$V_K = \frac{4}{3}\pi r^3$ $O_K = 4\pi r^2$

$dV = A\,dr = r^2 \sin\theta\, d\theta\, d\varphi\, dr$ Kugel

Übergreifende Formeln

$dV = r\,d\varphi\, dr\, dz$ Zyl

Kräfte

$dA = r\,dr\,d\varphi$ Pol

Gewichtskraft: $F_G = mg$
wirkt vom Schwerpunkt senkrecht nach unten.

Normalkraft: $F_N = mg\cos\theta$
wirkt senkrecht auf die Auflagefläche mit Winkel θ.

Zentripetalkraft: $F_{ZP} = \frac{mv^2}{r}$
ist zum Krümmungsmittelpunkt gerichtet.

Haftreibung: $F_{HR} \leq \mu_{HR} F_N$
mit Haftreibungskoeffizient μ_{HR}.

Gleitreibung: $F_{GR} = \mu_{GR} F_N$
mit Gleitreibungskoeffizient μ_{GR}.

Newton'sche Reibung: $F_W = \frac{1}{2} c\rho v A$
mit Fluidparameter c und Stirnfläche A.

Stokes'sche Reibung: $F_W = 6\pi\eta r v$
für eine Kugel mit Radius r.

Konservative Kräfte: $F = -\frac{dE_{pot}}{ds}$
wirkt in Richtung des sinkenden Potentials.

Kraft aus Impuls: $F = \dot{p}$
Ohne äussere Kraft gilt Impulserhaltung.

Auftriebskraft: $F_A = mg = \rho V g$
wobei $m = \rho V$ die Masse des verdrängten Fluids.

Federkraft: $F_{Fe} = -kx$
wobei k die Federkonstante.

Coulombkraft: $F_C = qE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$
wobei zweite Gleichung für zwei Punktladungen.

Lorentzkraft: $F_L = qv\times B = Il\times B$
Richtung gemäss Rechter-Hand-Regel.

p n µ m c d da h k M G T
10^{-12} 10^{-9} 10^{-6} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^{1} 10^{2} 10^{3} 10^{6} 10^{9} 10^{12}

Arbeit und Energie

Arbeit: $W = -\int F\cdot ds = -\int F\cdot v\,dt$
Nur Kräfte in Bewegungsrichtung leisten Arbeit.

Leistung: $P = \dot{W} = Fv$

$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

$E_{pot} = mgh = -\int mg\,dh$

$E_{Feder} = \frac{1}{2}k\Delta x^2$

$E_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$

$W_{el} = qU$

$E_{el,C} = \frac{1}{2}qU = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}CU^2$

$E_{mag,L} = \frac{1}{2}LI^2$

Newton N: $kg\cdot\frac{m}{s^2}$; Joule J: $\frac{kg\, m^2}{s^2}$; Pascal Pa: $\frac{N}{m^2}$; Watt W: $\frac{J}{s} = V\cdot A$; Drehimpuls: $J\cdot s$; Volt V; Ohm Ω; $U = R\cdot I$

Kinematik

Translation	Rotation
Geschwindigkeit $v = \dot{s}$	Winkelgeschwindigkeit $\omega = \dot{\theta}$
Beschleunigung $a = \dot{v} = \ddot{s}$	Winkelbeschleunigung $\alpha = \dot{\omega} = \ddot{\theta}$
Masse m	Trägheitsmoment $I = \int r^2\,dm$
Kraft $F = ma$	Drehmoment $M = I\alpha = F_t r = F\ell$
Impuls $p = mv$	Drehimpuls $L = I\omega = p_t r = p\ell$
kin. Energie $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$	Rotationsenergie $E = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mr^2v^2}{2} = \frac{L^2}{2I}$
Arbeit $W = \int F\cdot ds$	Dreharbeit $W = \int M\cdot d\phi$
Leistung $P = \dot{W} = F\cdot v$	Drehleistung $P = \dot{W} = M\cdot\omega$
Impulssatz $F = \dot{p}$	Drehimpulssatz $M = \dot{L}$

Erhaltungssätze

Impulserhaltung: Gibt es keine resultierende Kraft auf ein System, so bleibt der Gesamtimpuls erhalten.

