F_{el}(r) = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$	Q ₁ , Q ₂ Ladungen der Punktladungen in C r Abstand der Punktladungen in m
Kondensator		
Definition der Kapazität	$C = \frac{Q}{U}$	C Kapazität in F (Farad) $1 F = 1 \frac{C}{V}$ Q Ladung in C
Energie im Feld eines geladenen Kondensators	$E_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$	E _{el} elektrische Energie in J
Energiedichte des elektrischen Feldes	$\rho_{el} = \frac{E_{el}}{V}$	V Volumen des vom Feld eingenommen Raumes
Gesamtkapazität	Reihenschaltung $\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	Parallelschaltung $C_{ges} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$
Plattenkondensator – Homogenes elektrisches Feld		
Kapazität	$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$	0 elektrische Feldkonstante in $\frac{A \cdot s}{V \cdot m}$ r Dielektrizitätszahl A Fläche einer Kondensatorplatte in m ² d Plattenabstand in m
Elektrische Feldstärke	$E = \frac{U}{d}$	E elektrische Feldstärke in $\frac{V}{m}$ d Plattenabstand in m

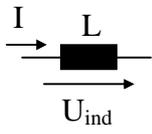
ELEKTRIZITÄTSLEHRE

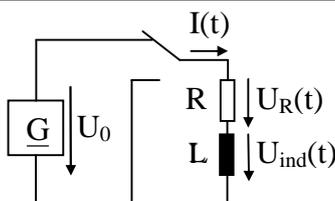
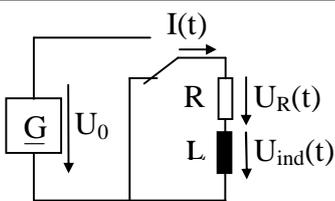
Magnetfeld – Definition der magnetischen Flussdichte B		
Definition der magnetischen Flussdichte	$B = \frac{F_{\text{mag}}}{\ell \cdot I}$	<p>B magnetische Flussdichte in T (Tesla)</p> $1\text{T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$ <p>F_{mag} magnetische Kraft auf stromdurchflossenen Leiter in N</p> <p>ℓ wirksame Länge des Leiters in m</p> <p>I Stromstärke im Leiter in A</p>
Homogenes Magnetfeld einer schlanken Spule		
Magnetische Flussdichte im Innern einer stromdurchflossenen Spule	$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I$	<p>μ_0 magnetische Feldkonstante in $\frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$</p> <p>$\mu_r$ Permeabilitätszahl</p> <p>I Stromstärke in A</p> <p>n Windungszahl</p> <p>ℓ Spulenlänge in m</p>
Merkregeln		
Rechte-Faust-Regel Richtung der Magnetfeldlinien bei einem stromdurchflossenen Leiter		
3-Finger-Regel der rechten Hand Richtung der magnetischen Kraft \vec{F}_{mag} auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld		
3-Finger-Regel der rechten Hand Richtung der Lorentzkraft \vec{F}_L auf positiv geladenes Teilchen mit der Geschwindigkeit \vec{v} im Magnetfeld		
Lorentzkraft	$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v}_s \cdot \vec{B}$	<p>q Ladung des Teilchens in C</p> <p>v_s Geschwindigkeit senkrecht zu den magnetischen Feldlinien</p> <p>in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\vec{v}_s \perp \vec{B}$</p>

