

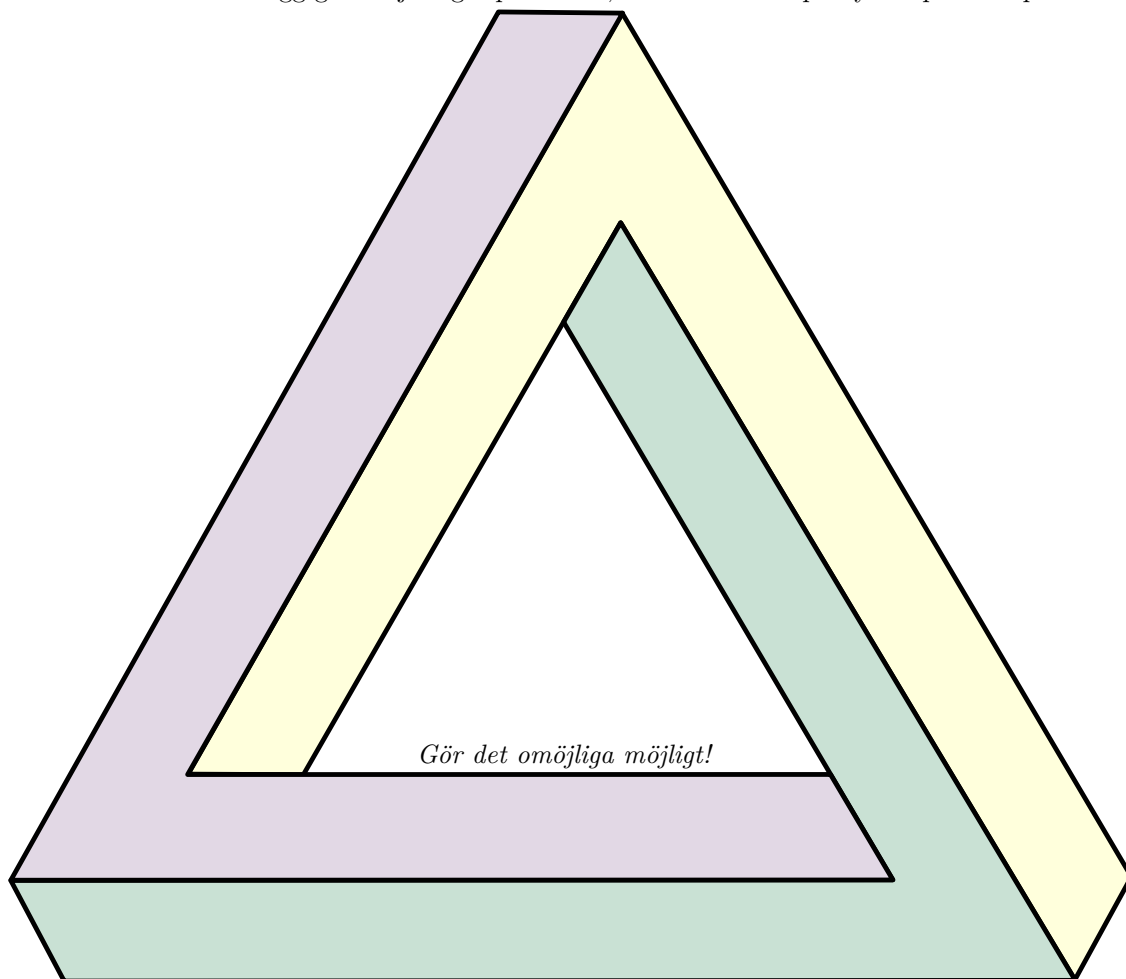
FYSIKA

Nya Fysikalia

Tabell- och formelsamling i fysik

**Elektronisk version,
EJ tillåten på tentan**

Physics Handbook med tillägg gäller ej längre på tentan, nu måste du köpa Fysika på kårexp:en för 50 kr.



Upplaga 5

Reviderad 21 augusti 2018
Redaktör: Erik Elfgren

Förord

Fysika bygger på formler och data från formelsamlingen Fysikalia, vilken utvecklades på fysikavdelningen vid Luleå tekniska universitet under 1990-talet. Formler och data har överförts till sitt nuvarande format av Niklas Lehto och Erik Elfgren.

Ändringar i upplaga 2: kortare namn, ny nuklidtabell, nytt elläraavsnitt, bättre struktur och bilder.

Ändringar i upplaga 3: Rättelser (bar, densitet vatten, $C_v \rightarrow C_V$, sönderfall), justeringar (eV, pc, lå, Au), tillägg (hydromekanik, molmassa, $\sum Q_i = 0$, isegenskaper, resistorer).

Ändringar i upplaga 4: Förtydligande (termodynamik), rättelse (trigonometri), korrigering (smältpunkt för vatten, sekunder på ett dygn), tillägg (ellipsegenskaper).

Ändringar i upplaga 5: Rättelse Heisenbergs osäkerhetsrelation. Några tillägg till **T**d. Små justeringar: **T**j, **T**k4.

Erik Elfgren, 21 augusti 2018.

Innehåll

F	Formler	1	T	Tabeller	10
Fa	Termodynamik	1	Ta	SI-systemet	10
Fa1	Temperatur och värme	1	Ta1	Grundenheter och dimensioner	10
Fa2	Medieegenskaper	1	Ta2	Supplementenheter	10
Fa3	System	1	Ta3	Härledda enheter	10
Fa4	Andra huvudsatsen	1	Ta4	Kompletteringsenheter	10
Fa5	Kretsprocesser	1	Ta5	Prefix	10
Fb	Mekanik	2	Tb	Andra enheter	10
Fb1	Newtons lagar	2	Tc	Omvandling mellan enheter	11
Fb2	Kinematik (rörelse oavsett krafter)	2	Tc1	Kraft	11
Fb3	Kinetik & Dynamik (rörelse pga krafter)	2	Tc2	Energi, Arbete	11
Fb4	Plan rörelse	2	Tc3	Effekt	11
Fb5	Mekaniska energisatsen (ME)	2	Tc4	Tryck, Mekanisk spänning	11
Fb6	Hydromekanik	2	Td	Fysikaliska storheter och enheter	12
Fb7	Stötar	3	Te	Fysikaliska konstanter	13
Fb8	Partikelsystem	3	Tf	Mekanik	14
Fb9	Stela kroppar	3	Tf1	Homogena kroppar	14
Fb10	Masströghetsmoment	3	Tf2	Plana figurer	15
Fb11	Vibrationer och svängningar	3	Tg	Mekaniska och termiska egenskaper	15
Fc	Vågrörelselära	4	Tg1	Grundämnen	15
Fc1	Vågor	4	Tg2	Legeringar och andra material	15
Fc2	Mekaniska vågor	4	Tg3	Vätskors och gasers viktigaste data	16
Fc3	Elektromagnetiska vågor	4	Tg4	Byggmaterialdata	16
Fc4	Interferens	5	Tg5	Ljudhastigheten i några vätskor och gaser	16
Fc5	Fraunhoferdiffraktion	5	Th	Värmelära	17
Fc6	Geometrisk optik	5	Th1	Data för vatten/is	17
Fc7	Optiska instrument	5	Th2	Data för luft	17
Fd	Modern fysik	6	Th3	Ångtryck för några ämnen	17
Fd1	Relativitetsteori	6	Th4	Densitet och tryck för mättad vattenånga	17
Fd2	Kärnfysik	6	Th5	Emissionstal/absorptionstal	18
Fd3	Kvantmekanik	6	Ti	Vågrörelselära	18
Fd4	Temperaturstrålning	6	Ti1	Brytningsindex	18
Fe	Ellära	7	Ti2	Våglängdsområden	18
Fe1	Laddningar	7	Tj	Astrofysik och geofysik	19
Fe2	Effekt och energi	7	Tj1	Solsystemet, översikt	19
Fe3	Kirchhoffs lagar	7	Tj2	Solen	19
Fe4	Kapacitans	7	Tj3	Jorden	19
Fe5	Resistans	7	Tk	Modern fysik	19
Fe6	Magnetism	7	Tk1	Elektronbindningsenergier	19
Fe7	Växelström	7	Tk2	Viktiga elementarpartiklar	19
Ff	Matematik	8	Tk3	Periodiska systemet	20
Ff1	Grekiska alfabetet	8	Tk4	Nuklider	22
Ff2	Trigonometriska samband	8			
Ff3	Algebra	8			
Ff4	Derivator	8			
Ff5	Taylorserier	8			
Ff6	Integraler	9			
Ff7	Bestämda integraler	9			
Ff8	Speciella koordinatsystem	9			
Ff9	Linjära differentialekvationer	9			



DEL F

FORMLER

Fa Termodynamik

0:e huvudsatsen

Två kroppar som var för sig är i termisk jämvikt med en tredje kropp, står även i termisk jämvikt med varandra.

1:a huvudsatsen

Energi kan inte förintas eller skapas; den kan bara omvandlas mellan olika former.

2:a huvudsatsen

Ingen cyklisk process ger som enda resultat att...
Clausius: ...värme överförs från en kallare till en varmare kropp.
Kelvin-Planck: ...värme från en enda värmekälla helt omvandlas till mekaniskt arbete.

3:e huvudsatsen (Nernsts värmeteorem)

Entropin för en ren kristallin substans är noll vid absoluta nollpunkten.

Fa1

Temperatur och värme

Termisk expansion

Längdutvidgning

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

α = längdutvidgningskoefficient, se [Tg](#).

Volymutvidgning

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

Värmeöverföring

Konvektion (allmänt)

Newtons värmeöverföringslag

$$H = \alpha A(T - T_{\text{omgivning}})$$

α = värmeövergångstalet.

Strålning

$$H = \sigma e A(T^4 - T_{\text{omgivning}}^4)$$

e = emissionstalet; σ , se [Te](#).

Ledning

$$H = -kA \frac{dT}{dx}$$

k = värmeledningsförmågan, se [Tg](#).

$$H = kA \frac{T_H - T_C}{L} = \frac{A \Delta T}{R}$$

Termisk resistivitet

$$R = \frac{L}{k}$$

Seri Koppling

$$R = \sum R_i = \sum L_i / k_i$$

Parallellkoppling

$$R^{-1} = \sum R_i^{-1} = \sum k_i / L_i$$

Fa2

Medieegenskaper

Molära egenskaper

Molmassa (g/mol) = molekylmassa (u/molekyl)

$$M = m/n = m/N \quad (\text{Tg3})$$

m = massa, n = antal mol, N = antal molekyler.

Molär värmekapacitet

$$C = c \cdot M$$

c = specifik värmekapacitet, se [Tg](#).

Värmemängd

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = nC\Delta T$$

Konstant tryck

$$Q = mc_p \Delta T = nC_p \Delta T$$

Konstant volym

$$Q = mc_V \Delta T = nC_V \Delta T$$

Fasomvandling

$$Q = \pm mL$$

Ideala gaser

Ideala/allmänna gaslagen

$$pV = nRT = mR^*T$$

$R^* = R/M$ = ämnesspecifik gaskonstant, se [Tg3](#).

Molär värmekapacitet

$$C_p = C_V + R$$

$$C_V = \frac{3}{2}R \quad \text{monoatomär gas}$$

$$C_V = \frac{5}{2}R \quad \text{diatomär gas}$$

Kinetisk gasteori

RMS-fart

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{3kT/m_{\text{molekyl}}}$$

Fri medelväglängd

$$\lambda = \frac{kT}{4\pi\sqrt{2}pr_{\text{molekyl}}^2}$$

Medeltranslationsenergi

$$K_{\text{molekyl}} = \frac{3}{2}kT$$

Fa3

System

Första huvudsatsen

$$Q = \Delta U + W \Leftrightarrow$$

$$\Delta U = Q - W$$

Ideala gaser

$$\Delta U = nC_V \Delta T = mc_V \Delta T$$

Isolerade system

$$\sum Q_i = 0$$

Volymändringsarbete (reversibla processer)

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Isokor process, $\Delta V = 0$

$$W_{12} = 0$$

Isobar process, $\Delta p = 0$

$$W_{12} = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

Isoterm process, $\Delta T = 0$

$$W_{12} = nRT \ln(V_2/V_1)$$

$$\Delta U_{12} = 0 \quad (\text{ideal gas})$$

Adiabatisk process, $Q = 0$

$$\gamma = C_p/C_V = c_p/c_V \quad (\text{Tg3})$$

Ideal gas:

$$W_{12} = \frac{1}{\gamma - 1}(p_1 V_1 - p_2 V_2)$$

Poisson's lag (då $Q = 0$):

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$$

Fa4

Andra huvudsatsen

Generellt

$$dS_{\text{system}} + dS_{\text{omgivning}} \geq 0$$

$$\Delta S = S_2 - S_1$$

Kretsprocesser

Reversibla processer: $dS = 0$

Irreversibla processer: $dS > 0$

Reversibla processer

$$dS = dQ/T$$

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

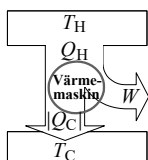
Fasta eller flytande medier utan fasövergång:

$$\Delta S = mc \ln \frac{T_2}{T_1}$$

Fa5

Kretsprocesser

$$\sum Q_i = \sum W_i$$

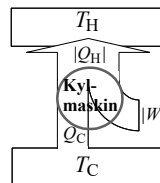


Verkningsgrad

$$e = \frac{W}{Q_H} = 1 + \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \left| \frac{Q_C}{Q_H} \right|$$

Carnotprocess

$$e_{\text{Carnot}} = \frac{T_H - T_C}{T_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$



Köldfaktor

$$K_R = \left| \frac{Q_C}{W} \right| = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}$$

Värmefaktor

$$K_{HP} = \left| \frac{Q_H}{W} \right| = \frac{|Q_H|}{|Q_H| - |Q_C|}$$

Fb Mekanik

Vektorer anges med överstreckad symbol, t.ex. \vec{F} ; Derivata med avseende på tiden skrivs med prick ovanför, t.ex. $\dot{x} = dx/dt$.

Fb1 Newtons lagar		
NI: Tröghetslagen En kropp förblir i vila eller likformig rätlinjig rörelse så länge den inte av yttre krafter tvingas ändra det.	NII: Kraftlagen Accelerationen för en partikel är proportionell mot den resulterande kraften och har samma riktning som denna.	NIII: Lagen om verkan och motverkan Två kroppar som verkar på varandra med krafter utsätter varandra för lika stora men motsatt riktade krafter.
Jämvikt: $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum \tau = 0 \end{cases}$	$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = ma_x \\ \sum F_y = ma_y \end{cases}$	

Fb2 Kinematik (rörelse oavsett krafter)				
Rätlinjig	Allmänt			Konstant acceleration
	$v = \frac{ds}{dt}$	$a = \frac{dv}{dt}$	$a \, ds = v \, dv$	$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $v = v_0 + at$ $v^2 = v_0^2 + 2a(s - s_0)$
Rotation	Allmänt			Konstant vinkelacceleration
	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$	$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	$\alpha \, d\theta = \omega \, d\omega$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ $\omega = \omega_0 + \alpha t$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$ Båglängd: $s = r \cdot \theta$

Fb3 Kinetik & Dynamik (rörelse pga krafter)							
Rätlinjig	Massa m	Rörelsemängd $\vec{p} = m\vec{v}$	Kraft \vec{F}	Kraftekv. $\sum \vec{F} = m\vec{a}$	Arbete $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$	Kinetisk energi $K = \frac{1}{2}mv^2$	Effekt $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$
Rotation	Masströghetsmoment I_{zz} (stel kropp)	Rörelsemängdsmoment $L_z = I_{zz}\omega$	Kraftmoment $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow \tau = rF_{\perp} = r_{\perp}F$	Momentekv. (z , se Fb9) $\sum \tau_z = I_{zz}\alpha$	Arbete $W = \int \tau \, d\theta$	Kinetisk energi $K = \frac{1}{2}I_{zz}\omega^2$	Effekt $P = \frac{dW}{dt} = \vec{\tau} \cdot \vec{\omega}$

Fb4 Plan rörelse							
Koordinatsystem	Kinematik				Kinetik (NII)		
Cartesiska (x, y) (rätlinjig rörelse)	$v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$	$v_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}$	$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$	$a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y}$	$\sum F_x = ma_x$	$\sum F_y = ma_y$	
Naturliga (n, t) (rotationsrörelse)	$v_n = 0$	$v_t = r\dot{\theta} = r\omega$	$a_n = \frac{v_t^2}{r} = r\omega^2$	$a_t = \frac{dv_t}{dt} = r\alpha = \dot{v}_t$	$\sum F_n = ma_n$	$\sum F_t = ma_t$	
Polära (r, θ)	$v_r = \dot{r}$	$v_{\theta} = r\dot{\theta} = r\omega$	$a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$	$a_{\theta} = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}$	$\sum F_r = ma_r$	$\sum F_{\theta} = ma_{\theta}$	

Fb5 Mekaniska energisatsen (ME)				
Fb5a Energisatsen	Fb5b Övrigt arbete	Fb5c Friktion	Fb5d Lägesenergi	Fb5e Elastisk energi
$K_1 + U_{g1} + U_{e1} + W_{\text{övr}} = K_2 + U_{g2} + U_{e2}$ Används när 2 lägen jämförs. Figur krävs och $U_g = 0$ ska anges.	$W_{\text{övr}} = \int \vec{F}_{\text{övr}} \cdot d\vec{r} = \int F_{\text{övr}} \, ds$	$f = \mu_k N$ (glidning) $f \leq \mu_s N$ (i vila) Fullt utbildad friktion: $f = \mu_s N$	$U_g = mgh$ Allmänt: $U_g = -G \frac{m_1 m_2}{r}$ Newtons gravitationslag: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ G = Newtons gravitationskonstant, se Fb1e.	$U_e = \frac{1}{2}kx^2$ Hooke's lag: $F = k \cdot x$

Fb6 Hydromekanik			
Vätsketryck $p = \frac{F_{\perp}}{A} = p_0 + \rho gh$	Densitet (vol./yta/längd) $\rho = \frac{m}{V} \quad \sigma = \frac{m}{A} \quad \rho_l = \frac{m}{L}$	Arkimedes princip Ett föremål nedsänkt i vätska påverkas av en uppåtriktad	kraft, som är lika stor som tyngden av den undanträngda vätskan.