Energieerhaltung: Wirken nur konservative Kräfte, so bleibt die Gesamtenergie des Systems erhalten.

Gleichf. beschl. Bewegungen

$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + s_0 \quad\Leftrightarrow\quad t = \frac{\pm\sqrt{2a(s-s_0)+v_0^2} - v_0}{a}$

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$

Schräger Wurf

$v_x(t) = v_{x,0} = |v_0|\cos\theta$

$v_y(t) = -gt + v_{y,0}$ mit $v_{y,0} = |v_0|\sin\theta$

$x(t) = v_{x,0}t + x_0$ und $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{y,0}t + y_0$

mit $t = \frac{x-x_0}{v_{x,0}}$: $y(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x-x_0}{v_{x,0}}\right)^2 + v_{y,0}\frac{x-x_0}{v_{x,0}} + y_0$

Reichweite $R = \frac{v_0^2}{g}\sin 2\theta$

Kreisbewegung

$a = -\frac{v^2}{r} = -\omega^2 r$ und $F_{ZP} = -\frac{mv^2}{r}$
wirkt nicht im Inertialsystem.

Stösse

Inelastischer Stoss

Die Stosspartner bleiben nach dem Stoss aneinander haften und bewegen sich gemeinsam. Es gilt keine Energieerhaltung, nur Impulserhaltung.

$m_1 v_{1,A} + m_2 v_{2,A} = (m_1+m_2)v_E$ $\omega = \Delta E_{kin}$

Elastischer Stoss

Die Stosspartner bewegen sich nach dem Stoss individuell weiter. Energie- und Impulserhaltung.

$v_{1,E} = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}v_{1,A} + \frac{2m_2}{m_1+m_2}v_{2,A}$

$v_{2,E} = \frac{2m_1}{m_1+m_2}v_{1,A} + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}v_{2,A}$ $v_1 + v_1' = v_2 + v_2'$

Massenmittelpunktssystem

Bei zwei Teilchen: $x_S = \frac{m_1x_1+m_2x_2}{m_1+m_2}$
im Mittelpunktssystem wirkt kein Nettoimpuls.

-> shum nicht erzeugt werden -> initial sich

Drehbewegungen

Die Drehachse eines rollenden Körpers ist sein Auflagepunkt. Bei frei drehenden Körpern ist die Drehachse jene, um der sich jeder Punkt des Körpers gleichförmig dreht.

$M = I\cdot\dot{\omega} = F\cdot r$ $L = I\omega$

Übersetzung Translation zu Rotation

Kreisbogen: $s = r\theta$
Tangentialgeschwindigkeit: $v_t = r\omega$
Tangentialbeschleunigung: $a_t = r\alpha$

Drehmoment/-impuls bezüglich einem Punkt

Wirkt eine Kraft auf einen drehbaren Körper, so ist das Drehmoment abhängig von der tangentialen Kraft F_t und dem Abstand r zum Drehpunkt. Analog von der Gesamtkraft F und dem Abstand ℓ der Wirkungslinie: $M = F_t r = F\ell$

Der bezüglich einem Drehpunkt wirkende Drehimpuls eines Teilchens ist abhängig vom tangentialen Impuls p_t und dem Abstand r zum Drehpunkt bzw. seinem Gesamtimpuls p und dem Abstand ℓ der Wirkungslinie: $L = p_t r = p\ell$

$= \lambda dx$

Berechnung Trägheitsmomente

$dm = \sigma dA$

Generell gilt, dass $dm = \rho dV$, sodass über das Volumen integriert werden kann. Symmetrische, parallel zur Drehachse verlaufende Dimensionen der kontinuierlichen Masse sind konstant in r. Gilt für den Körper $V = f(a,b,c)$, dann ist $dV = dx\,dy\,dz$. Gilt $V = f(r)$, dann ist $dV = f'(r)dr$.