ELEKTRIZITÄTSLEHRE

Magnetischer Fluss – Induktionsvorgänge		
Definition des magnetischen Flusses	$\Phi(t) = B(t) \cdot A_s(t)$	$\Phi(t)$ magnetischer Fluss in Wb (Weber) $1\text{Wb} = 1\text{V} \cdot \text{s}$ B magnetische Flussdichte in T A_s von Feldlinien senkrecht durchsetzte Fläche in m^2
Allgemeines Induktionsgesetz		
Induktionsspannung	$U_{\text{ind}}(t) = n \cdot \dot{\Phi}(t)$	n Windungszahl der Induktionsspule $\dot{\Phi}(t)$ Ableitung der Funktion $\Phi(t)$ nach der Zeit t grafisch: Steigung im Φ - t -Diagramm
Lenzsche Regel	Die Induktionsspannung U_{ind} ist stets so gerichtet, dass sie der Induktionsursache entgegen wirkt.	
Induktion durch Flächenänderung bei $B = \text{konstant}$		
Induktionsspannung	$U_{\text{ind}}(t) = n \cdot B \cdot \dot{A}_s(t)$	$U_{\text{ind}}(t)$ momentane Induktionsspannung in V A_s senkrecht von den magnetischen Feldlinien durchsetzte Fläche in m^2 $\dot{A}_s(t)$ Ableitung der Funktion $A_s(t)$ nach der Zeit t grafisch: Steigung im A - t -Diagramm
Induktionsspannung am bewegten Leiter im homogenen Magnetfeld	$U_{\text{ind}}(t) = B \cdot \ell \cdot v_s(t)$	$v_s(t)$ Geschwindigkeitskomponente des Leiters senkrecht zu \vec{B} ℓ Leiterlänge in m
Induktion durch Änderung der magnetischen Flussdichte bei $A_s = \text{konstant}$		
Induktionsspannung	$U_{\text{ind}}(t) = n \cdot A_s \cdot \dot{B}(t)$	A_s senkrecht von den magnetischen Feldlinien durchsetzte Fläche in m^2 $\dot{B}(t)$ Ableitung der Funktion $B(t)$ nach der Zeit t grafisch: Steigung im B - t -Diagramm

ELEKTRIZITÄTSLEHRE

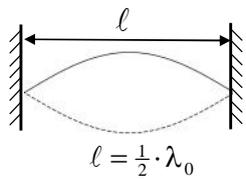
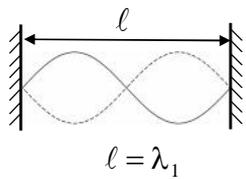
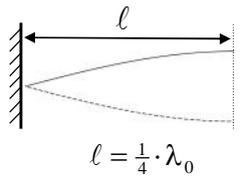
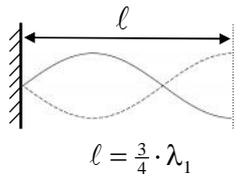
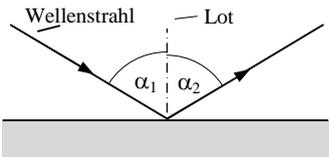
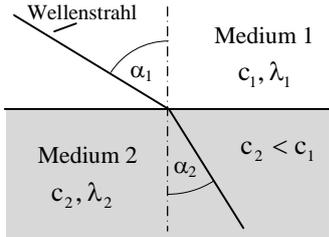
Selbstinduktion			
Selbstinduktionsspannung einer idealen Spule	$U_{\text{ind}}(t) = L \cdot \dot{I}(t)$ 	L	Induktivität in H (Henry) $1\text{H} = 1 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}}$
		$\dot{I}(t)$	Ableitung der Funktion I(t) nach der Zeit t grafisch: Steigung im I-t-Diagramm
Induktivität einer schlanken Spule	$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n^2 \cdot A}{\ell}$	A	Querschnittfläche der Spule in m^2
Energie im Feld einer stromdurchflossenen Spule	$E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$	E_{mag}	magnetische Energie in J
		L	Induktivität in H
Energiedichte des magnetischen Feldes	$\rho_{\text{mag}} = \frac{E_{\text{mag}}}{V}$	E_{mag}	magnetische Energie in J
		V	Volumen des vom Magnetfeld eingenommen Raumes in m^3

Ein- und Ausschaltvorgang bei einer RL-Reihenschaltung	
U_0	Generatorspannung in V
$U_R(t)$	Spannung am Vorwiderstand in V
$U_{\text{ind}}(t)$	Spannung an der idealen Spule in V
R	Widerstand in
L	Induktivität der idealen Spule in H
I_{max}	Maximale Stromstärke in A
Einschaltvorgang	
	