Stötar

Rörelsemängd $\vec{p} = m\vec{v}$ Impulslagen $\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \sum \vec{F} \, dt = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$ Stöttal: Rak, central stöt $e = \frac{v_{B2} - v_{A2}}{v_{A1} - v_{B1}} = \frac{\text{Rel. hastighet efter stöt}}{\text{Rel. hastighet före stöt}}$ Elastisk stöt, $e = 1$: Rel. hast. efter = Rel. hast. före stöt.	Rörelsemängdsmoment kring fix axel O $\vec{L}_O = \vec{r} \times \vec{p} \Rightarrow L_O = r \cdot p_{\perp} = r_{\perp} \cdot p \quad (\text{för partikel})$ Impulsmomentlagen för partikel och stel kropp $\int_{t_1}^{t_2} \sum \tau_O \, dt = L_{O2} - L_{O1}$ där O även kan vara masscentrum.
--	--

Partikelsystem

Kinetisk energi $K = \frac{1}{2}mv_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2}m_i \vec{v}_i ^2$ där \vec{v}_i är partikel i :s hastighet relativt masscentrum cm.	Rörelsemängd $\vec{p} = \sum \vec{p}_i = \sum m_i \vec{v}_i = m\vec{v}_{\text{cm}}$ Rörelsemängdsmoment $\vec{L}_O = \sum (\vec{r}_i \times \vec{p}_i)$	Rörelseekvationer $\sum \vec{F} = \dot{\vec{p}} = m\vec{a}_{\text{cm}} = \sum m_i \ddot{\vec{r}}_i$	Rotation runt fix punkt O $\sum \vec{\tau}_O = \dot{\vec{L}}_O$ $\sum \vec{\tau}_{\text{cm}} = \dot{\vec{L}}_{\text{cm}}$
Masscentrum, enkla kroppar $x_{\text{cm}} = \frac{\int x_c \, dm}{\int dm} \quad y_{\text{cm}} = \frac{\int y_c \, dm}{\int dm} \quad z_{\text{cm}} = \frac{\int z_c \, dm}{\int dm}$ x_c, y_c, z_c är masscentrumskoordinaterna för masselement dm .		Masscentrum, sammansatta kroppar $x_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} \quad y_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i} \quad z_{\text{cm}} = \frac{\sum m_i z_i}{\sum m_i}$ x_i, y_i, z_i är koordinaterna för delkropp i :s masscentrum.	

Stela kroppar

Kinetik Rotation runt fix axel, O $\sum F_n = mr_{\text{cm}} \omega^2$ $\sum F_t = mr_{\text{cm}} \alpha$ $\sum \tau_O = I_O \alpha$ Allmän plan rörelse $\sum F_x = ma_{\text{cm},x}$ $\sum F_y = ma_{\text{cm},y}$ $\sum \tau_{\text{cm}} = I_{\text{cm}} \alpha$	Kinetisk energi Rotation och translation $K = \frac{1}{2}mv_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2}I_{\text{cm}}\omega^2$ Rullvillkoret (rullning utan glidning) $s = r\theta$ $v_{\text{cm}} = r\omega$ $a_{\text{cm}} = r\alpha$	Rörelsemängdsmoment Ren rotation $L_O = I_O \omega$ kring rotationsaxeln O (då O är en symmetriaxel). Rotation och translation $L_O = mv_{\text{cm}}d + I_{\text{cm}}\omega$ där d är "momentarmen" för v_{cm} med avseende på den fixa punkten O .	Momentancentrum, C Hastighet m.a.p. C $v_A = r_A \omega$ r_A = avstånd från A till C. Momentekvation kring C $\sum \tau_C = I_C \alpha$ då masscentrum = geometriskt centrum. Kinetisk energi kring C $K = \frac{1}{2}I_C \omega^2$
---	---	---	---

Masströghetsmoment

Allmänt $I_O = \int r_{\perp}^2 \, dm \quad (\text{definition})$ $I_O = \sum r_i^2 m_i \quad (\text{partiklar})$	Tröghetsradie, k_O $I_O = mk_O^2$	Tunn skiva i x-y-plan $I_{zz} = I_{xx} + I_{yy}$	Steiners sats $I_O = I_{\text{cm}} + md^2$ d = avståndet från O till cm.
---	--	--	---

Vibrationer och svängningar

Fri odämpad Svängningsekvationen $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$ ω^2 är termen framför x . ω = vinkelfrekvens. Pendelsvängning, små θ $\ddot{\theta} + \omega^2 \theta = 0$ Utslaget (x eller θ) $x = A \cos(\omega t + \phi)$	Svängningstiden $T = 2\pi/\omega$ Fjäder + massa m $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ k = fjäderkonstant. Små svängningsvinklar: Partikelpendel, längd L $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ Konisk pendel, vinkel $\alpha \ll 1$ $T = 2\pi\sqrt{L \cos \alpha / g}$ Stel kropp runt axel O $T = 2\pi\sqrt{\frac{I_O}{mgr_{\text{cm}}}}$ r_{cm} = avstånd, cm till O .	Fri dämpad Svängningsekvationen $\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega^2 x = 0$ Dämpningsfrekvens $\omega_e = \sqrt{ \omega^2 - \gamma^2 }$ Underdämpat, $\gamma < \omega$ $x = Ae^{-\gamma t} \cos(\omega_e t + \phi)$ $K_d = Ke^{-2\gamma t}$ Kritiskt dämpat, $\gamma = \omega$ $x = e^{-\gamma t}(A_1 + A_2 t)$ Överdämpat, $\gamma > \omega$ $x = e^{-\gamma t}(A_1 e^{\omega_e t} + A_2 e^{-\omega_e t})$	Tvungen dämpad Svängningsekvationen $\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega^2 x = \frac{F_{\text{max}}}{m} \cos \omega_d t$ Kvarstående amplitud $A = \frac{F_{\text{max}}/m}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_d^2)^2 + (2\gamma\omega_d)^2}}$ Resonans (då $\omega_d = \omega_r$) $\omega_r = \sqrt{\omega^2 - 2\gamma^2}$ Liten dämpning ($\gamma \ll \omega$): $\omega_r \approx \omega, \quad A_r = \frac{F_{\text{max}}}{2m\gamma\omega}$
---	--	--	---

Fc Vågrörelselära

Fc1 Vågor			
Vågekvationen i 1D $\frac{\partial^2 s}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}$ $s = f(x - vt) + g(x + vt)$	Propagerande harmonisk våg i en dimension $s = a \cos(\omega t \pm kx + \delta)$ <p>På komplex form</p> $S = Ae^{i(\omega t \pm kx)}, \quad A = ae^{i\delta}$ Sfärisk våg $s = \frac{a_s}{r} \cos(\omega t - kr + \delta)$	Vågta $k = 2\pi/\lambda \quad (\lambda = \text{våglängd})$ Vinkelfrekvens $\omega = 2\pi f \quad (f = \text{frekvens})$ Periodtid $T = 1/f$	Fas hastighet/utbredningshastighet $v = f \cdot \lambda = \omega/k$ Partikelhastighet $v_p = ds/dt$ Grupp hastighet $v_g = \frac{d\omega}{dk}$

Fc1a Superposition av vågor			
Superpositionsprincipen Den resulterande störningen i en punkt där två eller fler vågor interfererar är summan av de enskilda vågornas påverkan.	<i>Exempel: Två vågor med samma frekvens</i> $a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \Delta\phi$ <p>$\Delta\phi$ är fasskillnaden i interferenspunkten.</p>	Svävningsfrekvens $f_{\text{svävning}} = f_1 - f_2 $	Stående våg i en dimension $s = f(x) \cdot g(t)$ $= (a \sin kx + b \cos kx) \cdot \sin(\omega t - \delta)$

Fc2 Mekaniska vågor			
Intensitet $I = \frac{1}{2} \rho v \omega^2 a^2 = P/(4\pi r^2)$ <p>P = effekten för sfärisk våg på avstånd r.</p> Ljudintensitetsnivå (i db) $L_I = 10 \log(I/I_0)$ $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ Akustisk impedans $Z = \rho \cdot v$ Reflektion av akustiska vågor (vinkelrätt infall) $R = \frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2$	Dopplereffekten hos ljud $f_m = f_s \frac{v - v_m}{v - v_s}$ <p>v_m är positiv om mottagaren rör sig från källan och v_s är positiv om källan rör sig mot mottagaren.</p> <div>Utbredningshastighet</div> Longitudinella vågor i fast kropp $v_l = \sqrt{E/\rho}$ <p>E = elasticitetsmodulen.</p>	Transversella vågor i fast kropp $v_t = \sqrt{G/\rho}$ <p>G = skjuvmodulen.</p> Transversella vågor i sträng $v_l = \sqrt{F/\rho_l}$ <p>F = spännkraften i strängen, ρ_l = längddensiteten.</p> Longitudinella vågor i vätska och gas $v_l = \sqrt{B/\rho}$	<p>B = bulkmodulen.</p> Longitudinella vågor i ideal gas $v_l = \sqrt{(c_p/c_v)RT/M}$ <p>R = allmänna gaskonstanten, M = molmassan.</p>

Fc3 Elektromagnetiska vågor			
Intensitet (Irradians) För en plan våg: $E = E_{\text{max}} \sin(kx - \omega t)$ <p>(E = elektriskt fält) blir irradiansen:</p> $I = \frac{1}{2} n c \varepsilon_0 E_{\text{max}}^2 \quad (\varepsilon_0, \text{ se Ie})$ Brytningsindex $n = \frac{c}{v}$ <p>c = ljushastigheten i vakuum, v = ljushastigheten i mediet.</p>	Optisk våglängd $L = \int n \, dx$ Dispersion $D = \partial n / \partial \lambda$ Cauchys dispersionsformel $n = a + b/\lambda^2$ Reflekterad intensitet $I_i = I_{i//} + I_{i\perp}$ $I_r = R_{//} I_{i//} + R_{\perp} I_{i\perp}$	Brewstervinkeln θ_p (polarisationsvinkeln) $\tan \theta_p = n_2/n_1$ Malus lag $I = I_0 \cos^2 \theta$ Fresnels formler för reflekterat ljus $R_{//} = \frac{I_{r//}}{I_{i//}} = \frac{\tan^2(i - b)}{\tan^2(i + b)}$ $R_{\perp} = \frac{I_{r\perp}}{I_{i\perp}} = \frac{\sin^2(i - b)}{\sin^2(i + b)}$	<p>Om i är mycket liten (vinkelrätt infall):</p> $R = \frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$

F_{c4}

Interferens

F_{c4a}

Intensitet

Interferens mellan två vågor

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\phi),$$

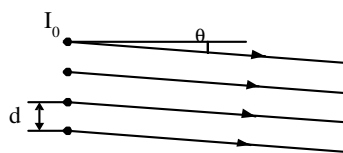
$\Delta\phi$ är fasskillnaden i interferenspunkten.

Visibiliteten

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

F_{c4b}

N ekvidistanta avlägsna punktkällor



$$I = I_0 \left(\frac{\sin(N \Delta\phi/2)}{\sin(\Delta\phi/2)} \right)^2$$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta + \delta.$$

δ är fasskillnaden mellan vågorna från närliggande sändare (antages konstant).

$\delta = 0$ ger huvudmax då

$$d \sin \theta = m\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \dots$$

och minima då

$$Nd \sin \theta = m' \lambda$$

$$m' = \text{heltal}$$

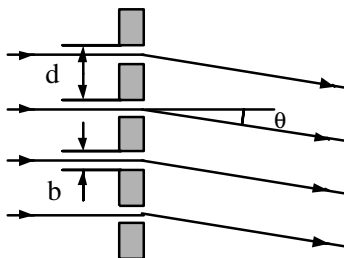
$$m' \neq 0, \pm N, \pm 2N, \dots$$

Gitterekvationen

$$d \sin \theta = p\lambda \quad (p = \text{heltal})$$

F_{c5}

Fraunhoferdiffraction



Enkelspalt

$$I = I_0 \frac{\sin^2(\beta/2)}{(\beta/2)^2}$$

$$\beta = kb \sin \theta$$

Villkor för intensitetsminima

$$b \sin \theta = m\lambda, \quad m = \pm 1, \pm 2, \dots$$

Dubbelspalt

$$I = I_0 \cos^2 \left(\frac{kd \sin \theta}{2} \right) \frac{4 \sin^2(\beta/2)}{(\beta/2)^2}$$

$$\beta = kb \sin \theta$$

N spalter

$$I = I_0 \frac{\sin^2(\beta/2)}{(\beta/2)^2} \cdot \frac{\sin^2(N \cdot \Delta\phi/2)}{\sin^2(\Delta\phi/2)}$$

$$\Delta\phi = kd \sin \theta, \quad \beta = kb \sin \theta$$

Vinkelrätt infall ger interferensmaxima då

$$d \sin \theta = m\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \dots$$

och diffraktionsminima då

$$b \sin \theta = m\lambda, \quad m = \pm 1, \pm 2, \dots$$

Cirkulär öppning med diametern D

$$1:a \text{ min: } D \sin \theta = 1,22\lambda$$

$$2:a \text{ min: } D \sin \theta = 2,23\lambda$$

Upplösningssgränsen enligt Rayleigh

Cirkulär öppning:

$$\alpha_g = 1,22\lambda/D$$

Spaltöppning, bredd b :

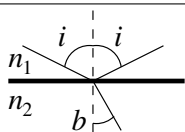
$$\alpha_g = \lambda/b$$

F_{c6}

Geometrisk optik

F_{c6a}

Brytningslagen

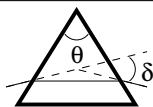


$$n_1 \sin i = n_2 \sin b$$

Frekvensen är densamma före och efter brytning: $f_1 = f_2$.

F_{c6b}

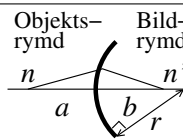
Minimideviation i prisma



$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\delta_{\min} + \theta)}{\sin \frac{1}{2}\theta}$$

F_{c6c}

Brytning i sfärisk yta



$$\frac{n}{a} + \frac{n'}{b} = \frac{n' - n}{r}$$

Teckenregler vid brytning i sfärisk yta

	Objektrymd	Bildrymd
a	+	-
b	-	+
r	-	+

F_{c6d}

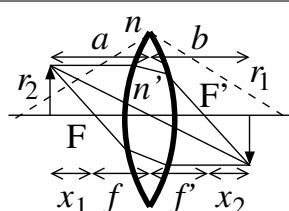
Tunna linser

Newtons linsformel

$$x_1 x_2 = f^2$$

Gauss' linsformel

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



Brännvidden för en tunn lins

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n'}{n} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

$r_1, r_2 > 0$ utåt konvexa ytor

$r_1, r_2 < 0$ utåt konkava ytor

Dioptritalet D

$$D = \frac{1}{f}$$

F_{c7}

Optiska instrument

Vinkelförstoring

$$G = \frac{\beta}{\alpha} \quad \begin{array}{l} \beta = \text{synvinkel med instrument} \\ \alpha = \text{synvinkel utan instrument} \end{array}$$

Linjär förstoring

$$M = \frac{h'}{h} \quad \begin{array}{l} h' = \text{bildens storlek} \\ h = \text{föremålets storlek} \end{array}$$

Luppens förstoring

$$\text{Bildens i oändligheten } G = \frac{s}{f} \quad s = \text{betrakningsavståndet för tydligt seende (0,25 m)}$$

Kikarens förstoring

$$G = -\frac{f_1}{f_2} = -\frac{D}{d} \quad \begin{array}{l} f_1 = \text{objektivbrännvidd} \\ f_2 = \text{okularbrännvidd} \\ D = \text{objektivdiameter} \\ d = \text{utträdespupillens diameter} \end{array}$$

Mikroskopets förstoring

$$G = -\frac{l_s}{f_1 f_2} = M_{\text{objektiv}} \cdot G_{\text{okular}}, \quad l = \text{inre brännpunktsavstånd}$$

Fd Modern fysik

Fd1 Relativitetsteori			
Lorentzfaktorn $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ Relativistisk rörelsemängd $\vec{p} = m\vec{v}\gamma$ Relativistiska krafter $F_{\perp} = \gamma ma \quad F_{\parallel} = \gamma^3 ma$	Relativistisk kinetisk energi $K = mc^2(\gamma - 1)$ Total energi $E_{\text{tot}} = mc^2\gamma = K + E_0$ Viloenergi $E_0 = mc^2$	Tidsdilatation $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \Delta t_0\gamma$ Längdkontraktion $l = l_0\sqrt{1 - u^2/c^2} = l_0/\gamma$	Dopplereffekt för elektromagnetiska vågor $f = f_0\sqrt{\frac{c - u}{c + u}}$ då sändaren rör sig från observatören med hastigheten u . $f = c/\lambda$.

Fd2 Kärnfysik													
<div>Kärnprocesser Fd2a</div> <div>Frigjord energi i reaktion $A + B \rightarrow C + D + \dots$ $Q = \Delta mc^2 = (M_A + M_B - M_C - M_D - \dots)c^2$ M = nuklidmassa Tröskelenergi för reaktion $K = \frac{m + M}{M}Q$ m slår in i stillastående M.</div>	<div>Sönderfall Fd2b</div> <div>Sönderfallslagen $N = N_0e^{-\lambda t}$ Aktivitetslagen $A = \lambda N$ Halveringstid $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ Bindningsenergi, nuklid $E_B = (ZM_H + Nm_n - M)c^2$ M_H = massa, väte-1.</div>	<div>α: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y^{2-} + {}_2^4\text{He}^{2+}$ β^-: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ β^+: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY^- + e^+ + \nu_e$ γ: ${}_Z^AX^* \rightarrow {}_Z^AX + \gamma$ K: $e^- + {}_Z^AX^+ \rightarrow {}_{Z-1}^AY + \nu_e$ K = elektroninfångning, X = moderkärna, Y = dotterkärna, A = masstal, Z = atomnummer, se Tk3.</div>	<div>Strålning Fd2c</div> <div>Gammastrålningsintensitet $I = I_0e^{-\mu x}$ Halvvärdestjocklek $X_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$ Ekvivalent dos $H = RBE \cdot D$ D = absorberad dos, RBE = Relativ Biologisk Effekt:<table><tr><td>γ</td><td>β</td><td>n</td><td>p</td><td>α</td></tr><tr><td>1</td><td>1-1,5</td><td>3-5</td><td>10</td><td>20</td></tr></table></div>	γ	β	n	p	α	1	1-1,5	3-5	10	20
γ	β	n	p	α									
1	1-1,5	3-5	10	20									

Fd3

Kvantmekanik

Tunneleffekt

För partikel med energi E_p och massa m_p genom en barriär med höjden U_0 och vid- den L är tunnelsannolikheten

$$T = Ge^{-2\kappa L}$$
$$G = 16\frac{E_p}{U_0}\left(1 - \frac{E_p}{U_0}\right)$$
$$\kappa = \frac{\sqrt{2m_p(U_0 - E_p)}}{\hbar}$$

Fri partikel i endimensio- nell låda med storlek a

$$E_n = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2ma^2},$$
$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \cdot \sin(n\pi x/a)$$

Energinivåer för väte och väteliknande system

$$E_n = -E_H \frac{Z^2}{n^2} \quad (E_H, \text{ se Te})$$

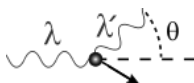
Banradie i bana n för väte och väteliknande system

$$r_n = \frac{\hbar^2\epsilon_0}{\pi m_e e^2} \frac{n^2}{Z} = a_0 \frac{n^2}{Z}$$

$(a_0, \text{ se Te})$

Comptonspridning

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$$



Fotoelektriska effekten

$$K_{\text{max}} = hf - \Phi$$

Φ = utträdesarbetet

Gränsvåglängd för konti- nuerlig röntgenstrålning

$$\lambda_{\text{min}} = \frac{hc}{eU} \quad (e, \text{ se Te})$$

U = spänningen, $eU = K_{\text{max}}$

Moseleys lag (våglängden för K_α)

$$\lambda^{-1} = a(Z - 1)^2$$
$$a = 8,23 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

De Broglie-våglängden

$$\lambda = h/p = h/\sqrt{2mK}$$

Fotonenergi

$$E = hf = hc/\lambda \quad (h, \text{ se Te})$$

Heisenbergs osäkerhets- relation

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar/4\pi$$
$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/4\pi$$

Pauliprincipen

Två elektroner i en atom kan inte ha samma uppsättning kvanttal (n, l, m, s).