Zylinder entlang Längsachse: $I = \frac{m}{2}(r_1^2 + r_2^2)$
Vollkugel: $I = \frac{2}{5}mr^2$

Quader parallel zu c: $I = \frac{1}{12}m(a^2+b^2)$
Würfel: $I = \frac{1}{6}ma^2$

Steiner'sche Satz: $I = I_{SP} + md^2$

Präzession

Wird von aussen ein Drehmoment senkrecht an die Drehachse eines Kreisels aufgebracht, so rotiert die Drehachse mit der Präzessionswinkelgeschwindigkeit ω_P um die ursprüngliche Figurenachse. Da nach der Drehimpulserhaltung für den drehenden Kreisel die Änderung der Richtung seines Drehimpulses eine Kraft erfordert, gleichen sich bei der Präzession die Drehmomente der Schwerkraft und der Präzession aus und es kommt zu einer gleichförmigen Drehbewegung.

$\omega_p = \frac{mgr}{L} = \frac{mgr}{I\omega}$
mit Abstand Auflagepunkt-Schwerpunkt r.

Fluide

Druck in einer statischen Flüssigkeit:
$p = p_0 + \rho g h$

Bernoulli-Gleichung für Druck entlang Strömung:
$p + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const}$
Druck sinkt mit steigender Geschwindigkeit.

Venturi-Effekt (Bernoulli bei ebener Strömung):
$\Delta p = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right) = \frac{1}{2}v_1^2\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1\right)$

Hagen-Poiseuille, Strömung in Rohr mit Länge Δz:
$\Delta p = \frac{8\eta\Delta z}{\pi R^4}\dot{V}$

Die Auftriebskraft ist betragsgleich mit der Gewichtskraft des verdrängten Fluids.

Schwingungen

Bei einer Schwingung mit Federkonstante k und Auslenkung x gilt:

$F = -kx = ma$
$x(t) = A\cos(\omega t + \delta)$
$v(t) = -A\omega\sin(\omega t + \delta)$
$a(t) = -A\omega^2\cos(\omega t + \delta) = -\omega^2 x$

$$\omega = \begin{cases} \sqrt{k/m} & \text{für Federschwinger} \\ \sqrt{g/l} & \text{für Pendel} \\ \sqrt{mgd_{SP}/I} & \text{für physikalisches Pendel} \end{cases}$$

$h = l(1-\cos\theta)$

Bewegungsgleichung: $-F\sin\theta = m\ddot{x} = mr\ddot{\theta}$
$-F\sin\theta \approx -F\theta \;\Rightarrow\; \ddot{\theta} + \frac{F}{mr}\theta = 0$, $\omega = \sqrt{\frac{F}{mr}}$
gedämpft: $\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$

$E_{mech} = E_{kin} + E_{pot}$ -> stabiler Umlauf für $E_{mech} < 0$ bei stabiler Kreisbahn $\frac{\Gamma m M}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$

$E_{ion} = E_{mech}$ eines e

Elektromagnetismus

Elektronik

Coulomb'sches Gesetz: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$

allgemein: $E = \frac{F}{q} \;\Leftrightarrow\; F = qE$

Gauss'sches Gesetz: $\Phi_{el} = \oint_A E\cdot dA = \frac{q_{innen}}{\epsilon_0}$
gilt $E \perp dA$, so kann E aus dem Flächenintegral.

Arbeit $W_{el} = qU = E_{el}$

Energiedichte $w_{el} = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

$E_{pot} = q\cdot E\cdot d = F d$

Elektrische Felder

Punktladung: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$

Ladungsverteilung: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_V \frac{1}{r^2}\,dq\,\hat{r}$
wobei $dq = \rho dV = \sigma dA = \lambda dl$.