$I(t) = I_{\text{max}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L} \cdot t}\right)$	$I_{\text{max}} = \frac{U_0}{R}$
Ausschaltvorgang	
	
$I(t) = I_{\text{max}} \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$	$I_{\text{max}} = \frac{U_0}{R}$
$U_{\text{ind}}(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$	$U_{\text{ind}}(t) = -U_0 \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$
Maschenregel	
$+U_R(t) + U_{\text{ind}}(t) - U_0 = 0$	$+U_R(t) + U_{\text{ind}}(t) = 0$

SCHWINGUNGEN

Frequenz	$f = \frac{1}{T}$	f	Frequenz in Hz (Hertz) $1\text{ Hz} = 1 \frac{1}{\text{s}}$
		T	Periodendauer in s
Kreisfrequenz	$\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$	ω	Kreisfrequenz in $\frac{1}{\text{s}}$
Harmonische Schwingung			
Rücktreibende Kraft	$F_{\text{rück}}(t) = -D^* \cdot s(t)$	D^*	Richtgröße in $\frac{\text{N}}{\text{m}}$
		s(t)	Elongation in m
Differentialgleichung (DGL) der harmonischen Schwingung	$\ddot{s}(t) + \frac{D^*}{m} \cdot s(t) = 0$	$\ddot{s}(t)$	zweite Ableitung der Funktion s(t) nach der Zeit t
		m	Masse des schwingenden Körpers in kg
Geschwindigkeit	$v(t) = \dot{s}(t)$		
Beschleunigung	$a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t)$		
Bewegungsgesetze für die Anfangsbedingung $s(0) = +\hat{s}$		\hat{s}	Amplitude in m
Elongation-Zeit-Gesetz Lösungsansatz für die DGL	$s(t) = \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t)$ mit $\omega = \sqrt{\frac{D^*}{m}}$		
Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz	$v(t) = -\hat{v} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ mit $\hat{v} = \hat{s} \cdot \omega$		
Beschleunigung-Zeit-Gesetz	$a(t) = -\hat{a} \cdot \cos(\omega \cdot t)$ mit $\hat{a} = \hat{v} \cdot \omega = \hat{s} \cdot \omega^2$		
Periodendauer einer harmonischen Schwingung	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D^*}}$	m	Masse des schwingenden Körpers in kg
		D^*	Richtgröße in $\frac{\text{N}}{\text{m}}$
Beispiel: Periodendauer des Fadenpendels bei kleinen Winkeln	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$	ℓ	Fadenlänge in m
		g	Fallbeschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

WELLEN

Ausbreitungsgeschwindigkeit – Grundgleichung der Wellenlehre	$c = \lambda \cdot f$	c Ausbreitungsgeschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ λ Wellenlänge in m f Frequenz in Hz $1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}}$
Stehende Wellen – Eigenschwingungen		
Beidseitig festes Ende		l Länge des Wellenträgers in m
	<p>Grundschiwingung</p>  <p>$l = \frac{1}{2} \cdot \lambda_0$</p>	<p>1. Oberschiwingung</p>  <p>$l = \lambda_1$</p> <p>usw.</p>
Festes und loses Ende	<p>Grundschiwingung</p>  <p>$l = \frac{1}{4} \cdot \lambda_0$</p>	<p>1. Oberschiwingung</p>  <p>$l = \frac{3}{4} \cdot \lambda_1$</p> <p>usw.</p>
	Reflexion	
Reflexionsgesetz	$\alpha_1 = \alpha_2$ 	α_1 Einfallswinkel zum Lot α_2 Reflexionswinkel zum Lot
Brechung		
Definition Brechungsindex	$n = \frac{c_{\text{vak}}}{c_m}$	c_{vak} Ausbreitungsgeschwindigkeit im Vakuum bzw. im Medium c_m in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Brechungsgesetz	$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 	α_1, α_2 Winkel im Medium 1 bzw. 2 jeweils zum Lot hin n_1 Brechzahl des Mediums 1 n_2 Brechzahl des Mediums 2
Grenzwinkel der Totalreflexion beim Übergang Medium \rightarrow Vakuum	$\sin \alpha_{\text{grenz}} = \frac{1}{n}$	