Kvanttal

Huvudkvanttal:

$n = 1$	2	3	4	5	\dots
---------	-----	-----	-----	-----	---------

Skal: K L M N O ...

Azimutalt kvanttal:

$l = 0$	1	2	3	4	\dots	$n - 1$
---------	-----	-----	-----	-----	---------	---------

Symbol: s p d f g ...

Magnetiskt kvanttal: $m = -l, -(l-1), \dots, -1, 0, 1, \dots, (l-1), l$.

Spinnkvanttal: $s = \pm \frac{1}{2}$.

Fd4 Temperaturstrålning	
Plancks strålningslag Delemittansen för våglängden λ för en ideal svart kropp: $I(\lambda, T) = \frac{c_1}{\lambda^5 (e^{c_2/\lambda T} - 1)} \quad (c_1, c_2, \text{ se Te})$ Wiens förskjutningslag $\frac{dI(\lambda, T)}{d\lambda} = 0 \Rightarrow \lambda_m T = b \quad (b = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K})$ λ_m är den våglängd för vilken delemittansen har maximum.	Stefan-Boltzmanns lag $I(T) = \int_0^\infty I(\lambda, T) d\lambda = \sigma T^4 \quad (\sigma, \text{ se Te})$ $I(T)$ är emittansen för en fullständigt svart kropp med tem- peraturen T .

Fe Ellära

<div>Fe1</div> <div>Laddningar</div> <div>Coulombs lag</div> $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 8,988 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{A}^2 \text{s}^2}$ <div>(ϵ_0, se Ie)</div> <div>Spänning och arbete, W_{ab}</div> $U = U_{\text{ab}} = W_{\text{ab}}/Q$ <div>Ström och laddning Q</div> $I = Q/t$ <div>Fe1a</div> <div>Elektrisk fältstyrka</div> $\vec{E} = \vec{F}/Q$ <div>Mellan 2 parallella skivor</div> $E = U/d$ <div>Fe2</div> <div>Effekt och energi</div> <div>Effekt</div> $P = U \cdot I = R \cdot I^2 = U^2/R$ <div>Energi</div> $W = P \cdot t$ <div>Fe3</div> <div>Kirchhoffs lagar</div> <div>Kirchhoffs spänningslag</div> $\sum U_i = 0 \quad (\text{sluten slinga})$ <div>Kirchhoffs strömlag</div> $\sum I_i = 0 \quad (\text{i knutpunkt})$	<div>Fe4</div> <div>Kapacitans</div> $C = Q/U$ <div>Plattkondensorn</div> $C = \epsilon \cdot A/d$ <div>Seriekoppling</div> $C^{-1} = C_1^{-1} + C_2^{-1} + \dots$ <div>Parallellkoppling</div> $C = C_1 + C_2 + \dots$ <div>Kondensatorenergi</div> $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U$ <div>Fe5</div> <div>Resistans</div> <div>Ohms lag</div> $U = R \cdot I$ <div>Seriekoppling</div> $R = R_1 + R_2 + \dots$ <div>Parallellkoppling</div> $R^{-1} = R_1^{-1} + R_2^{-1} + \dots$ <div>Spänningskälla med inre resistans</div> $U_{\text{emk}} = R_{\text{i}} \cdot I + R_{\text{y}} \cdot I$ <div>Polspänning: $R_{\text{y}} \cdot I$.</div> <div>Resistivitet, ρ</div> $R = \rho \cdot l/A$ <div>2 parallella resistorer</div> $R_{\text{tot}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot (I_1 + I_2)$ <div>2 seriekopplade resistorer</div> $U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot (U_1 + U_2)$	<div>Fe6</div> <div>Magnetism</div> <div>Fe6a</div> <div>Flödestäthet</div> <div>Kring en oändligt lång, rak ledare</div> $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2 \cdot I}{d}$ <div>I medelpunkten av en flat cirkulär spole</div> $B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{N \cdot I}{d}$ <div>I en toroid eller i en lång, smal spole (solenoid)</div> $B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$ <div>Konstant flödestäthet</div> $\Phi = B_{\perp} \cdot A$ <div>Kraftverkan</div> $F = B \cdot I \cdot l_{\perp}$ $F = Q \cdot v_{\perp} \cdot B$ <div>Fe6b</div> <div>Induktion</div> $e = -d\Phi/dt$ <div>Spole med N varv</div> $e = -N \cdot d\Phi/dt$ $e = l \cdot v_{\perp} \cdot B$ <div>Självinduktion</div> $e = -L \cdot di/dt$ <div>Magnetisk energi i spole</div> $W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I$	<div>Fe7</div> <div>Växelström</div> <div>Momentan- och effektivvärden (= rms-värden)</div> $i = \hat{i} \sin \omega t \Rightarrow I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$ $u = \hat{u} \sin \omega t + \phi \Rightarrow U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$ $i = dQ/dt$ <div>Fe7a</div> <div>Ren belastning</div> <div>Kapacitiv, $\phi = -\pi/2$</div> $\hat{u} = \hat{i} \cdot X_C \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$ <div>Induktiv, $\phi = \pi/2$</div> $\hat{u} = \hat{i} \cdot X_L \quad X_L = \omega \cdot L$ <div>Resistiv, $\phi = 0$</div> $\hat{u} = \hat{i} \cdot R \quad U = R \cdot I$ <div>Fe7b</div> <div>Impedans</div> $Z = \hat{u}/\hat{i} = U/I \Leftrightarrow U = ZI$ <div>Medeleffekt</div> $P = U \cdot I \cdot \cos \phi$ <div>Seriekoppling</div> $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $\tan \phi = (X_L - X_C)/R$ <div>Parallellkoppling</div> $Z^{-1} = \sqrt{R^{-2} + (X_L - X_C)^{-2}}$ $\tan \phi = (X_L - X_C) \cdot R$
--	--	--	--

Ff Matematik

Ff1 Grekiska alfabetet											
<i>A</i> α	<i>B</i> β	<i>Γ</i> γ	<i>Δ</i> δ	<i>E</i> ε ε	<i>Z</i> ζ	<i>H</i> η	<i>Θ</i> θ ϑ	<i>I</i> ι	<i>K</i> κ	<i>Λ</i> λ	<i>M</i> μ
alfa	beta	gamma	delta	epsilon	zeta	eta	teta	jota	kappa	lambda	my
<i>N</i> ν	<i>Ξ</i> ξ	<i>O</i> ο	<i>Π</i> π	<i>P</i> ρ ϱ	<i>Σ</i> σ	<i>T</i> τ	<i>Υ</i> υ	<i>Φ</i> φ ϕ	<i>X</i> χ	<i>Ψ</i> ψ	<i>Ω</i> ω
ny	xi	omikron	pi	rå	sigma	tau	ypsilon	fi	chi	psi	omega

Ff2 Trigonometriska samband	
$\cos \frac{\pi}{4} = \sin \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}, \cos \frac{\pi}{6} = \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \cos \frac{\pi}{3} = \sin \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}$ $\cos \left(\frac{\pi}{2} \pm \alpha \right) = \mp \sin \alpha \quad \sin(-\alpha) = -\sin \alpha$ $\sin(\pi - \alpha) = \sin \alpha \quad \cos(-\alpha) = \cos \alpha$ $\tan \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \frac{1}{\tan \alpha} \quad \tan(-\alpha) = -\tan \alpha$ $\sin \alpha = \frac{1}{2i} (e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}) \quad \cos \alpha = \frac{1}{2} (e^{i\alpha} + e^{-i\alpha})$ $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$ $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2 \sin^2 \alpha$ $\sin 2\alpha = 2 \cos \alpha \sin \alpha$ $\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}, \quad \cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}$ $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$ $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$	$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$ $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$ $\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$ $\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$ $\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$ $\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)]$ $\cos \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)]$ $\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$

Ff3 Algebra	
Räta linjens ekvation $y = kx + m \quad \Leftrightarrow \quad y - y_0 = k \cdot (x - x_0)$ Andragradsekvationen $ax^2 + bx + c = 0 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ Konjugatregeln $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$ Komplexa tal $i^2 = -1, \quad z = x + iy = r(\cos \phi + i \sin \phi) = r e^{i\phi}, \quad z^* = x - iy$ $ z = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \phi = \arctan \frac{y}{x} + n 2\pi, \quad z_1 \cdot z_2 = z_1 \cdot z_2 $ Vektorer $\vec{r} = (x, y, z) = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z} \quad \vec{r} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad \vec{u} \times \vec{v} = \vec{u} \cdot \vec{v} \sin \theta \quad \vec{u} \cdot \vec{v} = \vec{u} \cdot \vec{v} \cos \theta = u_x v_x + u_y v_y + u_z v_z$	Logaritmer och potenser $\ln a \cdot b = \ln a + \ln b, \quad \ln a/b = \ln a - \ln b, \quad \ln a^b = b \cdot \ln a$ $x^{a+b} = x^a \cdot x^b, \quad x^{a-b} = x^a/x^b, \quad x^{ab} = (x^a)^b$ Aritmetisk serie $t_i = t_1 + (i - 1)ds_n = \sum_{i=1}^n t_i = n \frac{t_1 + t_n}{2}$ Geometrisk serie $t_i = t_1 k^{i-1} s_n = t_1 \sum_{i=0}^{n-1} k^i = \frac{t_1(1 - k^n)}{1 - k}$

Ff4 Derivator	
$f = u + v \Rightarrow f' = u' + v' \quad \Bigg \quad f = u \cdot v \Rightarrow f' = u' \cdot v + u \cdot v' \quad \Bigg \quad f = \frac{u}{v} \Rightarrow f' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2} \quad \Bigg \quad \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx}, \quad y = f(u(x))$	
$\frac{dx^n}{dx} = n x^{n-1} \quad \frac{d(\ln x)}{dx} = x^{-1} \quad \frac{d(a^x)}{dx} = a^x \ln a \quad \frac{d(\sin x)}{dx} = \cos x \quad \frac{d(\cos x)}{dx} = -\sin x \quad \frac{d(\tan x)}{dx} = 1 + \tan^2 x$	

Ff5 Taylorserier	
Allmänt $f(x) = f(a) + \frac{1}{1!} f'(a)(x - a) + \frac{1}{2!} f''(a)(x - a)^2 + \dots$	$\tan x = x + \frac{1}{3} x^3 + \frac{2}{15} x^5 + \dots \quad x < \pi/2$ $\ln(1 + x) = x - \frac{1}{2} x^2 + \frac{1}{3} x^3 - \frac{1}{4} x^4 + \dots \quad x < 1$ $(1 + x)^k = 1 + kx + \frac{k(k - 1)}{2!} x^2 + \dots \quad x < 1$ $\sqrt{1 + x} = 1 + \frac{1}{2} x - \frac{1}{8} x^2 + \frac{1}{16} x^3 - \frac{5}{128} x^4 \dots \quad x \leq 1$ $\frac{1}{\sqrt{1 + x}} = 1 - \frac{1}{2} x + \frac{3}{8} x^2 - \frac{5}{16} x^3 + \frac{35}{128} x^4 \dots \quad x \leq 1$
Maclaurinserier ($a = 0$) $e^x = 1 + x + \frac{1}{2!} x^2 + \frac{1}{3!} x^3 + \dots$ $\sin x = x - \frac{1}{3!} x^3 + \frac{1}{5!} x^5 - \dots$ $\cos x = 1 - \frac{1}{2!} x^2 + \frac{1}{4!} x^4 - \dots$	



Ff6

Integraler

Funktion Primitiv funktion

$\frac{1}{x}$	$\ln x $	$x \neq 0$
$\frac{f'(x)}{f(x)}$	$\ln f(x)$	
e^x	e^x	
a^x	$\frac{a^x}{\ln a}$	$a > 0, a \neq 1$
$\frac{1}{x-a}$	$\ln x-a $	$x \neq a$
$\frac{1}{x^2+a^2}$	$\frac{1}{a} \arctan \frac{x}{a}$	

Funktion Primitiv funktion

$\frac{x}{x^2+b}$	$\frac{1}{2} \ln(x^2+b)$	
$\sqrt{x^2+a^2}$	$\frac{x}{2} \sqrt{x^2+a^2} + \frac{a^2}{2} \ln(x+\sqrt{x^2+a^2})$	
$\sqrt{a^2-x^2}$	$\frac{x}{2} \sqrt{a^2-x^2} + \frac{a^2}{2} \arcsin \frac{x}{a}$	$a > 0$
$\frac{1}{\sqrt{x^2+b}}$	$\ln x+\sqrt{x^2+b} $	
$\frac{1}{\sqrt{a^2-x^2}}$	$\arcsin \frac{x}{a}$	$a > 0$
$\ln x$	$x \ln x - x$	
x^n	$x^{n+1}/(n+1)$	

Ff7

Bestämda integraler

$$\int_0^a \sqrt{a^2-x^2} \, dx = \frac{a^2\pi}{4}$$
$$\int_0^\infty e^{-ax^2} \, dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a}} \quad \text{då } a > 0$$

$$\int_0^\pi \sin mx \sin nx \, dx = \begin{cases} 0 & \text{då } m, n \text{ heltal och } m \neq n \\ \pi/2 & \text{då } m, n \text{ heltal och } m = n \end{cases}$$
$$\int_0^\pi \cos mx \cos nx \, dx = \begin{cases} 0 & \text{då } m, n \text{ heltal och } m \neq n \\ \pi/2 & \text{då } m, n \text{ heltal och } m = n \end{cases}$$

$$\int_0^\pi \sin mx \cos nx \, dx = \begin{cases} 0 & \text{då } m, n \text{ heltal och } m+n \text{ jämnt} \\ 2m/(m^2-n^2) & \text{då } m, n \text{ heltal och } m+n \text{ udda} \end{cases}$$

Ff8

Speciella koordinatsystem

Cylindriska (polära) koordinater

$$x = r \cos \phi \quad y = r \sin \phi \quad z = z$$

$$dV = r \, dr \, d\phi \, dz$$

Sfäriska koordinater

$$x = r \sin \theta \cos \phi \quad y = r \sin \theta \sin \phi \quad z = r \cos \theta$$

$$dV = r^2 \sin \theta \, dr \, d\theta \, d\phi$$

Ff9

Linjära differentialekvationer

$$y' + g(x)y = h(x)$$

$$y = e^{-G(x)} \left[\int h(x) e^{G(x)} \, dx + C \right]$$

$$\frac{d}{dx} G(x) = g(x)$$

Separabla differentialekvationer: $g(y)y' = f(x)$

$$G[y(x)] = F(x) + C$$

$$\frac{d}{dx} G(y) = g(y) \quad \frac{d}{dx} F(x) = f(x)$$

Ff9a

2:a ordningens linjära differentialekvationer

$$y'' + ay' + by = f(x) \quad (1)$$

$$y = y_h + y_p \quad \text{där } y_h \text{ är allmän lösning till } y'' + ay' + by = 0$$

$$r_1 \text{ och } r_2 \text{ är lösningar till } r^2 + ar + b = 0$$

$$y_h = Ae^{r_1 x} + Be^{r_2 x} \text{ om } r_1 \neq r_2 \text{ och } r_1, r_2 \text{ reella}$$

$$y_h = (Ax + B)e^{rx} \text{ om } r_1 = r_2 = r$$

$$y_h = e^{\alpha x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x) \text{ om } r_{1,2} = \alpha \pm i\beta, \beta \neq 0$$

$$y_p \text{ är en partikulärlösning till (1).}$$

$f(x)$	Villkor	y_p
$a_n x^n + a_0$	$b \neq 0$ $b = 0, a \neq 0$	$b_n x^n + \dots b_0$ $x(b_n x^n + \dots b_0)$
$\sin \beta x$ $\cos \beta x$	$i\beta$ ej rot till $r^2 + ar + b = 0$	$c \sin \beta x + d \cos \beta x$
$c_1 \sin \beta x + c_2 \cos \beta x$	$i\beta$ rot till $r^2 + ar + b = 0$	$x(c \sin \beta x + d \cos \beta x)$



DEL 1

TABELLER

SI-systemet

Grundenheter och dimensioner

L: 1 meter = 1 m Den väg som tillryggalägges i tomma rymden av plana elektromagnetiska vågor på 1/|c| sekund. |c| = 299 792 458 m/s, ljushastigheten i tomma rymden.

M: 1 kilogram = 1 kg Massan av den internationella kilogram-prototypen i Paris.

T: 1 sekund = 1 s Tiden för 9 192 631 770 perioder av den strålning som motsvarar en övergång mellan två energinivåer i grundtillståndet av isotopen cesium-131.

I: 1 ampere = 1 A Styrkan av en konstant elektrisk ström som, när den genomflyter två raka oändligt långa parallella ledare, placerade i vakuum på avståndet 1 m från varandra, för varje meter av ledaren åstadkommer en kraftverkan mellan ledarna av $2 \cdot 10^{-7}$ newton.

Θ: 1 kelvin = 1 K Termodynamisk temperatur utgörande 1/273,16 av den termodynamiska temperaturen för vattnets trippel-punkt (0,01 °C, 611,73 Pa).