Linienladung: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2\lambda}{r}$

Kugelschale: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}$ für $r > r_K$

Kugel: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^3}R$ für $R < r$

Kondensator: $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{U}{d}$

Elektrische Dipole

Dipolmoment: $\varrho = ql$
Drehmoment: $M = \varrho\times E$
Potential: $E = -\varrho E$

Elektrisches Potential

Potentialdifferenz: $U = \Delta\phi = \frac{\Delta E_{el}}{q_0} = -\int_a^b E\cdot ds$

Coulomb-Potential: $\phi = \frac{1}{4pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$

Ladungsverteilung: $\phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{1}{r}dq$

Magnetismus

Lorentzkraft auf Teilchen: $F = qv\times B$

Lorentzkraft auf Leiter: $dF = Idl\times B$, $F = Il\times B$

Gauss'sches Gesetz: $\Phi_{mag} = \oint_A B\cdot dA = 0$
gilt $B \perp dA$, so kann B aus dem Flächenintegral.

Energie $E_{mag} = \frac{1}{2}LI^2$

Energiedichte $w_{mag} = \frac{B^2}{2\mu_0}$

Magnetfelder

Punktladung: $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qv\cdot\hat{r}}{r^2}$

Ladungsverteilung: $B = \int\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\times\hat{r}}{r^2}$

Innere einer Spule: $B = \frac{n\mu_0 I}{l}$

Langer Leiter: $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r}$

Innere einer Toroidspule: $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{nI}{r}$

Magnetischer Fluss und Induktion

$\Phi_{mag} = \int_A B\cdot dA \overset{ideal}{=} n|B||A|\cos\theta$

generell: $U_{ind} = -\dot{\Phi}$

im GGW: $F_{el} = q\vec{E} = q\vec{v}\times\vec{B} = F_{mag}$

bewegter Stab: $U_{ind} = |v||B|l$

Selbstinduktion: $U_{ind} = -L\dot{I}$

Lenz'sche Regel: Die verursachte Induktionsspannung und -strom sind so gerichtet, dass sie ihrer Ursache entgegenwirken.

Sonstiges

Dipolmoment Leiterschleife: $\mu = nIA = nI\pi r^2$

Massenspektrometer: $r = \frac{mv}{qB}$ und $\frac{m}{q} = \frac{B^2r^2}{2U}$

Hall-Spannung: $U_H = v_d Bb = \frac{|I|}{nde/V}$

Schaltkreise

Maschenregel: Beim Durchlaufen einer geschlossenen Schleife ist die Summe aller Spannungen gleich null.

Knotenregel: Die Summe aller Ströme, die zu einem Verzweigungspunkt hin fliessen ist gleich der Summer aller Ströme, die von diesem Punkt weg fliessen.

Allgemein ist $I = \dot{Q}$

$I = RC$ $<<t$ ist R im Kondensator unendlich

Widerstände

Ohm'sches Gesetz: $R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow U = RI \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$

Leistung: $P = IU = RI^2 = \frac{U^2}{R}$

Bei Reihenschaltung ist der Widerstand normal additiv, bei Parallelschaltung invers additiv.

$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{I_2}{I_1}$

Kapazitäten

Eine Kapazität speichert Ladung und elektrische Energie. Der Kondensator besteht aus zwei isolierten Leitern mit gleich grossen, aber entgegengesetzten Ladungen.

Kapazität $C = \frac{q}{U} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ für Plattenkondensator

Energie $E_{el} = \frac{1}{2}qU = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}CU^2$ Leite

Energiedichte $w_{el} = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

Bei Reihenschaltung ist die Kapazität invers additiv, bei Parallelschaltung normal additiv.

Reihe $\frac{1}{C_{tot}}$ - Parallel

Induktivitäten

Eine Spule ist eine lange, zylinderförmige Wicklung von Draht. Die Induktivität wirkt der Änderung des Stroms entgegen und speichert magnetische Energie.