WELLENOPTIK

Interferenzbedingungen für zwei kohärente Wellen gleicher Wellenlänge			
Konstruktive Interferenz	$\delta = k \cdot \lambda$ mit $k = 0, 1, 2, 3 \dots$		δ Gangunterschied in m k Beugungsordnung λ Wellenlänge in m
Destruktive Interferenz	$\delta = (k - \frac{1}{2}) \cdot \lambda$ mit $k = 1, 2, 3 \dots$		
Einfachspalt			
Richtungswinkel für Intensitätsminima	$\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$ $k = 1, 2, 3 \dots$		b Spaltbreite in m α_k Richtungswinkel λ Wellenlänge in m
Richtungswinkel für Intensitätsnebenmaxima	$\sin \alpha_k = \frac{(k + \frac{1}{2}) \cdot \lambda}{b}$ $k = 1, 2, 3 \dots$		
Doppelspalt			
Richtungswinkel für Intensitätsmaxima	$\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{g}$ $k = 0, 1, 2, 3 \dots$		g Abstand der Spaltmitten in m
Richtungswinkel für Intensitätsminima	$\sin \alpha_k = \frac{(k - \frac{1}{2}) \cdot \lambda}{g}$ $k = 1, 2, 3 \dots$		
Gitter			
Richtungswinkel für Intensitätsmaxima	$\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{g}$ $k = 0, 1, 2, 3 \dots$		g Gitterkonstante in m

QUANTEN

Photonen		
Wellenlänge	$= \frac{c}{f}$	λ Wellenlänge in m c Lichtgeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ f Frequenz in Hz (Hertz) $1\text{Hz} = 1\frac{1}{s}$
Energie des Photons	$E_{\text{Ph}} = h \cdot f$	E_{Ph} Energie eines Photons in J h Plancksche Konstante in J · s
Impuls des Photons	$p = \frac{h}{\lambda}$	p Impuls in $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$
Fotoeffekt Maximale kinetische Energie der Fotoelektronen	$E_{\text{kin,max}} = E_{\text{Ph}} - W_{\text{A}}$	W_{A} Austrittsarbeit in J

MATERIEWELLEN

Wellenlänge von Materiewellen	$\lambda = \frac{h}{p}$	h Plancksche Konstante in J · s p Impuls des Teilchens in $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$
-------------------------------	-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Reflexion im Kristallgitter		
Bragg-Reflexion Glanzwinkel der Intensitätsmaxima	$\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot d} \quad k = 1, 2, 3 \dots$ <p style="text-align: right;">Kristallebenen</p>	d Abstand der Kristallebenen in m α_k Glanzwinkel bezogen auf die Kristallebenen

PHYSIKALISCHE KONSTANTEN	
Konstante Größe	Wert
Fallbeschleunigung	$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{V} \cdot \text{m}}$
Magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Plancksche Konstante	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{eV} \cdot \text{s}$
Elementarladung	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$
Ruhemasse des Protons	$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
Ruhemasse des Neutrons	$m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
Spezifische Ladung des Elektrons	$\frac{e}{m_e} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$
Atomare Masseneinheit	$1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
Elektronvolt	$1\text{eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{J}$

Vorfaktoren für dezimale Vielfache und Teile von Einheiten

Vorsilbe bedeutet	Tera (T)	Giga (G)	Mega (M)	Kilo (k)	
	10^{12}	10^9	10^6	10^3	
Vorsilbe bedeutet	Zenti (c)	Milli (m)	Mikro (μ)	Nano (n)	Piko (p)
	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

Elektromagnetisches Spektrum