J: 1 candela = 1 cd Ljusstyrkan i en given riktning från en källa som utsänder monokromatisk strålning med frekvensen 540 · 10¹² hertz och vars strålningsstyrka i denna riktning är 1/683 watt per steradian.

N: 1 mol = 1 mol Materiemängden i ett system som innehåller lika många elementarenheter som det finns atomer i 0,012 kilogram kol 12. När man använder mol bör elementarenheterna specificeras; de kan vara atomer, molekyler, joner, elektroner, andra partiklar eller specificerade grupper av sådana partiklar.

Supplementenheter

1 radian = 1 rad Den plana vinkeln mellan två radier i en cirkel, vilka på periferin skär av en båge som är lika lång som radien.

1 steradian = 1 sr Rymdvinkeln i en kon som med sin spets i centrum av en sfär skär av en yta på sfären med en area som är lika med arean av en kvadrat vars sidors längd är lika med sfärens radie.

Härledda enheter

Enhet	Definition	Kvantitet
Bq	becquerel	1 Bq = 1 s ⁻¹
°C	grad celsius	1 °C = 1 K
C	coulomb	1 C = 1 A·s
F	farad	1 F = 1 A·s/V
Gy	gray	1 Gy = 1 J/kg
H	henry	1 H = 1 V·s/A
Hz	hertz	1 Hz = 1 s ⁻¹
J	joule	1 J = 1 Nm
lm	lumen	1 lm = 1 cd·sr
lx	lux	1 lx = 1 lm/m ²
N	newton	1 N = 1 kg·m/s ²
Pa	pascal	1 Pa = 1 N/m ²
S	siemens	1 S = 1 A/V
Sv	sievert	1 Sv = 1 J/kg
T	tesla	1 T = 1 Wb/m ²
V	volt	1 V = 1 W/A
W	watt	1 W = 1 J/s
Ω	ohm	1 Ω = 1 V/A
Wb	weber	1 Wb = 1 V·s

Kompletteringsenheter

Beteckning	Benämning	Definition	Kvantitet
l,L	liter	1 l = 0,001 m ³ = 1 dm ³	volym
min	minut	1 min = 60 s	tid
h	timme	1 h = 60 min = 3600 s	tid
d	dygn	1 d = 24 h = 86 400 s	tid
a,å	vetenskapligt år	1 a = 365,25 d	tid
t	ton	1 t = 1000 kg	volym
°	grad	1° = $\frac{\pi}{180}$ rad	plan vinkel
'	minut	1' = $\frac{1}{60}$	plan vinkel
''	sekund	1'' = $\frac{1}{60}$	plan vinkel
bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa	tryck

Prefix

Talfaktor	Benämning	Prefix	Ursprung
10 ²⁴	yotta	Y	gr. okto - åtta
10 ²¹	zetta	Z	la. septem - sju
10 ¹⁸	exa	E	gr. ex - sex
10 ¹⁵	peta	P	gr. pente - fem
10 ¹²	tera	T	gr. teras - monster
10 ⁹	giga	G	gr. gigas - je
10 ⁶	mega	M	gr. megas - stort
10 ³	kilo	k	gr. chilioi - tusen
10 ²	hekto	h	gr. hekaton - hundra
10 ¹	deka	da	gr. deka - tio

Talfaktor	Benämning	Prefix	Ursprung
10 ⁻¹	deci	d	la. decem - tio
10 ⁻²	centi	c	la. centum - hundra
10 ⁻³	milli	m	la. mille - tusen
10 ⁻⁶	mikro	μ	gr. mikros - liten
10 ⁻⁹	nano	n	gr. nanos - dv
10 ⁻¹²	piko	p	sp. piko - liten bit
10 ⁻¹⁵	femto	f	nord. femten - femton
10 ⁻¹⁸	atto	a	nord. atten - arton
10 ⁻²¹	zepto	z	la. septem - sju
10 ⁻²⁴	yokto	y	gr. okto - åtta

Andra enheter

Benämning	Beteckning	Definition/samband
Längd		
ångström	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m = 0,1 nm
astronomisk enhet	au	1 au = 1,495 978 707 00 · 10 ¹¹ m
parsek	pc	1 pc = 3,085 677 581 · 10 ¹⁶ m
ljusår	ly	1 ly = 9,460 730 472 580 8 · 10 ¹⁵ m
mile (engelsk)	mile	1 mile = 5280 ft = 1609,344 m
yard (engelsk)	yard	1 yard = 1609,344 m
engelsk tum (inch)	in	1 in = 25,4 mm
engelsk fot (foot)	ft	1 ft = 12 in = 0,3048 m
yard	yd	1 yd = 3 ft = 36 in = 0,9144 m
tum (svensk)	tum	1 tum = 29,69 mm
fot (svensk)	fot	1 fot = 0,2969 m = 10 tum
sjömil	sjömil	1 sjömil = 1852 m

Benämning	Beteckning	Definition/samband
Area		
barn	b	1 b = 10 ⁻²⁸ m ²
tunnland		1 tunnland = 4936 m ²
hektar	ha	1 ha = 10 000 m ²
Volym		
liter	l	1 l = dm ³
gallon (UK)	gal	1 gal(UK) = 4,546 092 dm ³
gallon (US)	gal	1 gal(US) = 3,785 412 dm ³
pint (UK)	pt	1 pt(UK) = 0,568 261 25 dm ³
liquid pint (US)	lq pt	1 lq pt(US) = 0,473 176 5 dm ³
fluid ounce	fl oz	1 fl oz(UK) = 28,413 cm ³
fluid ounce	fl oz	1 fl oz(US) = 29,573 53 cm ³
fat	fat (barrel)	1 fat = 158,987 294 958 dm ³



Benämning	Beteckning	Definition/samband
Tid		
minut	min	1 min = 60 s
timme	h	1 h = 60 min = 3600 s
dygn (medelsoldygn)	d	1 d = 24 h = 86 400 s
stjärndygn	-	1 stjärndygn = 23 h 56 min 4,1 s
vetenskapligt år	a	1 a = 365,25 d = 31 557 600 s
år (tropiskt)	-	1 a = 365,2422 d
anomalistiskt år	-	1 a = 365,2596 d
förmörkelser	-	1 a = 346,6200 d
sideriskt år	-	1 a = 365,2564 d
Hastighet		
kilometer per timme	km/h	1 km/h = $\frac{1}{3,6}$ m/s
mile per hour	mph	1 mph = 1,609 344 km/h
knop	knop	1 knop = 1,852 km/h
Massa		
ton	t	1 t = 1000 kg
universella massenheten u, se tabell T e.		
pound	lb	1 lb = 0,453 592 37 kg
ounce	oz	1 oz = $\frac{1}{16}$ lb = 28,349 52 g
Kraft		
pond	p	1 p = 9,806 65 mN
kilopond	kp	1 kp = 9,806 65 N
dyn	dyn	1 dyn = 1 g cm/s ² = 10 ⁻⁵ N
Tryck		
bar	bar	1 bar = 10 ⁵ N/m ²
normalatmosfär	atm	1 atm = 101 325 N/m ²
teknisk atmosfär	at	1 at = 1 kp/cm ²
torr	torr	1 torr = $\frac{1}{760}$ atm
millimeter kvicksilver	mm Hg	1 mm Hg = 1 torr

Benämning	Beteckning	Definition/samband
Energi		
wattsekund	Ws	1 Ws = 1 J
(<i>arbete</i>) kilowattimme	kWh	1 kWh = 3,6·10 ⁶ J
(<i>entalpi</i>) kilokalori	kcal	1 kcal = 4,1868·10 ³ J
elektronvolt	eV	1 eV = 1,602 176 620 8·10 ⁻¹⁹ J
rydberg	Ry	13,605 692 53 eV
Effekt		
(metrisk) hästkraft	hk	1 hk = 75 kpm/s = 735,498 75 W
engelsk hästkraft	hp	1 hp = 745,7 W
Kinematisk viskositet		
stok	St	1 St = 10 ⁻⁴ m ² /s
Dynamisk viskositet		
pois	P	1 P = 0,1 Ns/m ²
Magnetisk flödestäthet		
gauss	G	1 G = 10 ⁻⁴ T = 10 ⁻⁴ Vs/m ²
Radioaktivitet		
curie	Ci	1 Ci = 3,7·10 ¹⁰ Bq
Stråldos		
rad	rad	1 rad = 0,01 Gy
Jondos (exponering av joniserande strålning)		
röntgen	R	1 R = 2,58·10 ⁻⁴ C/kg luft
Dosekvivalent		
rem	rem	1 rem = 0,01 Sv

T Omvandling mellan enheter

^Tc1 Kraft		
N	dyn	kp
1	10 ⁵	0,101972
10 ⁻⁵	1	1,01972·10 ⁻⁶
9,80665	0,980665·10 ⁶	1

^Tc2 Energi, Arbete			
J, Nm, Ws	kWh	eV (elektronvolt)	kcal
1	277,778·10 ⁻⁹	6,241509·10 ¹⁸	0,238846·10 ⁻³
3,6·10 ⁶	1	22,46943·10 ²⁴	859,845
160,2177·10 ⁻²¹	44,50491·10 ⁻²⁷	1	38,26733·10 ⁻²⁴
4,1868·10 ³	1,163·10 ⁻³	2,613195·10 ²²	1

^Tc3 Effekt			
W, Nm/s, J/s	kpm/s	kcal/s	kcal/h
1	0,101972	0,238846·10 ⁻³	0,859845
9,80665	1	2,34228·10 ⁻³	8,43220
4,1868·10 ³	426,935	1	3,6·10 ³
1,163	0,118593	0,277778·10 ⁻³	1

^Tc4 Tryck, Mekanisk spänning			
Pa, N/m ²	bar	torr	atm
1	10·10 ⁻⁶	7,50062·10 ⁻³	9,86923·10 ⁻⁶
100·10 ³	1	750,062	0,986923
98,0665·10 ³	0,980665	735,559	0,967841
133,322	1,33322·10 ⁻³	1	1,31579·10 ⁻³
101,325·10 ³	1,01325	760	1

Td Fysikaliska storheter och enheter

Storhet	Symbol	Enhet	Dimension	Storhet	Symbol	Enhet	Dimension
Geometri				Ellära			
plan vinkel	a, φ	rad	1	(effektiv) elektrisk ström	I	A	I
rymdvinkel	Ω, ω	sr	1	momentan ström	i	A	
längd, väg	l, s	m	L	strömamplitud	\hat{i}	A	
area	A	m ²	L ²	strömtäthet	i, S	A/m ²	
volym	V	m ³	L ³	elmängd (laddning)	Q	C	IT
				elektriskt flöde	Ψ	C	
				elektrisk flödestäthet	D	C/m ²	
Svängningar							
tid	t	s	T				
frekvens	f, ν	Hz	T ⁻¹	elektrisk potential	V	V	ML ² T ⁻³ I
vinkelfrekvens	ω	rad/s	T ⁻¹	(effektiv) elektrisk spänning	U	V	
resonansfrekvens	ω_r	Hz		(potentialdifferens)			
				elektromotorisk kraft	E, e	V	
				(spänning) [emk (ems)]			
Rörelse				elektrisk fältstyrka	$E(K)$	V/m	MLT ⁻³ I
hastighet (fart)	v	m/s	LT ⁻¹	kapacitivitet	ε	C/Vm	
acceleration	a	m/s ²	LT ⁻²	kapacitans	C	F	M ⁻¹ L ² T ⁻²
tyngdacceleration	g	m/s ²					
vinkelhastighet	ω	rad/s	T ⁻¹	magnetisk flöde	Φ	Wb	
vinkelacceleration	α	rad/s ²	T ⁻²	magnetisk flödestäthet	B	T	MT ⁻² I
				magnetiserande fältstyrka	H	A/m	
Mekanik				magnetmotorisk kraft	M	A	
kraft	F	N	MLT ⁻²	magnetiskt moment	m	Am ²	
massa	m	kg	M	permeabilitet	μ	Vs/Am	
rörelsemängd	p	kgm/s		resistans	R	Ω	ML ² T ⁻³
impuls	J	Ns		reaktans	X	Ω	
				induktans	L	H	ML ² T ⁻²
kraftmoment	M, τ	Nm		impedans	Z	Ω	
(mass)tröghetsmoment	I	kgm ²		konduktans	G	Ω^{-1}	
yttröghetsmoment	I	m ⁴		aktiv effekt	P	W	
rörelsemängdsmoment	L	kgm ² /s = Js		reaktiv effekt	Q	VA _r	
avstånd till rotationsaxel	r_{cm}, r_{\perp}	m		komplex effekt	S, P_s	W	
				skenbar effekt	$ S , P_s $	VA	
arbete	W	J		resistivitet	ρ	Ωm	
potentiell energi	U	J		konduktivitet	γ, σ	$\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$	
				(el. ledningsförmåga)			
densitet	ρ	kg/m ³	ML ⁻³	Elektromagnetism			
ytdensitet	σ	kg/m ²	ML ⁻²	våglängd	λ	m	
längddensitet	ρ_l	kg/m	ML ⁻¹	frekvens	f, ν	Hz	
fjäderkonstant	k	N/m		emittans	I	W/m ²	MT ⁻³
elasticitetsmodul	E	N/m ²	ML ⁻¹ T ⁻²	ljusstyrka	I_v	cd	J
skjuvmodul (torsionsmodul)	G	N/m ²	ML ⁻¹ T ⁻²	luminans	L	cd/m ²	JL ⁻²
kompressionsmodul	K	N/m ²		ljusflöde	Φ	lm	
kompressibilitet	κ	m ² /N		ljusmängd	Q	lm·s	
stöttal	e	-		belysning	E	lx	
kinetisk friktionskoefficient	μ_k	-					
statisk friktionskoefficient	μ_s	-		Akustik			
				ljudintensitetsnivå	L_1	dB	
Hydromekanik				ljudtrycksnivå (ljudnivå)	L_p	dB	
tryck	p	Pa	ML ⁻¹ T ⁻²				
viskositet, kinematisk	ν	m ² /s	L ² T ⁻¹	Kärnfysik			
viskositet, dynamisk	μ, η	Ns/m ²	ML ⁻¹ T ⁻¹	antal atomkärnor	N	st	
				frigjord energi i reaktion	Q	eV (eller J)	
Värmelära				aktivitet	A	Bq	
energi (arbete)	W	J	ML ² T ⁻²	halveringstid	$T_{1/2}$	s	
effekt	P	W	ML ² T ⁻³	sönderfallskonstant	λ	s ⁻¹	
verkningsgrad	η, e	-	1	absorberad dos	D	Gy = J/kg	
				dosekvivalent	H	Sv	
värmemängd	Q	J		exposition	X	C/kg	
absolut temperatur	T	K	Θ				
längdutvidgningskoefficient	α	K ⁻¹		Kvantmekanik			
				utträdesarbete	Φ	J	
specifik värmekapacitet	c	J/(kg·K)		Relativitetsteori			
(molär) värmekapacitet	C	J/(mol·K)		viloenergi	E_0	eV (eller J)	
entropi	S	J/K	ML ² T ⁻² Θ^{-1}	egentid	t_0	s	
värmekonduktivitet	k, λ	W/(m·K)	MLT ⁻³ Θ^{-1}	egenlängd	l_0	m	
värmeövergångstal	α	W/(m ² ·K)	MT ⁻³ Θ^{-1}				

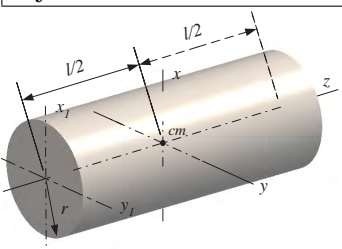
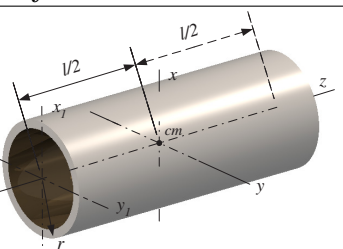
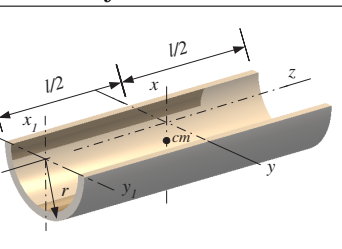
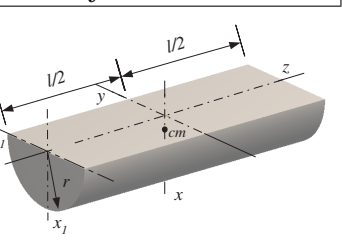
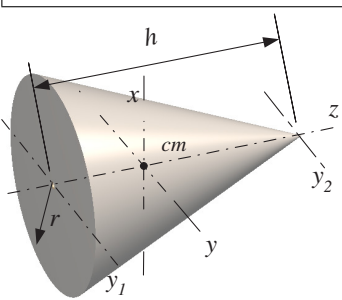
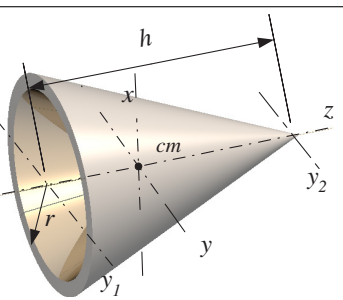
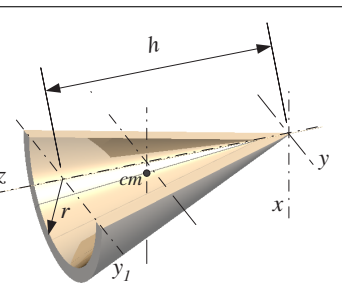
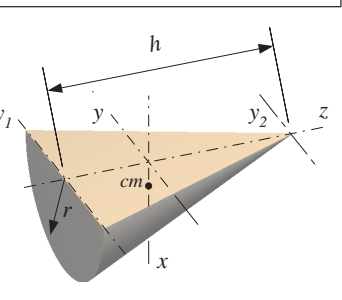
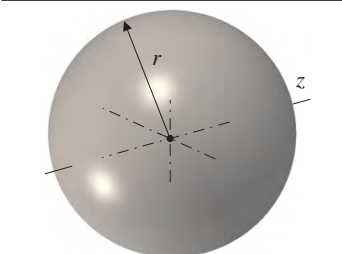
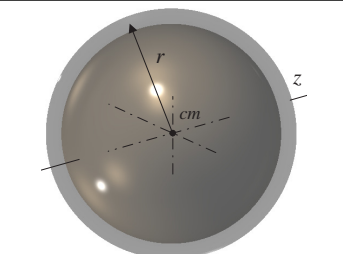
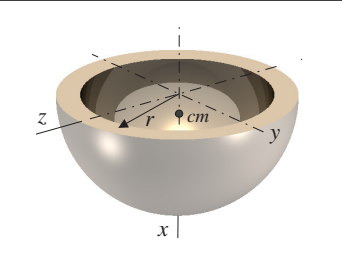
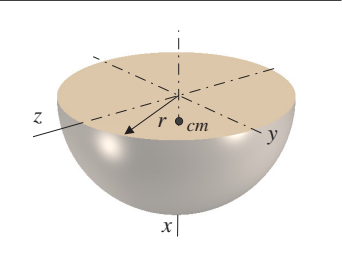
Te Fysikaliska konstanter

Mer information och aktuella värden finns på <http://physics.nist.gov/cuu/Constants>.