Induktivität $L = \mu_0\left(\frac{n}{l}\right)^2 Al$ $I = \frac{U_{ind}}{R}$

Selbstinduktion: $U_{ind} = -L\dot{I}$

Magnetischer Fluss $\Phi_{mag} = LI$

Energie $E_{mag} = \frac{1}{2}LI^2$

Energiedichte $w_{mag} = \frac{B^2}{2\mu_0}$

Bei Reihenschaltung ist die Induktivität normal additiv, bei Parallelschaltung invers additiv.

Wechselstromkreise

maximale Stromstärke: $I_{max} = \omega q_{max}$

Induktiver Blindwiderstand: $X_L = \omega L$

Kapazitiver Blindwiderstand: $X_C = \frac{1}{\omega C}$

Transformator: $U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1$ und $U_1 I_1 = U_2 I_2$

Optik

Geometrische Optik

Abbildungsgleichung: $\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

Brennweite: $f = \frac{r}{2}$

Vergrösserung: $V = \frac{B}{G} = -\frac{b}{g}$

Bildkonstruktion: achsenparalleler Strahl in Brennpunkt, Brennpunktsstrahl zu achsenparallel und radialer Strahl durch Krümmungsmittelpunkt und vollständige Reflektion.

Interferenz und Beugung

konstruktive Interferenz: $\Delta s = n\lambda$

destruktive Interferenz: $\Delta s = \frac{2n+1}{2}\lambda$

Minima Einzelspalt: $a\sin\theta_n = n\lambda$

Minima Doppelspalt: $d\sin\theta_n = \frac{2n+1}{2}\lambda$

Maxima Doppelspalt: $d\sin\theta_n = n\lambda$

Abstand vom Schirmmittelpunkt: $D_n = L\tan\theta_n$

Brechung und Polarisation

$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$

Durch n geändert: $c' = c/n$ und $\lambda' = \lambda/n$.

Snellius'sches Gesetz: $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

Totalreflexion: $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

Polarisierung: $\tan\theta = \frac{n_2}{n_1}$

Malus'sche Gesetz: $I = I_0\cos^2\theta$
ist I_0 unpolarisiert, so ist $\theta = 45°$.

Sonstiges

Grössen von Wellen

Periode	$T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\lambda}{c} = [s]$
Frequenz	$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{c}{\lambda} = [s^{-1}]$
Kreisfrequenz	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu = \frac{2\pi c}{\lambda} = [s^{-1}]$
Wellenlänge	$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{2\pi}{k} = \frac{c}{\nu} = [m]$
Wellenzahl	$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{k}{2\pi} = \frac{\nu}{c} = [m^{-1}]$
Kreiswellenzahl	$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 2\pi\tilde{\nu} = \frac{2\pi\nu}{c} = [m^{-1}]$
Lichtgeschwindigkeit	$c = \frac{\omega}{k} = \lambda\nu$
Photonenergie	$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = hc\tilde{\nu} = \hbar\omega$

Geometrische Formeln

Kreis	Kugel	Zylinder
$U = 2\pi r$	$A = 4\pi r^2$	$M = 2\pi rh$
$A = \pi r^2$	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	$O = 2\pi r^2 + 2\pi rh$
$l = r\theta$		$V = \pi r^2 h$

Überstrichene Fläche im Kreis: $dA = \frac{\pi}{2}r^2 d\phi$

Mathematische Formeln

Mitternachtsformel: $x = \frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

pq-Formel: $x = -\frac{p}{2}\pm\sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$

Skalarprodukt: $\vec{a}\cdot\vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}|\cos\phi$

Kreuzprodukt: $\vec{a}\times\vec{b} = \vec{n}\cdot|\vec{a}||\vec{b}|\sin\phi$

Reverse Rakete

$m(t) = m_0 + \lambda t$, da $p(0) = p(t)$

$m_0 v_0 = (m + \lambda t)(v_0 - \Delta v)$

$v(t) = m_0 v_0 / (m_0 + \lambda t)$

$x = \int_0^t v(t')\,dt'$ → wenn stellbar

Bak auf Bak

(1) Ruh $m a = -k x^2$

(2) $x = A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$

(3) es gilt $x(0) = x_0$, $\dot x(0) = v_0$

mit v_0 aus impulser

$v_1 m_1 = -v_2 m_2 + v_0 m_0$

$v_0 = (v_1 + v_2)\frac{m_1}{m_0}$

Fluid

für auslenkung aus GGW

$F_{tot} = F_g - F_A(z) = m g - \rho_w V g$ einsetzen

$= m g - \rho_w \pi r^2 z g$ für Zylinder

$= \rho_a \pi r^2 h_0 g - \rho_w \pi r^2 z g$ h_0 im GGW

$= \rho_a \pi r^2 g (h_0 - z) = F(z)$

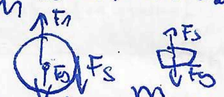
Kiste auf gebremsten Wagen

$(m+M)a = k\Delta x$, die Kist muss gleiches a haben

Kräfte für Kiste $m a = \mu m g = F_r$

$\Rightarrow a = \mu g = \frac{k\Delta x}{m+M}$ → weiter mit Energieerhaltung

Trägheit Rolle



$dm = \sigma dA = \sigma 2\pi r\,dr = \frac{m}{A} 2\pi r\,dr$

$I = \int r^2 dm = \int_0^r r'^2 \frac{m}{A} 2\pi r'\,dr' \Rightarrow \frac{1}{4} r^4 \frac{2\pi m}{A} = \frac{1}{2} m r^2$

Drehung der Rolle

$M = F_s r = I\alpha$ | Seil $m a = -F_s + m g$ | $a = r\alpha$

$F_s = \frac{I\alpha}{r} = m g - m r\alpha = \frac{m g}{1 + m r^2 / I}$

$\Rightarrow \alpha = \frac{m g r}{I + m r^2}$

$\theta(t) = \frac{1}{2}\alpha t^2 = x$ rad Anzahl Umdrehungen $\theta/2\pi$

Weglänge: $h = \theta(t) r = x$ m

Random:

(1) Verliert kontakt $\Rightarrow F_N = 0$

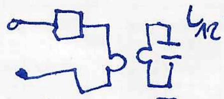
$\Rightarrow m g \cos\alpha = m \frac{v^2}{R}$

- im looping gibt es oben noch normal kraft
- bewegt sich etwas nicht, sind Kräfte im GGW
- M erhalten wenn System nicht beschleunigt

Geschwindigkeitsfilter

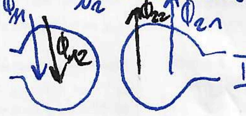
$F_{el} = F_L \Rightarrow q E = q v B$

Gegeninduktion



$L_{12} = \frac{\Phi_2}{I_1}$

$L_{12} = L_{21} = L_1 \frac{N_2}{N_1} = L_2 \frac{N_1}{N_2} = L_c = \sqrt{L_1 L_2}$



I $U + L_c \dot I_2 = R I_1 + L_1 \dot I_1$

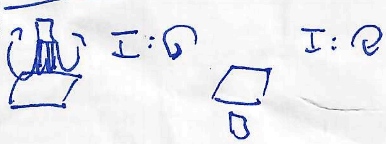
II $L_c \dot I_1 = L_2 \dot I_2 + \frac{Q}{C}$

Leite II 1 und 2 mal ab, leite I 2mal ab

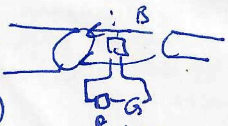
$U = 0$ aus II ausdrücken für $\dot I_1 / \ddot I_1$

finden und einsetzen $L_c - \frac{L_1 L_2}{L_c} = 0$

Magnet



Drehende Spule



$I = \frac{U_i}{R} = \frac{1}{R}\left(-\frac{d\Phi}{dt}\right)$

$Q = \int_0^T I\,dt = -\frac{1}{R}\int_0^T \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1}{R}\int_{\Phi(0)}^{\Phi(T)} d\Phi = \frac{1}{R}(\Phi(0) - \Phi(T))$