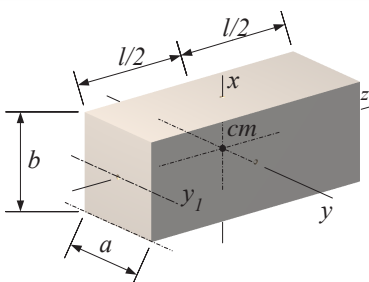
Storhet	Symbol	Relation	Värde	Enhet
Fria rymden				
Ljushastigheten i vakuum	c		299 792 458	m/s
Permeabiliteten för fria rymden	μ_0		$4\pi \cdot 10^{-7}$	Vs/Am
			$1,256\,637\,061 \cdot 10^{-6}$	Vs/Am
Kapacitiviteten för fria rymden	ε_0	$1/\mu_0 c^2$	$8,854\,187\,818 \cdot 10^{-12}$	As/Vm
Elektriska elementarladdningen	e		$1,602\,176\,620\,8 \cdot 10^{-19}$	As
Gravitation				
Newtons gravitationskonstant	G		$6,674\,08 \cdot 10^{-11}$	Nm ² /kg ²
Tyngdaccelerationens normalvärde	g_0		9,806 65	m/s ²
Tyngdaccelerationen i Luleå	g		9,823	m/s ²
Substansmängd				
Allmänna gaskonstanten	R		8,314 459 8	J/mol·K
			8314,4598	J/kmol·K
Avogadros tal	N_A		$6,022\,140\,857 \cdot 10^{23}$	mol ⁻¹
			$6,022\,140\,857 \cdot 10^{26}$	kmol ⁻¹
Molvolyten av ideal gas (0°, 1 atm)	V_0		$2,241\,396\,2 \cdot 10^{-2}$	m ³ /mol
Boltzmanns konstant	k	$k = R/N_A$	$1,380\,648\,52 \cdot 10^{-23}$	J/K
			$8,617\,330\,3 \cdot 10^{-5}$	eV/K
Partikelmassor				
Universella massenheten (för atommassa)	u		$1,660\,539\,040 \cdot 10^{-27}$	kg
			931,494 095 4	MeV/c ²
Elektronens vilomassa	m_e		$9,109\,383\,56 \cdot 10^{-31}$	kg
			$5,485\,799\,110 \cdot 10^{-4}$	u
			0,510 998 946 1	MeV/c ²
Protonens vilomassa	m_p		$1,672\,621\,898 \cdot 10^{-27}$	kg
			1,007 276 466 879	u
			938,272 0813	MeV/c ²
Neutronens vilomassa	m_n		$1,674\,927\,417 \cdot 10^{-27}$	kg
			1,008 664 915 88	u
			939,565 413 3	MeV/c ²
Kvoten mellan				
Elektronens laddning och massa	$-e/m_e$		$-1,758\,820\,024 \cdot 10^{11}$	As/kg
Protonens och elektronens massa	m_p/m_e		1836,152 673 89	
Kvantfysik				
Plancks konstant	h		$6,626\,070\,040 \cdot 10^{-34}$	J·s
			$4,135\,667\,662 \cdot 10^{-15}$	eV·s
	\hbar	$= h/2\pi$	$1,054\,571\,800 \cdot 10^{-34}$	J·s
			$6,582\,119\,541 \cdot 10^{-16}$	eV·s
	hc		$1,239\,841\,793 \cdot 10^{-6}$	eV·m
	$\hbar c$		$1,973\,269\,788 \cdot 10^{-7}$	eV·m
Comptonvåglängd				
Elektronens comptonvåglängd	λ_C	$= h/(m_e c)$	$2,426\,310\,236\,7 \cdot 10^{-12}$	m
Protonens comptonvåglängd	$\lambda_{C,p}$	$= h/(m_p c)$	$1,321\,409\,853\,96 \cdot 10^{-15}$	m
Rydbergskonstanten	R_∞	$= \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^3 c}$	10 973 731,568 508	m ⁻¹
Rydbergskonstanten för väte	R_H		10 967 761,590 121	m ⁻¹
Bohrradien (för väte)	a_0	$= h^2 \varepsilon_0 / (\pi m_e e^2)$	$5,291\,772\,106\,7 \cdot 10^{-11}$	m
Väteenergi i grundtillstånd	E_H	$= e^2 / (8\pi \varepsilon_0 a_0)$	13,605 692 53	eV
Plancks strålningslag:				
första konstanten	c_1	$= 2\pi \hbar c^2$	$3,741\,771\,790 \cdot 10^{-16}$	W·m ²
andra konstanten	c_2	$= \hbar c/k$	$1,438\,777 \cdot 10^{-2}$	m·K
Stefan-Boltzmanns konstant	σ	$= \pi^2 k^4 / 60 \hbar^3 c^2$	$5,670\,367 \cdot 10^{-8}$	W/m ² K ⁴

Tf Mekanik

Homogena kroppar

Cylinder Tf1a  $I_{xx} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{12}Ml^2$ $I_{x_1x_1} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{3}Ml^2$ $I_{zz} = \frac{1}{2}Mr^2$ $V = \pi l r^2$	Cylindriskt skal Tf1b  $I_{xx} = \frac{Mr^2}{2} + \frac{1}{12}Ml^2$ $I_{x_1x_1} = \frac{1}{2}Mr^2 + \frac{1}{3}Ml^2$ $I_{zz} = Mr^2$	Halvt cylindriskt skal Tf1c  $I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}Mr^2 + \frac{1}{12}Ml^2$ $I_{x_1x_1} = I_{y_1y_1} = \frac{1}{2}Mr^2 + \frac{1}{3}Ml^2$ $I_{zz} = Mr^2$ $I_{cm\ z} = \left(1 - \frac{4}{\pi^2}\right)Mr^2$ $x_{cm} = \frac{2r}{\pi}$	Halv cylinder Tf1d  $I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{12}Ml^2$ $I_{x_1x_1} = I_{y_1y_1} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{3}Ml^2$ $I_{zz} = \frac{1}{2}Mr^2$ $I_{cm\ z} = \left(\frac{1}{2} - \frac{16}{9\pi^2}\right)Mr^2$ $x_{cm} = \frac{4r}{3\pi}$
Kon Tf1e  $I_{cm\ y} = \frac{3}{20}Mr^2 + \frac{3}{80}Mh^2$ $I_{y_1y_1} = \frac{3}{20}Mr^2 + \frac{1}{10}Mh^2$ $I_{zz} = \frac{3}{10}Mr^2$ $z_{cm-y_2} = \frac{3h}{4} \quad V = \frac{\pi}{3}r^2h$	Koniskt skal Tf1f  $I_{cm\ y} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{18}Mh^2$ $I_{y_1y_1} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{6}Mh^2$ $I_{zz} = \frac{1}{2}Mr^2$ $z_{cm-y_2} = \frac{2h}{3}$	Halvt koniskt skal Tf1g  $I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{2}Mh^2$ $I_{x_1x_1} = I_{y_1y_1} = \frac{1}{4}Mr^2 + \frac{1}{6}Mh^2$ $I_{zz} = \frac{1}{2}Mr^2$ $I_{cm\ z} = \left(\frac{1}{2} - \frac{16}{9\pi^2}\right)Mr^2$ $x_{cm-y} = \frac{4r}{3\pi} \quad z_{cm-y} = \frac{2h}{3}$	Halvkon Tf1h  $I_{xx} = I_{yy} = \frac{3}{20}Mr^2 + \frac{3}{5}Mh^2$ $I_{x_1x_1} = I_{y_1y_1} = \frac{3}{20}Mr^2 + \frac{1}{10}Mh^2$ $I_{zz} = \frac{3}{10}Mr^2$ $I_{cm\ z} = \left(\frac{3}{10} - \frac{1}{\pi^2}\right)Mr^2$ $x_{cm-y_2} = \frac{r}{\pi} \quad z_{cm-y_2} = \frac{3h}{4}$
Sfär Tf1i  $I_{zz} = \frac{2}{5}Mr^2$ $A = 4\pi r^2$ $V = \frac{4}{3}\pi r^3$	Sfäriskt skal Tf1j  $I_{zz} = \frac{2}{3}Mr^2$	Halvt sfäriskt skal Tf1k  $I_{xx} = I_{yy} = I_{zz} = \frac{2}{3}Mr^2$ $I_{cm\ x} = I_{cm\ y} = \frac{5}{12}Mr^2$ $x_{cm} = \frac{1}{2}r$	Halvsfär Tf1l  $I_{zz} = \frac{2}{5}Mr^2$ $I_{xx} = \frac{2}{5}Mr^2$ $x_{cm} = \frac{3}{8}r$

Rätblock

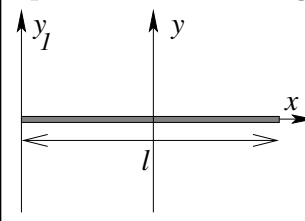


$$I_{xx} = \frac{M(a^2 + l^2)}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{M(b^2 + l^2)}{12}$$

$$I_{zz} = \frac{M(a^2 + b^2)}{12}$$

$$I_{y_1y_1} = \frac{M(b^2 + 4l^2)}{12}$$

Specialfall: smal stång ($a \approx b \approx 0$)

$$I_{yy} = Ml^2/12$$

$$I_{y_1y_1} = Ml^2/3$$

Tf1m

f2

Plana figurer

Triangel f2a	Likbent triangel f2b	Cirkelbåge f2c	Cirkulär sektor f2d	Ellips f2e
$I_{xx} = \frac{Mh^2}{6}$ $x_{cm} = \frac{c+b}{3} \quad y_{cm} = \frac{h}{3}$ $A = \frac{bh}{2}$	$I_{x_c x_c} = \frac{Mh^2}{18}$ $I_{y_c y_c} = \frac{Mb^2}{24}$ $y_{cm} = \frac{h}{3}$ $A = \frac{bh}{2}$	$I_{xx} = \frac{Mr^2}{2} \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$ $I_{yy} = \frac{Mr^2}{2} \left(1 + \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$ $x_{cm} = \frac{r \sin(\alpha/2)}{\alpha/2}$ <p>Cirkelbåge = $r\alpha$</p>	$I_{xx} = \frac{Mr^2}{4} \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$ $I_{yy} = \frac{Mr^2}{4} \left(1 + \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$ $x_{cm} = \frac{2}{3} \frac{r \sin(\alpha/2)}{\alpha/2}$ $A = \frac{r^2 \alpha}{2}$	$I_{xx} = \frac{Mb^2}{4}$ $I_{yy} = \frac{Ma^2}{4}$ $A = \pi ab$

Tg Mekaniska och termiska egenskaper

g1

Grundämnen

Data gäller vid 300 K och trycket 1,00 bar. Längdutvidningskoefficient i intervallet 273-373 K. Molmassor, se Tk3.

Ämne	Symbol	Densitet (300K) 10 ³ kgm ⁻³	E-modul 10 ¹⁰ Pa	Ljud- hastighet (tunn stav) m/s	G-modul 10 ¹⁰ Pa	Längdutr koeff. 10 ⁻⁶ K ⁻¹	Spec värme- kapacitet J kg ⁻¹ K ⁻¹	Värme- lednings- förmåga Wm ⁻¹ K ⁻¹	Smält- punkt K	Smält- värme 10 ³ J/kg	Kok- punkt K	Ångbild- nings- värme 10 ⁶ J/kg	Resis- tivitet nΩm
Aluminium	Al	2,702	6,9	5110	2,6	23,2	903	238	933	397	2720	10,9	26,5
Antimon	Sb	6,684	7,7	3400	2,1	11,0	207	18	904	163	1650	1,56	390
Beryllium	Be	1,85	30	12870	14	11,5	1825	230	1551	1384	3240	32,6	40
Bly	Pb	11,35	16	1200	0,54	28,9	130	35	601	24,7	2024	0,932	206
Germanium	Ge	5,35	8,1	3910	3,1	5,7	322	60	1211	480	3100	4,6	46·10 ⁷
Guld	Au	19,3	7,9	2000	2,7	14,1	129	311	1336	66	3090	1,65	23,5
Iridium	Ir	22,42	52		20	6,5	133	148	2680	144	4400	3,90	53
Jod	I	4,93				87	215		387	62	457,5	0,173	13·10 ¹⁵
Järn	Fe	7,86	21	5130	8,4	11,7	449	82	1808	276	3160	6,80	97,1
Kalcium	Ca	1,54	2,0		0,8	22,3	658	98	1115	228		3,75	39,1
Kisel	Si	2,33	10	2200	3,3	2,6	707	150	1687	165	3173	10,6	~10 ⁶
Kol	C												
diamant		3,51				1,1	509	1000	>3800	17000	5100	50	
grafit		2,25				8,8	711	150	subl 3900		5100	50	13,75·10 ³
Koppar	Cu	8,92	12	3800	4,6	16,8	385	400	1356	205	2855	4,75	16,7
Krom	Cr	7,2	2,5			8,5	448	87	2160	280	2915	6,15	129
Magnesium	Mg	1,74	4,4	5070	1,7	25,6	1024	150	924	368	1390	5,42	44,5
Molybden	Mo	10,1	33	5400	13	5,0	248	140	2880	253	5830	6,83	52
Natrium	Na	0,971				69,6	1230	135	371	113	1156	3,90	61,5
Nickel	Ni	8,90	20	4970	8	12,7	444	90	1726	310	3110	6,47	68,4
Platina	Pt	21,45	16	2820	6,1	8,9	138	69	2042	113	4100	2,67	106
Silver	Ag	10,50	7,8	2790	2,8	19,2	236	418	1234	105	2466	2,31	15,9
Tantal	Ta	16,6	18	3400	7	6,5	141	54	3269	170	5700	8,1	124,5
Tenn (tetrag)	Sn	7,29	5,5		2,1	22	220	67	505	59			110
Titan	Ti	4,54	11	5080	4	8,5	522	19	1948	400	3530	8,9	420
Uran	U	18,9	18	3070	7,2	13,5	116	25	1405	53	4600	1,73	300
Volfram	W	19,3	38	4620	15	4,5	133	170	3653	192	5800	8,8	56,5
Zink	Zn	7,13	9,8	3600	4	29,7	389	120	693	117	1181	1,76	59
Zirkonium	Zr	6,53	7,0		2,5	5,4	275	21	2125	220	4650	6,4	400

g2

Legeringar och andra material

Data gäller vid 300 K och trycket 1,00 bar. Längdutvidningskoefficient i intervallet 273-373 K.

Legering	Densitet (300K) 10 ³ kgm ⁻³	E-modul 10 ¹⁰ Pa	Ljud- hastighet (tunn stav) m/s	G-modul 10 ¹⁰ Pa	Längdutr koeff. 10 ⁻⁶ K ⁻¹	Spec värme- kapacitet J kg ⁻¹ K ⁻¹	Värme- lednings- förmåga Wm ⁻¹ K ⁻¹	Smält- punkt K	Smält- värme 10 ³ J/kg	Kok- punkt K	Ångbild- nings- värme 10 ⁶ J/kg	Resis- tivitet nΩm
Mässing (Cu 62,7% Zn 37,3%)	8,4	10,5	~3500	3,5	21	380	79	1188				
Duralum	2,8	7,2	5150		24	930	160	925				
Invar (Fe 64% Ni 36%)	8,1	14,5			2,0	500	16	1723				
Gjutjärn (<4% C)	7,3	10			11	500	30-45	1475				
Stål (0,85% C)	7,8	20	5180	8,1	11,5	460	45	1625				
Smidesjärn (0,04-0,4% C)	7,6	22					60					
Nysilver (Cu 60%, Zn 22%, Ni 18%)	8,7	12-15			17	400	230	1375				
Glas	2,4-2,8	50-90	3962	26,2	4-9	840	1,05					

Tg3

Vätskors och gasers viktigaste data

v = vätska, g = gas. För vätskor ges densitet och specifik värmekapacitet vid temperaturen 300 K och trycket 1,00 bar, för gaser vid temperaturen 273 K och trycket 1,013 bar. Dynamisk viskositet ges vid 291 K för vätskor och vid 273 K för gaser. Molmassa, även i Tg3.

Ämne	Kemisk formel	Densitet ρ kg m ⁻³	Volym- utvidgnings- koefficient (vätskor) 10 ⁻³ K ⁻¹ (20-100°C)	Dynamisk viskositet 10 ⁻⁶ Ns/m ²	Specifik värmekapacitet c_p kJ/(kg·K)	Värme- konduktivitet k Wm ⁻¹ K ⁻¹ (~300K)	Gaser c_p/c_v	Smält- punkt K (1 bar)	Smält- värme L_f 10 ³ J/kg	Kokpunkt K (1 bar)	Ängbild- nings- värme L_g 10 ³ J/kg	Kritisk temp. K	Kristiskt tryck 10 ⁶ Pa	Ämnes- specifik gaskonstant R^* J/kg·K	Mol- massa g/mol
Acetylen	C ₂ H ₂	1,17	g	10	1,68	0,019	1,23	191	150	190	670	310	6,3	319,8	26,038
Ammoniak	NH ₃	0,77	g	9,1	2,05	0,022	1,31	196	332	240		406	11,3	488,2	17,03
Argon	Ar	1,784		20,8	0,52	0,016	1,67	84,0	29	87,29	158	150,7	4,86	208,1	39,948
Etanol	C ₂ H ₅ OH	784	1,10	1230	2,43	0,182	v	156	102	352	841	516	6,4	180,5	46,07
Fluor	F ₂	1,72	g		0,75	0,016	1,18	77	120	169	483	283	5,12	437,6	37,997
Helium	⁴ He	0,178	g	18,2	5,2	0,142	1,66		5,2	4,215	25	5,2	0,229	2076,9	4,003
Klor	Cl ₂	3,214	g	12	0,50	0,0076	1,35	172,2	90	239	282	417	7,7	117,3	70,905
Koldioxid	CO ₂	1,98	g	13,6	0,82	0,015	1,30	216,6 (0,52 MPa)	189	194,7 (subl)	573	304,2	7,4	188,9	44,01
Kolmonoxid	CO	1,25	g	15,9	1,04	0,22	1,40	68	30	81	215	133	3,5	296,8	44,01
Krypton	Kr	3,74	g	22,9		0,0087	1,68	116,6	19,5	119,8	108	209,4	5,5	99,21	83,80
Kviksilver	Hg	13590	0,1819	1540	0,14	10,3	v	234,3	11,7	629,9	296		v		200,59
Kväve	N ₂	1,250	g	16,5	1,04	0,027	1,404	63,3	25,7	77,34	200	126,3	3,4	296,8	28,013
Kvävemonoxid	NO	1,340	g	17,7	1,00	0,023	1,40	109		121,4		366	7,3	277,1	30,006
Kväveoxidul	N ₂ O	1,98	g	13,4	0,89	0,015	1,28	171		184,7		312	10	188,9	48,013
Luft		1,276	g	17,1	1,005	0,0242	1,40			80	210	130	3,8	287,0	28,97
Metanol	CH ₃ OH	786	1,20	584	2,50	0,212	v	175	91,8	338	1100	513	7,95	259,5	32,042
Neon	Ne	0,900	g	29,7	1,03	0,046	1,64	24,2	16,7	27,10	86	54,4	2,72	411,9	20,180
Svaveldioxid	SO ₂	2,93		11,5	0,61	0,009	1,29	200		263	397	431	7,88	129,8	96,13
Svavelsyra	H ₂ SO ₄	1840	0,56	27500	1,38		v		109	599	511		v		98,079
Svavelväte	H ₂ S	1,54	g	11,6	1,05	0,013	1,32	190		212	550	373	8,9	244,0	66,148
Syre	O ₂	1,429	g	19,2	0,92	0,027	1,401	54,8	13,8	90,188	213	154,8	5,08	259,8	31,999
Vatten	H ₂ O	997	0,18	1057	4,18	0,610	v	273,15	333	373,12	2260	647	22,1	461,5	34,015
	D ₂ O	1100					v	277	318	374,6	2070	644	21,8	415,2	36,027
Väte	H ₂	0,0899	g	8,4	14,2	0,19	1,41	13,8	58	20,28	446	33,23	1,30	4124,2	2,016
Xenon	Xe	5,89	g	22,2		0,005	1,66	161,3	17,5	165,1	102	289,74	5,88	63,32	131,29

Tg4

Byggmaterialdata

Material	Densitet (torrt material) ρ kg m ⁻³	Genomsnittlig värmelednings- förmåga (torrt material) k W/m°C	Fuktkvot u_n %	Praktiskt tillämpbar värmeledningsförmåga k_n W/m°C
Natursten				
granit, gnejs	2700			3,5
Betong	2300	0,9	2	1,7
Lättklinkerbetong	1600	0,75	3	0,8
	1400	0,60	3	0,65
	1200	0,46	3	0,50
	1000	0,35	3	0,40
Lättklinkerplattor				
utvändig isolering				
ovan mark	650	0,16	4	0,20
utvändig isolering				
under mark	650	0,16	10	0,23
Tegel				
massivtegel, 6-håls	1700	0,60	1	0,70
Asfalt				
gjutasfalt	2100			0,8
Fönsterglas	2600			0,8
Trä (värmeströmmen				
vinkelrät mot fibrerna)				
furu, gran	500	0,12	16	0,14
bok, ek	700	0,14	18	0,16
Träspånskivor	600	0,13	10	0,14
	400	0,11	10	0,12
Träfiberskivor				
hårda	1000	0,12	8	0,13
halvhårda	600	0,075	9	0,080
porösa	300	0,045	10	0,050
asfaltimpregnerade	400	0,055	10	0,065
Korkplattor, expanderade	200	0,040	3	0,046
	140	0,035	3	0,040
Mineralfiberskivor	400	0,040	1	0,050
Mineralull	15-200		0,5	0,055
Styrencellplast	12-40		2	0,055
Uretancellplast	30-50			0,040
Fyllning				
sand	1700		0,5	0,40
skifferaska	1000		2	0,25
koksaska	700		3	0,25
Granulerad masugnsslagg	250		0,5	0,12
Sågsån, löst utfylld	120		12	0,12
packad	200		12	0,08
Kuttersån, löst utfylld	80		12	0,14
packad	120		12	0,08
Polystyrencellplast,				
packade kulor på bjälklag	10-20			

Tg5

Ljudhastigheten i några vätskor och gaser

(Vätskor ges vid 298 K, gaser vid 273 K)

Ämne	Ljudhastighet (m/s)	Ämne	Ljudhastighet (m/s)	Ämne	Ljudhastighet (m/s)
Vatten (dest)	1497	Metanol	1103	Kväve	334
Vatten (havs)	1531	Argon	319	Luft (torr)	331,5
Etanol	1207	Helium	965	Neon	435
Kviksilver	1450	Koldioxid	259	Syre	316
				Väte	1285



Th Värmelära

Th1

Data för vatten/is

Data från www.engineeringtoolbox.com. Gäller vid trycket $p = 1,013$ bar.

Temp	Isobar specifik värmekapacitet	Densitet	Värmekon- duktivitet	Dynamisk viskositet	Kinematisk viskositet	Värmediffu- sivitet	Pr = $\frac{\nu}{\alpha}$	Gr·Pr·10 ⁻¹² vid $l = 1$ m och $T = 1$ °C
°C	c_p J/kg·K	ρ kg/m ³	k W/m·K	10 ⁻⁶ Pa·s	10 ⁻⁶ m ² /s	10 ⁻⁹ m ² /s		
-30	1882	920,0	2,50					
-25	1913	919,6	2,45					
-20	1943	919,4	2,39					
-15	1972	919,4	2,34					
-10	2000	918,9	2,30					
-5	2027	917,5	2,25					
0 (is)	2050	916,2	2,22					
0,01	4217	999,8	0,559	1780	1,792	132	13,67	~ 0,2
5	4202	1000	0,568	1519	1,548	135	11,57	7,1
10	4192	999,8	0,577	1308	1,304	138	9,47	49,4
20	4182	998,3	0,597	1005	1,004	143	7,01	143,3
30	4178	995,7	0,615	798	0,802	148	5,43	251
40	4179	992,3	0,633	653	0,658	153	4,34	373
50	4182	988	0,647	547	0,553	157	3,56	509
60	4185	983	0,659	467	0,474	161	2,99	664
70	4191	978	0,668	404	0,413	163	2,56	852
80	4198	972	0,674	355	0,365	165	2,23	1052
90	4208	965	0,678	314	0,326	167	1,96	1277
100	4219	958	0,682	281	0,295	169	1,75	1500

Th2

Data för luft

Data från www.engineeringtoolbox.com. Torr luft, vid trycket $p = 1,013$ bar.

Temp	Isobar specifik värmekapacitet	Densitet	Värmekon- duktivitet	Dynamisk viskositet	Kinematisk viskositet	Värmediffu- sivitet	Pr = $\frac{\nu}{\alpha}$	Gr·Pr·10 ⁻¹² vid $l = 1$ m och $T = 1$ °C
°C	c_p J/kg·K	ρ kg/m ³	k mW/m·K	10 ⁻⁶ Pa·s	10 ⁻⁶ m ² /s	10 ⁻⁶ m ² /s		
-150	1026	2,793	11,6	8,2	3,08	4,0	0,76	–
-100	1009	1,980	16,0	11,4	5,95	7,18	0,74	14,0
-40	1005	1,475	21,2	15,0	10,3	13,9	0,72	3,1
-20	1005	1,357	22,7	16,0	11,5	16,4	0,72	2,08
0	1005	1,293	24,3	17,1	13,3	18,9	0,72	1,33
+20	1005	1,205	25,7	18,1	15,1	21,3	0,71	1,03
40	1005	1,127	27,1	19,1	17,0	24,0	0,71	0,72
60	1009	1,067	28,5	20,0	18,9	26,5	0,71	0,58
80	1009	1,000	29,9	20,9	20,9	29,6	0,71	0,44
100	1010	0,946	31,4	21,8	23,1	32,8	0,70	0,36
200	1027	0,746	38,6	25,8	32,3	50,6	0,69	0,117
300	1045	0,616	45,4	29,5	47,9	70,5	0,69	0,050
400	1070	0,524	51,5	32,9	62,5	92,0	0,69	0,025
500	1093	0,450	57,0	35,9	79,8	114	0,70	0,014
600	1115	0,399	62,3	38,8	97	138	0,70	0,0084
700	1135	0,358	66,8	41,5	115	162	0,71	0,0054
800	1152	0,324	70,7	44,0	135	186	0,72	0,0036
900	1168	0,297	74,2	46,5	155	210	0,74	0,0026
1000	1184	0,273	77,0	48,8	179	237	0,74	0,0019

Th3

Ångtryck för några ämnen

Temp K	223	273	293	333	373	473
Aceton (kPa)	30	890	2470	8170	37140	283700
Etanol (kPa)	2	160	590	2960	22700	296000
Kvicksilver (kPa)		0,003	0,013	0,17	3,64	230
Metanol (kPa)		400	1270	5440	34940	355970

Th4

Densitet och tryck för mättad vattenånga

Ånginnehåll i luft mättad med ånga. Värdena under 0°C gäller över is. p = vattenångans tryck i mbar resp bar. x = relativ mängd vattenånga i g/kg torr luft vid totaltrycket 1 bar.

Temp	p	x	Temp	p	x	Temp	p	x	Temp	p	x	Temp	p	x
°C	mbar	g/kg	°C	mbar	g/kg	°C	mbar	g/kg	°C	mbar	g/kg	°C	mbar	g/kg
-40	0,124	0,077	-7	3,37	2,11	+11	13,12	8,27	+38	66,25	44,13	+74	369,6	365
-38	0,159	0,099	-6	3,68	2,30	+12	14,03	8,85	+40	73,75	49,52	+76	401,8	417
-36	0,200	0,124	-5	4,01	2,50	+13	14,97	9,45	+42	82,0	55,5	+78	436,4	480
-34	0,247	0,154	-4	4,37	2,73	+14	15,99	10,10	+44	91,1	62,4	+80	473,6	564
-32	0,303	0,188	-3	4,76	2,98	+15	17,04	10,79	+46	100,9	69,7	+82	513,1	654
-30	0,374	0,233	-2	5,17	3,24	+16	18,17	11,50	+48	111,6	78,6	+84	555,7	778
-28	0,45	0,28	-1	5,63	3,52	+17	19,37	12,30	+50	123,3	87,5	+86	601,1	937
-26	0,56	0,35	0	6,11	3,83	+18	20,64	13,12	+52	136,1	98,1	+88	649,4	1150
-24	0,69	0,43	+1	6,57	4,12	+19	21,97	14,00	+54	150,0	110	+90	701,1	1460
-22	0,85	0,53	+2	7,05	4,42	+20	23,37	14,88	+56	165,1	123	+92	756,1	1910
-20	1,03	0,64	+3	7,59	4,75	+22	26,44	16,89	+58	181,4	138	+94	814,5	2730
-18	1,24	0,77	+4	8,13	5,10	+24	29,84	19,13	+60	199,2	155	+96	876,7	4420
-16	1,51	0,94	+5	8,72	5,47	+26	33,61	21,63	+62	218,4	174	+98	943,0	10300
-14	1,81	1,13	+6	9,35	5,86	+28	37,8	24,44	+64	239,0	195			
-12	2,17	1,35	+7	10,01	6,30	+30	42,42	27,55	+66	261,4	210			
-10	2,60	1,62	+8	10,73	6,74	+32	47,54	31,06	+68	285,6	248			
-9	2,84	1,77	+9	11,48	7,23	+34	53,19	34,94	+70	311,6	282			
-8	3,09	1,93	+10	12,27	7,74	+36	59,41	39,27	+72	339,4	319			

Emissionstal/absorptionstal					
Material	Våglängd och medeltemperatur				
	9,3 μm 40°C	5,4 μm 250°C	3,6 μm 500°C	1,8 μm 1400°C	0,6 μm Solen
Aluminium					
<i>Polerad</i>	0,04	0,05	0,08	0,19	~0,3
<i>Oxiderad</i>	0,11	0,12	0,18		
Mässing					
<i>Polerad</i>	0,10	0,10			
<i>Oxiderad</i>	0,61				
Koppar					
<i>Polerad</i>	0,04	0,05	0,18	0,17	
<i>Oxiderad</i>	0,87	0,83	0,77		
Järn					
<i>Polerad</i>	0,06	0,08	0,13	0,25	0,45
<i>Galvaniserad,ny</i>	0,23			0,42	0,66
<i>„,smutsig</i>	0,28			0,90	0,89
Silver					
<i>Polerad</i>	0,01	0,02	0,03		0,11
Asfalt	0,93		0,90		0,93
Tegel	0,9				0,7
Papper, vitt	0,95		0,82	0,25	0,28
Färger					
<i>Svartlackfärg</i>	0,96	0,98			0,95
<i>Röd „-</i>	0,96				0,74
<i>Gul „-</i>	0,95		0,5		0,30
<i>Vit „-</i>	0,95	0,95			0,20
<i>Oljefärg, alla kulörer</i>	~0,94	~0,9			
Is	~0,97				
Vatten	~0,96				
Trä	~0,93				0,35
Glas	0,90				Låg

Ti Vågrörelselära

Brytningsindex					
Vätskor och optiska material					
Brytningsindex n vid rumstemperatur.					
λ (nm)		436	546	589	644 761
Etanol	C ₂ H ₅ OH	1,3700	1,3633	1,3617	1,3602 1,3579
Benzen	C ₆ H ₆	1,52319	1,50550	1,50140	1,49740 1,4913
Kolsvavla	CS ₂	1,6742	1,63608	1,62774	1,61966 1,6088
Vatten ¹	H ₂ O	1,34021	1,33447	1,33299	1,33146 1,3289
Calciumfluorid	CaF ₂	1,4395	1,4350	1,4338	1,4327 1,4309
Litiumfluorid	LiF	1,3970	1,3929	1,3917	1,3906 1,3892
Stensalt	NaCl	1,5606	1,5474	1,5443	1,5412 1,5366
Optiska glas ²	BK7	1,52623	1,51824	1,51625	1,51421 1,51098
	F3	1,63430	1,61685	1,61279	1,60880 1,60273
	SF4	1,79127	1,76167	1,75496	1,74850 1,73886
	SFS1	1,98223	1,93322	1,92250	1,91210 1,89737

¹Vid överslagsberäkning, sätt $n = 1,33$
²Vid överslagsberäkning, sätt $n = 1,5$

Dubbelbrytande material										
Brytningsindex n för några dubbelbrytande material vid rumstemperatur.										
λ (nm)		394	434	436	508	546	589	644	668	691 768
Kalkspat	o	1,68374	1,67552	1,67522	1,66527	1,66169	1,65835	1,65504		1,64974
	eo	1,49810	1,49430	1,49417	1,48956	1,48792	1,48640	1,48490		1,48259
Kvarts	o	1,55846	1,55396	1,55377	1,54822	1,54615	1,54424	1,54225		1,53903
	eo	1,56805	1,56339	1,56318	1,55746	1,55531	1,55335	1,55129		1,54794
Titandioxid (Rutile)	o			2,853		2,652				2,555
	eo			3,216		2,958				2,836
Rubin	o			1,78115		1,77071			1,76445	
	eo			1,77276		1,76258			1,75641	

Våglängdsområden	
λ_{min} (m)	Strålning
	Gammastrålning
	10^{-10}
10^{-12}	Röntgenstrålning
	10^{-9}
10^{-9}	Ultraviolett
	10^{-7}
$400 \cdot 10^{-9}$	Synligt ljus (violet, blått, grönt, gult, orange, rött)
	$780 \cdot 10^{-9}$
10^{-6}	Infrarött
	10^{-3}
10^{-3}	Mikrovågor
	10^{-1}
10^{-1}	Ultrakortvågor
	10^1
10^1	Kortvågor
	10^2
10^2	Mellanvågor
	10^3
10^3	Radiovågor



Tj Astrofysik och geofysik

Tj1 Solsystemet, översikt				
Kropp	Massa (kg)	Medel- radie (m)	Banradie (m) (Halv storaxel)	Periodtid
Solen	$1,989 \cdot 10^{30}$	$6,96 \cdot 10^8$	–	–
Månen	$7,349 \cdot 10^{22}$	$1,74 \cdot 10^6$	$3,84 \cdot 10^8$	27,3 d
Merkurius	$3,302 \cdot 10^{23}$	$2,44 \cdot 10^6$	$5,79 \cdot 10^{10}$	87,97 d
Venus	$4,868 \cdot 10^{24}$	$6,05 \cdot 10^6$	$1,08 \cdot 10^{11}$	224,7 d
Jorden	$5,972 \cdot 10^{24}$	$6,37 \cdot 10^6$	$1,50 \cdot 10^{11}$	365,26 d
Mars	$6,419 \cdot 10^{23}$	$3,39 \cdot 10^6$	$2,28 \cdot 10^{11}$	687,0 d
Jupiter	$1,899 \cdot 10^{27}$	$6,99 \cdot 10^7$	$7,78 \cdot 10^{11}$	11,86 y
Saturnus	$5,685 \cdot 10^{26}$	$5,82 \cdot 10^7$	$1,43 \cdot 10^{12}$	29,46 y
Uranus	$8,681 \cdot 10^{25}$	$2,54 \cdot 10^7$	$2,87 \cdot 10^{12}$	84,02 y
Neptunus	$1,024 \cdot 10^{26}$	$2,46 \cdot 10^7$	$4,50 \cdot 10^{12}$	164,8 y
Tj2 Solen				
Effektiv temperatur vid ytan			5778 K	
Totalt utstrålad effekt			$3,846 \cdot 10^{26}$ W	
Solarkonstanten ¹			$1,368 \cdot 10^3$ W/m ²	
¹ Solarkonstanten är ett mått på den totala strålningseffekten per ytenhet från solen mått utanför jordatmosfären och på jordens medelavstånd från solen.				