$\Phi(0) = 0$ $\Phi(T) = NBA\cos(\omega T) = NBA$

$Q = \frac{NBA}{-R}$ $B = -\frac{QR}{NA}$

Fallender Leiter

$U_{ind} = \dot\Phi_m = -B\dot A$ $A(t) = l(L - x(t))$

$= vBl$ $\dot A = -lv$

$\Rightarrow I_{ind} = \frac{U_{ind}}{R}$ $F_L = I_{ind}\, l\, B$

Platten Kondensator

$E_2 = \frac{E_0}{\varepsilon_{rel}} \doteq E_1$ da äquipotentialf.

$\frac{\sigma_1}{d} = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_{rel} d}$

Geladene Kugel

$\int E\,dA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$ Gauss $\vec E(\vec r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec r}{r^3}$

$V(r) = -\int_\infty^r \vec E\,d\vec l = -\int_\infty^r E(r')\,dr' = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}$

$V(R) = V_0 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{R\sigma}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sigma = \frac{\varepsilon_0 V_0}{R}$ umlegen

$Q = 4\pi R^2 \sigma = 4\pi\varepsilon_0 V_0 R$

$\Rightarrow \vec E(\vec r) = \frac{V_0 R}{r^2}\hat r$

Verschiebungsstrom

$\oint_C \vec B\,d\vec l = \mu_0 I + \mu_0\varepsilon_0 \frac{dQ}{dt}$

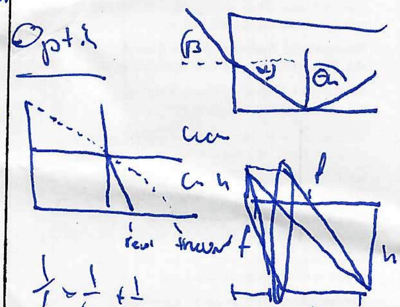
$I = 0$ bei Kondens.

Hall

Da $F_{ext} = F_L = I l B$

I aus $U = RI$ mit $U_{ind} = vBl$

Optik



$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$

Laser & Waage

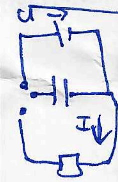
$P = 100\,\text{mW}$, $k = 0.1\,\text{N/m}$

P_{st}: Strahlungsdruck, A ausgeleuchtete Fläche

$F = k x = P_{st} A \Rightarrow x = \frac{P_{st} A}{k}$

$P_{st} = \frac{\langle I\rangle}{c} = \frac{\langle P_{in}\rangle}{A c} \Rightarrow x = \frac{\langle P_{in}\rangle}{c k}$

Entladen eines Kondensators



~~$U_C = RI = R\frac{d}{}$~~

$I = \frac{dQ}{dt}$

$-\frac{Q(t)}{C} - R\frac{dQ}{dt} = 0$

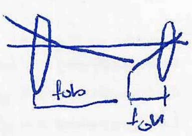
$\frac{dQ}{dt} = -\frac{Q}{RC}$ | $Q = Q_0 e^{-t/RC}$, $U = U_0 e^{-t/RC}$, $I = I_0 e^{-t/RC}$

$U = -RI$

Induktionsofen

$P_R = \frac{U_2^2}{R} = \left(\frac{N_2 U_1}{N_1}\right)^2 \frac{1}{R}$

Teleskop



$V_T = -f_{ob}/f_{ok}$

Koaxial (länger) Fläche

$\sigma_i = \frac{Q}{A_i}$ $\sigma_A = \frac{Q}{A_A}$ $\oint_A E\,dA = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_0}$

$\Rightarrow E(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2 q_{in}}{l r}$