Tj3 Jorden	
Medelavstånd från solen	$1,496 \cdot 10^{11}$ m
Ekvatorsradie	6378,16 km
Polarradie	6356,78 km
Area	$5,10 \cdot 10^{14}$ m ²
Volym	$1,083 \cdot 10^{21}$ m ³
Massa	$5,97219 \cdot 10^{24}$ kg
Medeldensitet	$5,514 \cdot 10^3$ kg/m ³
Flykthastighet	11,186 km/s
Rotationshastighet, ekvator	465,11 m/s
Ålder	$4,54 \cdot 10^9$ år
Tyngdaccelerationen g ges av sambandet	
$g = 9,78049(1 + 0,0052884 \sin^2 \varphi - 0,0000059 \sin^2 2\varphi)$ m/s ²	
vid havsytans nivå och latituden φ .	
Tyngdaccelerationens normalvärde är $g_0 = 9,806\,65$ m/s ² .	

Tk Modern fysik

Tk1 Elektronbindningsenergier				
Elektronbindningsenergier (i eV) för de underskal mellan vilka elektronövergångar ger upphov till K_{α_1} - resp L_{α_1} -strålning samt våglängden för K_{α_1} -strålningen.				
Z	K	L	M	$\lambda_{K_{\alpha_1}}$ (pm)
13 Al	1560	73		835,4
26 Fe	7112	709		193,8
27 Co	7709	779		179,0
28 Ni	8333	855		165,9
29 Cu	8979	932		154,2
30 Zn	9659	1021		143,6
40 Zr	17998	2223	180	78,65
41 Nb	18986	2371	205	74,67
42 Mo	19999	2520	227	70,98
46 Pd	24350	3173	334	58,58
47 Ag	25514	3351	367	55,98
48 Cd	26711	3537	404	53,54
49 In	27940	3730	443	51,24
50 Sn	29200	3929	485	49,09
55 Cs	35985	5012	727	40,06
56 Ba	37441	5247	781	38,51
74 W	69524	10204	1807	20,91
77 Ir	76113	11215	2041	19,12
78 Pt	78395	11564	2121	18,56
79 Au	80724	11919	2207	18,03
82 Pb	88006	13036	2479	16,55
92 U	115603	17167	3552	12,60

Tk2 Viktiga elementarpartiklar					
Partikelgrupp	Namn	Symbol	Viloenergi (MeV)	Laddning (antal e)	Anti-partikel
Leptoner	Higgsboson	H	125	0	H
	elektron	e^-	0,511	-1	e^+
	myon	μ^-	105,7	-1	μ^+
	tau	τ^-	1777	-1	τ^+
	e-neutrino	ν_e	≈ 0	0	$\bar{\nu}_e$
	μ -neutrino	ν_μ	≈ 0	0	$\bar{\nu}_\mu$
	τ -neutrino	ν_τ	≈ 0	0	$\bar{\nu}_\tau$
Baryoner	proton	p	938,256	+1	\bar{p}
	neutron	n	939,550	0	\bar{n}
	Λ -hyperon	Λ	1115,68	0	$\bar{\Lambda}$
	Σ -hyperoner	Σ^+	1189,37	+1	$\bar{\Sigma}^-$
		Σ^0	1192,64	0	$\bar{\Sigma}^0$
		Σ^-	1197,45	-1	$\bar{\Sigma}^+$
	Ξ -hyperoner	Ξ^0	1314,8	0	$\bar{\Xi}^0$
		Ξ^-	1321,3	-1	$\bar{\Xi}^+$
Mesoner	Ω -hyperon	Ω^-	1672,5	-1	$\bar{\Omega}^+$
	π -mesoner	π^+	139,57	+1	π^-
		π^0	134,98	0	π^0
		π^-	139,57	-1	π^+
	K-mesoner	K^+	493,68		K^-
Kraftpartiklar		K^0	497,61		\bar{K}^0
	η -meson	η	547,86	0	η
	foton	γ	0	0	γ
	gluon	g	0	0	g
	intermediära vektorbosoner	W^+	80 385	+1	W^-
		Z^0	91 188	0	Z^0
		W^-	80 385	-1	W^+

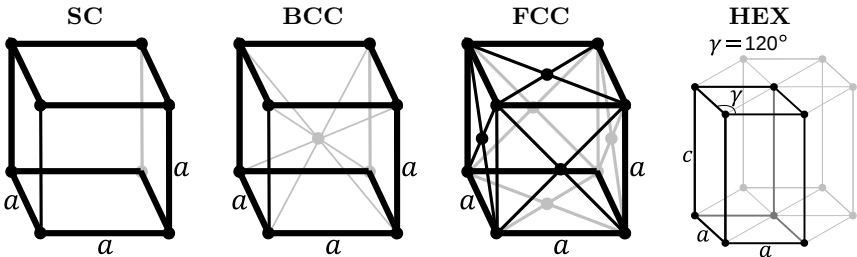
Periodiska systemet								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
H 1 Väte 1s ¹ HEX 1,00794 3,75 1,73	<div>Symbol</div> <div>Mg 12 Magnesium 3s² HEX 24,3050</div> <div>Atomnummer = Z = antal protoner Namn Elektronkonfiguration Kristallstruktur Atomvikt = molmassa, naturlig blandning (g/mol = u/atom) c/a för HEX Fri elektronkoncentration (10^{28}m^{-3})</div>							
Li 3 Litium 1s ² 2s ¹ BCC 6,941 3,49 2,46	Be 4 Beryllium 1s ² 2s ² HEX 9,012182 2,29 1,57 3,92 24,2	<div>Gitterkonstant, a (Å)</div> <div>Utträdesarbete (eV)</div>						
Na 11 Natrium 3s ¹ BCC 22,989768 4,23 2,28	Mg 12 Magnesium 3s ² HEX 24,3050 3,21 1,62 3,70 8,60							
K 19 Kalium 4s ¹ BCC 39,0983 5,23 2,25	Ca 20 Kalcium 4s ² FCC 40,078 5,58 3,20	Sc 21 Skandium 3d ¹ 4s ² HEX 44,955910 3,31 1,59	Ti 22 Titan 3d ² 4s ² HEX 47,867 2,95 1,59 3,87	V 23 Vanadin 3d ³ 4s ² BCC 50,9415 3,02 4,11	Cr 24 Krom 3d ⁵ 4s ¹ BCC 51,9961 2,88 4,45	Mn 25 Mangan 3d ⁵ 4s ² CUB 54,93805 8,89 4,10	Fe 26 Järn 3d ⁶ 4s ² BCC 55,845 2,87 4,63	Co 27 Kobolt 3d ⁷ 4s ² HEX 58,93320 2,51 1,62 4,97
Rb 37 Rubidium 5s ¹ BCC 85,4678 5,72 2,13	Sr 38 Strontium 5s ² FCC 87,62 6,08 2,74	Y 39 Yttrium 4d ¹ 5s ² HEX 88,90585 3,65 1,57	Zr 40 Zirkonium 4d ² 5s ² HEX 91,224 3,23 1,59 3,69	Nb 41 Niob 4d ⁴ 5s ¹ BCC 92,90638 3,30 3,99	Mo 42 Molybden 4d ⁵ 5s ¹ BCC 95,94 3,15 4,19	Tc 43 Teknetium 4d ⁵ 5s ² HEX (98) 2,74 1,60	Ru 44 Rutenium 4d ⁷ 5s ¹ HEX 101,07 2,70 1,58 4,52	Rh 45 Rodium 4d ⁸ 5s ¹ FCC 102,90550 3,80 5,03
Cs 55 Cesium 6s ¹ BCC 132,90543 6,05 1,94	Ba 56 Barium 6s ² BCC 137,327 5,02 2,52	Lu 71 Lutetium 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² - 174,967 - -	Hf 72 Hafnium 4f ¹⁴ 5d ² 6s ² HEX 178,49 3,20 1,58 3,53	Ta 73 Tantal 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² BCC 180,9479 3,31 4,13	W 74 Volfram 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² BCC 183,84 3,16 4,57	Re 75 Rhenium 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ² HEX 186,207 2,76 1,60 4,97	Os 76 Osmium 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ² HEX 190,23 2,74 1,58 4,55	Ir 77 Iridium 4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ² FCC 192,217 3,84 4,57
Fr 87 Francium 7s ¹ - (223) -	Ra 88 Radium 7s ² - (226) -	Lr 103 Lawrencium 5f ¹⁴ 7s ² 7p ¹ - (262) -	Rf 104 Rutherfordium 5f ¹⁴ 6d ² 7s ² - (261) -	Db 105 Dubnium (5f ¹⁴ 6d ³ 7s ²) - (262) -	Sg 106 Seaborgium (5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ²) - (263) -	Bh 107 Bohrium (5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ²) - (262) -	Hs 108 Hassium (5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ²) - (265) -	Mt 109 Meitnerium (5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²) - (266) -

*Lantanider

** Aktinider

La 57 Lantan 5d ¹ 6s ² HEX 138,9055 3,75 3,3	Ce 58 Cerium 4f ² 5d ⁰ 6s ² FCC 140,115 5,16	Pr 59 Praseodym (4f ³ 5d ⁰ 6s ²) HEX 140,90765 3,67 1,61	Nd 60 Neodym 4f ⁴ 5d ⁰ 6s ² HEX 144,24 3,66	Pm 61 Prometium 4f ⁶ 5d ⁰ 6s ² - (145) -	Sm 62 Samarium 4f ⁶ 5d ⁰ 6s ² RHL 150,36 9,00	Eu 63 Europium 4f ⁷ 5d ⁰ 6s ² BCC 151,965 4,61
Ac 89 Aktatium 6d ¹ 7s ² FCC (227) 5,31	Th 90 Torium 6d ² 7s ² FCC (232,0381) 5,08 3,47	Pa 91 Protaktinium 5f ² 6d ¹ 7s ² TET (231,03588) 3,92	U 92 Uran 5f ³ 6d ¹ 7s ² ORC (238,0289) 2,85 3,45	Np 93 Neptunium 5f ⁶ 6d ⁰ 7s ² ORC (237) 4,72	Pu 94 Plutonium 5f ⁶ 6d ⁰ 7s ² MCL (239) 9,00	Am 95 Americium 5f ⁷ 6d ⁰ 7s ² BCC (243) 4,61

Kristallstruktur:



Atomer/cell:

1 2 4 2



10	11	12	13	14	15	16	17	18
								He 2 Helium 1s ² HEX 4,002602 3,57 1,63
			B 5 Bor 1s ² 2s ² 2p ¹ TET 10,811 8,73	C 6 Kol 1s ² 2s ² 2p ² DIA 12,011 3,57	N 7 Kväve 1s ² 2s ² 2p ³ HEX 14,00674 4,04 1,65	O 8 Syre 1s ² 2s ² 2p ⁴ CUB 15,9994 6,83	F 9 Fluor 1s ² 2s ² 2p ⁵ MCL 18,9984032 5,35	Ne 10 Neon 1s ² 2s ² 2p ⁶ FCC 20,1797 4,43
			Al 13 Aluminium 3s ² 3p ¹ FCC 26,981539 4,05 4,20 18,06	Si 14 Kisel 3s ² 3p ² DIA 28,0855 5,43	P 15 Fosfor 3s ² 3p ³ CUB 30,973762 7,17	S 16 Svavel 3s ² 3p ⁴ ORC 32,066 10,5	Cl 17 Klor (Ne)3s ² 3p ⁵ ORC 35,4527 6,24	Ar 18 Argon (Ne)3s ² 3p ⁶ FCC 39,948 5,26
Ni 28 Nickel 3d ⁸ 4s ² FCC 58,6934 3,52 5,09	Cu 29 Koppar 3d ¹⁰ 4s ¹ FCC 63,546 3,61 4,84 8,45	Zn 30 Zink 3d ¹⁰ 4s ² HEX 65,39 2,66 4,34 1,86 13,10	Ga 31 Gallium 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹ ORC 69,723 4,51 4,45 15,30	Ge 32 Germanium 3d ¹⁰ 4s ² 4p ² DIA 72,61 5,66	As 33 Arsenik 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³ RHL 74,92159 4,13	Se 34 Selen 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴ HEX 78,96 4,36 1,14	Br 35 Brom 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵ ORC 79,904 6,67	Kr 36 Krypton 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ FCC 83,80 5,72
Pd 46 Palladium 4d ¹⁰ 5s ⁰ FCC 106,42 3,89 5,40	Ag 47 Silver 4d ¹⁰ 5s ¹ FCC 107,8682 4,09 4,54 5,85	Cd 48 Kadmium 4d ¹⁰ 5s ² HEX 112,411 2,98 4,11 1,89 9,28	In 49 Indium 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ TET 114,818 4,59 4,08 11,49	Sn 50 Tenn 4d ¹⁰ 5s ² 5p ² TET 118,710 5,82 4,31 4,48	Sb 51 Antimon 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ RHL 121,760 4,51 4,60	Te 52 Tellur 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ HEX 127,60 4,45 1,33	I 53 Jod 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ ORC 126,90447 7,27	Xe 54 Xenon 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ FCC 131,29 6,20
Pt 78 Platina 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ⁰ FCC 195,08 3,92 5,66	Au 79 Guld 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹ FCC 196,96654 4,08 4,83 5,90	Hg 80 Kvikksilver 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² RHL 200,59 2,99 4,53	Tl 81 Tallium (Hg)6p ¹ HEX 204,3833 3,46 4,05 1,59	Pb 82 Bly (Hg)6p ² FCC 207,2 4,95 4,02 13,20	Bi 83 Vismut (Hg)6p ³ RHL 208,98037 4,75 4,25	Po 84 Polonium (Hg)6p ⁴ SC (209) 3,35	At 85 Astat (Hg)6p ⁵ ? (210)	Rn 86 Radon (Hg)6p ⁶ FCC (222)
Ds 110 Darmstadtium (5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ¹) (272) -	Rg 111 Roentgenium (5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ²) (272) -	Cn 112 Copernicium (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ²) (277) -	Nh 113 Nihonium (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ¹) (283) -	Fl 114 Flerovium (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ²) (289) -	Mc 115 Moscovium (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ³) (287) -	Lv 116 Livermorium (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁴) (289) -	Ts 117 Tennessine (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁵) (293) -	Og 118 Oganesson (5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² 7p ⁶) (294) -

Gd 64 Gadolinium 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² HEX 157,25 3,64 1,59	Tb 65 Terbium 4f ⁹ 5d ⁰ 6s ² HEX 158,92534 3,60 1,58	Dy 66 Dysprosium 4f ¹⁰ 5d ⁰ 6s ² HEX 162,50 3,59 1,57	Ho 67 Holmium 4f ¹¹ 5d ⁰ 6s ² HEX 164,93032 3,58 1,57	Er 68 Erbium 4f ¹² 5d ⁰ 6s ² HEX 167,26 3,56 1,57	Tm 69 Tulium 4f ¹³ 5d ⁰ 6s ² HEX 168,93421 3,54 1,57	Yb 70 Ytterbium 4f ¹⁴ 5d ⁰ 6s ² FCC 173,04 5,49
Cm 96 Curium 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² HEX (247) 3,64 1,59	Bk 97 Berkelium 5f ⁷ 6d ² 7s ² HEX (247) 3,60 1,58	Cf 98 Californium 5f ⁹ 6d ¹ 7s ² HEX (251) 3,59 1,57	Es 99 Einsteinium 5f ¹¹ 6d ⁰ 7s ² - (252) 3,58 1,57	Fm 100 Fermium 5f ¹² 6d ⁰ 7s ² HEX (257) 3,56 1,57	Md 101 Mandeleevium 5f ¹³ 6d ⁰ 7s ² HEX (258) 3,54 1,57	No 102 Nobelium 5f ¹⁴ 6d ⁰ 7s ² FCC (259) 5,49

T

k4

Nuklider

Nuklidmassorna inkluderar elektronerna (ämnenas massor med deras naturliga blandning, se T k3). I sönderfallskolumnen är K = K-elektroninfångning, sp = spontan fission, y = år = 365,25 d, d = dagar, h = timmar, m = minuter, s = sekunder. Prefix: T a5. Vid β^+ förekommer även K. Det sannolikaste sönderfallet är angivet. Tabellen är inte fullständig. Källa: Chinese Physics C 36 (2012) 1157-1286, 1603-2014. Mer info: atom.kaeri.re.kr, www.nndc.bnl.gov.

Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$	Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$	Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$	Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$
n	1,008664916	β^- 613,9 s	S-35	34,9690323	β^- 87,37 d	Ni-60	26,223	59,930786	Zr-94	17,38	93,906311
H-1	99,989	1,007825032	S-36	0,01	35,9670807	Ni-61	1,1399	60,931056	Zr-95		94,908039
H-2	0,0115	2,014101778	S-37		36,9711255	Ni-62	3,6346	61,928345	Zr-96	2,80	95,908271
H-3		3,016049278	S-38		37,971116	Ni-63		62,929670	Zr-97		96,910951
He-3	1,34e-4	3,016029320	Cl-32		31,985685	Ni-64	0,9255	63,927967	Nb-93	100	92,906373
He-4	100	4,002603254	Cl-33		32,977452	Ni-65		64,930085	Nb-94		93,907279
He-6		6,0188859	Cl-34		33,9737625	Cu-63	69,15	62,929598	Nb-95		94,905839
Li-6	7,59	6,015122887	Cl-35	75,76	34,9688527	Cu-64		63,929764	Nb-97		96,908096
Li-7	92,41	7,01600344	Cl-36		35,9683068	Cu-65	30,85	64,927790	Mo-92	14,53	91,906808
Li-8		8,0224862	Cl-37	24,24	36,9659026	Cu-66		65,928869	Mo-93		92,906810
Li-9		9,0267902	Cl-38		37,9680104	Zn-64	49,17	63,929142	Mo-94	9,15	93,905085
Be-7		7,0169287	Cl-39		38,968008	Zn-65		64,929241	Mo-95	15,84	94,905839
Be-8		8,0053051	Cl-40		39,9704	Zn-66	27,73	65,926034	Mo-96	16,67	95,904676
Be-9	100	9,0121831	Ar-35		34,975258	Zn-67	4,04	66,927128	Mo-97	9,60	96,906018
Be-10		10,0135347	Ar-36	0,3336	35,96754511	Zn-68	18,45	67,924845	Mo-98	24,39	97,905405
Be-11		11,0216611	Ar-37		36,9667763	Zn-69		68,926551	Mo-99		98,907709
B-8		8,024607	Ar-38	0,0629	37,9627321	Zn-70	0,61	69,925319	Mo-100	9,82	99,907472
B-10	19,9	10,012937	Ar-39		38,96431	Zn-71		70,927720	Mo-101		100,910341
B-11	80,1	11,009305	Ar-40	99,604	39,96238312	Ga-66		65,93159	Tc-97		96,90637
B-12		12,014353	Ar-41		40,964501	Ga-67		66,928203	Tc-98		97,90721
B-13		13,017780	Ar-42		41,96305	Ga-69	60,108	68,925574	Tc-99		98,906251
C-10		10,016853	K-37		36,9733759	Ga-70		69,926022	Ru-96	5,54	95,907590
C-11		11,011434	K-38		37,9690811	Ga-71	39,892	70,924703	Ru-97		96,907547
C-12	98,93	12 (exakt)	K-39	93,258	38,96370649	Ga-72		71,926367	Ru-98	1,87	97,90529
C-13	1,07	13,00335484	K-40	0,0117	39,9639982	Ge-70	20,57	69,924249	Ru-99	12,76	98,905934
C-14	1e-10	14,00324199	K-41	6,7302	40,96182526	Ge-71		70,924952	Ru-100	12,60	99,904214
C-15		15,010599	K-42		41,9624023	Ge-72	27,45	71,9220758	Ru-101	17,06	100,905577
N-12		12,018613	K-43		42,960735	Ge-73	7,75	72,9234590	Ru-102	31,55	101,904344
N-13		13,0057386	Ca-39		38,970711	Ge-74	36,50	73,92117776	Ru-103		102,906319
N-14	99,636	14,00307400	Ca-40	96,94	39,96259086	Ge-75		74,9228584	Ru-104	18,62	103,905427
N-15	0,364	15,00010890	Ca-41		40,9622779	Ge-76	7,73	75,92140273	Ru-105		104,907748
N-16		16,006102	Ca-42	0,647	41,9586178	Ge-77		76,9235498	Rh-102		101,90684
N-17		17,00845	Ca-43	0,135	42,9587664	As-73		72,92383	Rh-103	100	102,905498
O-14		14,0085964	Ca-44	2,09	43,955482	As-74		73,923929	Rh-104		103,906649
O-15		15,003066	Ca-45		44,956186	As-75	100	74,921595	Rh-105		104,905689
O-16	99,757	15,99491462	Ca-46	4e-3	45,953689	As-76		75,922392	Pd-102	1,02	101,905602
O-17	0,038	16,99913176	Ca-47		46,954542	As-77		76,920648	Pd-103		102,906081
O-18	0,205	17,99915961	Ca-48	0,187	47,9525228	Se-74	0,89	73,92247593	Pd-104	11,14	103,904031
O-19		19,003578	Ca-49		48,9556627	Se-75		74,9225229	Pd-105	22,33	104,905080
F-17		17,0020952	Sc-44		43,959403	Se-76	9,37	75,91921370	Pd-106	27,33	105,903480
F-18		18,000937	Sc-45	100	44,955908	Se-77	7,63	76,9199142	Pd-107		106,905128
F-19	100	18,99840316	Sc-46		45,955168	Se-78	23,77	77,9173093	Pd-108	26,46	107,903892
F-20		19,99998125	Sc-47		46,952404	Se-79		78,9184993	Pd-109		108,905950
Ne-18		18,005709	Sc-48		47,95222	Se-80	49,61	79,916522	Pd-110	11,72	109,905172
Ne-19		19,0018809	Ti-44		43,959690	Se-81		80,917993	Ag-107	51,839	106,905092
Ne-20	90,48	19,99244018	Ti-46	8,25	45,952628	Se-82	8,73	81,916699	Ag-108		107,905950
Ne-21	0,27	20,9938467	Ti-47	7,44	46,951759	Se-83		82,91912	Ag-109	48,161	108,904755
Ne-22	9,25	21,99138511	Ti-48	73,72	47,947942	Br-79	50,69	78,918338	Ag-110		109,906110
Ne-23		22,9944669	Ti-49	5,41	48,947866	Br-80		79,918530	Ag-111		110,905296
Ne-24		23,993611	Ti-50	5,18	49,944787	Br-81	49,31	80,916290	Ag-112		111,907049
Na-20		20,007354	Ti-51		50,946611	Br-82		81,916803	Ag-113		112,90657
Na-21		20,9976547	V-48		47,952252	Br-83		82,91518	Ag-114		113,90882
Na-22		21,9944374	V-49		48,948512	Br-84		83,91650	Ag-115		114,90877
Na-23	100	22,98976928	V-50	0,250	49,947156	Kr-78	0,355	77,920365	Cd-106	1,25	105,906460
Na-24		23,9909630	V-51	99,750	50,943957	Kr-79		78,92008	Cd-107		106,906612
Na-25		24,989954	V-52		51,944773	Kr-80	2,286	79,916378	Cd-108	0,89	107,904183
Mg-23		22,994124	Cr-49		48,951333	Kr-81		80,916591	Cd-109		108,904987
Mg-24	78,99	23,98504170	Cr-50	4,345	49,946042	Kr-82	11,593	81,913483	Cd-110	12,49	109,903007
Mg-25	10	24,9858370	Cr-51		50,944765	Kr-83	11,500	82,9141272	Cd-111	12,80	110,904183
Mg-26	11,01	25,98259297	Cr-52	83,789	51,940506	Kr-84	56,987	83,91149773	Cd-112	24,13	111,902763
Mg-27		26,9843406	Cr-53	9,501	52,940648	Kr-85		84,912527	Cd-113	12,22	112,904408
Mg-28		27,983877	Cr-54	2,365	53,938879	Kr-86	17,279	85,91061063	Cd-114	28,73	113,903365
Al-24		23,999949	Cr-55		54,940838	Kr-87		86,9133548	Cd-115		114,905438
Al-25		24,990428	Mn-52		51,945564	Rb-85	72,17	84,91178974	Cd-116	7,49	115,904763
Al-26		25,9868919	Mn-53		52,941289	Rb-86		85,9111674	Cd-117		116,907226
Al-27	100	26,9815385	Mn-54		53,940358	Rb-87	27,83	86,90918053	In-113	4,29	112,904062
Al-28		27,9819102	Mn-55	100	54,938044	Rb-88		87,9113156	In-114		113,904918
Al-29		28,980456	Mn-56		55,938904	Sr-84	0,56	83,913419	In-115	95,71	114,903879
Si-27		26,9867048	Fe-53		52,945306	Sr-85		84,912932	In-116		115,905260
Si-28	92,223	27,97692653	Fe-54	5,845	53,939609	Sr-86	9,86	85,909261	In-117		116,90452
Si-29	4,685	28,97649466	Fe-55		54,938292	Sr-87	7	86,908878	Sn-112	0,97	111,904824
Si-30	3,092	29,97377014	Fe-56	91,754	55,934936	Sr-88	82,58	87,905613	Sn-113		112,905176
Si-31		30,9753632	Fe-57	2,119	56,935393	Sr-89		88,907451	Sn-114	0,66	113,902783
Si-32		31,9741515	Fe-58	0,282	57,933274	Sr-90		89,907730	Sn-115	0,34	114,903345
P-28		27,992327	Fe-59		58,934874	Sr-91		90,91020	Sn-116	14,54	115,901743
P-29		28,981801	Co-55		54,941997	Sr-92		91,91104	Sn-117	7,68	116,902954
P-30		29,978314	Co-56		55,939839	Y-88		87,909502	Sn-118	24,22	117,901607
P-31	100	30,97376200	Co-57		56,936291	Y-89	100	88,905840	Sn-119	8,59	118,903311
P-32		31,9739076	Co-58		57,935752	Y-90		89,907144	Sn-120	32,58	119,902202
P-33		32,971726	Co-59	100	58,933194	Y-91		90,907297	Sn-121		120,904243
P-34		33,973646	Co-60		59,933816	Y-92		91,90895	Sn-122	4,63	121,903444
S-31		30,9795570	Co-61		60,932477	Zr-90	51,45	89,904698	Sn-123		122,905725
S-32	94,99	31,97207117	Ni-57		56,939792	Zr-91	11,22	90,905640	Sn-124	5,79	123,905277
S-33	0,75	32,97145891	Ni-58	68,077	57,935342	Zr-92	17,15	91,905035	Sn-125		124,907786
S-34	4,25	33,9678670	Ni-59		58,934346	Zr-93		92,906470	Sb-121	57,21	120,903812



Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$	Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$	Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$	Andel (%)	Massa (u)	Sönderfall $T_{1/2}$
Sb-122		121,905170 β^- 2,724 d	Nd-150	5,638	149,920902 $2\beta^-$ 6,7 Ey	Hf-179	13,62	178,945823	Po-210		209,982874 α 138,4 d
Sb-123	42,79	122,904213	Nd-151		150,923840 β^- 12,44 m	Hf-180	35,08	179,946557	Po-211		210,986654 α 516 ms
Sb-124		123,905935 β^- 60,20 d	Pm-145		144,912756 K 17,7 y	Hf-181		180,949108 β^- 42,39 d	Po-212		211,988868 α 299 ns
Sb-125		124,905253 β^- 2,759 y	Pm-146		145,91470 K 5,53 y	Ta-180		179,947465 K 8,154 h	Po-213		212,992858 α 3,72 μ s
Te-120	0,09	119,90406	Pm-147		146,915145 β^- 2,623 y	Ta-181	99,988	180,947996	Po-214		213,995202 α 164,3 μ s
Te-121		120,90494 β^+ 19,17 d	Pm-148		147,91748 β^- 5,368 d	Ta-182		181,950152 β^- 114,7 d	Po-215		214,999420 α 1,781 ms
Te-122	2,55	121,903043	Pm-149		148,918342 β^- 53,08 h	W-180	0,12	179,946711 α 1,8 Ey	Po-216		216,001915 α 145 ms
Te-123	0,89	122,904270	Sm-144	3,07	143,912006	W-181		180,94820 K 121,2 d	Po-217		217,00632 α 1,514 s
Te-124	4,74	123,902817	Sm-145		144,913417 K 340 d	W-182	26,50	181,948204	Po-218		218,008974 α 3,098 m
Te-125	7,07	124,904430	Sm-146		145,91305 α 68 My	W-183	14,31	182,950223	At-210		209,98715 β^+ 8,1 h
Te-126	18,84	125,903311	Sm-147	14,99	146,914904 α 106,6 Gy	W-184	30,64	183,950931	At-211		210,987497 K 7,214 h
Te-127		126,905226 β^- 9,35 h	Sm-148	11,24	147,914829 α 7 Py	W-185		184,953419 β^- 75,1 d	At-212		211,990738 α 314 ms
Te-128	31,74	127,904461 $2\beta^-$ 2,2 Yy	Sm-149	13,82	148,917192	W-186	28,43	185,954363	At-213		212,99294 α 125 ns
Te-129		128,906596 β^- 69,6 m	Sm-150	7,38	149,917283	W-187		186,957159 β^- 24 h	At-214		213,99637 α 558 ns
Te-130	34,08	129,906223 $2\beta^-$ 790 Ey	Sm-151		150,919940 β^- 90 y	Re-185	37,40	184,952954	At-215		214,99865 α 100 μ s
Te-131		130,908522 β^- 25 m	Sm-152	26,75	151,919740	Re-186		185,954986 β^- 3,718 d	At-216		216,00242 α 300 μ s
I-124		123,906209 β^+ 4,176 d	Sm-153		152,922105 β^- 46,28 h	Re-187	62,60	186,955750 β^- 43,3 Gy	At-217		217,00472 α 32,3 ms
I-125		124,904629 K 59,41 d	Sm-154	22,75	153,922217	Re-188		187,958112 β^- 17 h	Rn-211		210,99060 β^+ 14,6 h
I-126		125,90562 β^+ 12,93 d	Sm-155		154,924648 β^- 22,3 m	Re-189		188,95923 β^- 24,3 h	Rn-219		219,009480 α 3,96 s
I-127	100	126,90447	Eu-151	47,81	150,919858	Os-184	0,02	183,952489	Rn-220		220,011394 α 55,6 s
I-128		127,90581 β^- 24,99 m	Eu-152		151,921752 β^+ 13,54 y	Os-185		184,954042 K 92,95 d	Rn-221		221,01554 β^- 25,7 m
I-129		128,90498 β^- 15,7 My	Eu-153	52,19	152,921238	Os-186	1,59	185,953835 α 2 Py	Rn-222		222,017578 α 3,824 d
I-130		129,90667 β^- 12,36 h	Eu-154		153,922987 β^- 8,601 y	Os-187	1,96	186,955747	Fr-221		221,01426 α 4,777 m
I-131		130,906126 β^- 8,025 d	Eu-155		154,922901 β^- 4,753 y	Os-188	13,24	187,955835	Fr-223		223,019736 β^- 22 m
Xe-124	0,0952	123,905892	Eu-156		155,92476 β^- 15,19 d	Os-189	16,15	188,958144	Ra-223		223,018502 α 11,43 d
Xe-125		124,906394 β^+ 16,9 h	Gd-152	0,20	151,919799 α 108 Ty	Os-190	26,26	189,958444	Ra-224		224,020212 α 3,66 d
Xe-126	0,0890	125,90430	Gd-153		152,921758 K 240,4 d	Os-191		190,960926 β^- 14,99 d	Ra-225		225,023612 β^- 14,9 d
Xe-127		126,90518 K 36,35 d	Gd-154	2,18	153,920874	Os-192	40,78	191,961477	Ra-226		226,025410 α 1,600 ky
Xe-128	1,9102	127,903531	Gd-155	14,80	154,922630	Os-193		192,964148 β^- 29,83 h	Ra-228		228,031071 β^- 5,75 y
Xe-129	26,401	128,904781	Gd-156	20,47	155,922131	Ir-191	37,3	190,960589	Ac-225		225,02323 α 9,920 d
Xe-130	4,0710	129,903509	Gd-157	15,65	156,923969	Ir-192		191,962600 β^- 73,83 d	Ac-227		227,027752 β^- 21,77 y
Xe-131	21,232	130,905084	Gd-158	24,84	157,924112	Ir-193	62,7	192,962922	Ac-228		228,031022 β^- 6,15 h
Xe-132	26,909	131,904155	Gd-159		158,926397 β^- 18,48 h	Ir-194		193,965074 β^- 19,28 h	Th-227		227,027704 α 18,68 d
Xe-133		132,905911 β^- 5,247 d	Gd-160	21,86	159,927062	Pt-190	0,012	189,95993 α 650 Gy	Th-228		228,028741 α 1,912 y
Xe-134	10,436	133,905395	Tb-157		156,924033 K 71 y	Pt-192	0,782	191,961039	Th-229		229,031763 β^- 7,932 ky
Xe-135		134,90723 β^- 9,14 h	Tb-158		157,925421 β^+ 180 y	Pt-193		192,962982 K 50 y	Th-230		230,033134 α 75,4 ky
Xe-136	8,8573	135,907214	Tb-159	100	158,925355	Pt-194	32,86	193,962681	Th-231		231,036305 β^- 25,52 h
Xe-137		136,911558 β^- 3,818 m	Tb-160		159,927176 β^- 72,3 d	Pt-195	33,78	194,964792	Th-232	100	232,038056 α 14 Gy
Cs-131		130,90546 K 9,689 d	Tb-161		160,927578 β^- 6,89 d	Pt-196	25,21	195,964952	Th-233		233,041582 β^- 21,83 m
Cs-132		131,906434 β^+ 6,480 d	Dy-156	0,056	155,924285	Pt-197		196,967341 β^- 19,89 h	Th-234		234,04360 β^- 24,10 d
Cs-133	100	132,905452	Dy-157		156,92547 β^+ 8,14 h	Pt-198	7,36	197,967895	Pa-231		231,035884 α 32,76 ky
Cs-134		133,906719 β^- 2,065 y	Dy-158	0,095	157,924416	Pt-199		198,970595 β^- 30,80 m	Pa-232		232,03859 β^- 1,32 d
Cs-135		134,905977 β^- 2,3 My	Dy-159		158,925747 K 144,4 d	Au-195		194,965035 K 186,1 d	Pa-233		233,040247 β^- 26,98 d
Cs-136		135,907311 β^- 13,16 d	Dy-160	2,329	159,925205	Au-196		195,966570 β^+ 6,167 d	Pa-234		234,04331 β^- 6,70 h
Cs-137		136,907089 β^- 30,08 y	Dy-161	18,889	160,926940	Au-197	100	196,966569	U-233		233,039636 α 159,2 ky
Cs-138		137,91102 β^- 33,41 m	Dy-162	25,475	161,926806	Au-198		197,968242 β^- 2,695 d	U-234	5,4e-3	234,040952 α 245,5 ky
Ba-130	0,106	129,906321	Dy-163	24,896	162,928738	Au-199		198,968765 β^- 3,139 d	U-235	0,7204	235,043930 α 704 My
Ba-131		130,906941 β^+ 11,52 d	Dy-164	28,260	163,929182	Hg-196	0,15	195,965833	U-236		236,045568 α 23,42 My
Ba-132	0,101	131,905061	Dy-165		164,931710 β^- 2,334 h	Hg-197		196,96721 K 64,94 h	U-237		237,048730 β^- 6,752 d
Ba-133		132,906007 K 10,55 y	Dy-166		165,932814 β^- 81,6 h	Hg-198	9,97	197,966769	U-238	99,274	238,050788 α 4,468 Gy
Ba-134	2,417	133,904508	Ho-165	100	164,930329	Hg-199	16,87	198,968281	U-239		239,054293 β^- 23,45 m
Ba-135	6,592	134,905688	Ho-166		165,932291 β^- 26,82 h	Hg-200	23,10	199,968327	U-240		240,05659 β^- 14,1 h
Ba-136	7,854	135,904576	Ho-167		166,93314 β^- 3,1 h	Hg-201	13,18	200,970303	Np-235		235,044063 K 396,1 d
Ba-137	11,232	136,905827	Er-162	0,139	161,928788	Hg-202	29,86	201,970643	Np-236		236,0466 K 153 ky
Ba-138	71,698	137,905247	Er-163		162,93004 β^+ 75 m	Hg-203		202,972873 β^- 46,59 d	Np-237		237,048174 α 2,144 My
Ba-139		138,908841 β^- 83,25 m	Er-164	1,601	163,929209	Hg-204	6,87	203,973494	Np-238		238,050947 β^- 2,117 d
Ba-140		139,91061 β^- 12,75 d	Er-165		164,930734 K 10,36 h	Hg-205		204,97607 β^- 5,14 m	Np-239		239,052939 β^- 2,356 d
La-138	0,0888	137,90711 β^+ 102 Gy	Er-166	33,503	165,930300	Tl-202		201,97210 K 12,31 d	Pu-238		238,049560 α 87,7 y
La-139	99,911	138,906356	Er-167	22,869	166,932055	Tl-203	29,52	202,972345	Pu-239		239,052164 α 24,11 ky
La-140		139,909481 β^- 40,28 h	Er-168	26,978	167,932377	Tl-204		203,973864 β^- 3,783 y	Pu-240		240,053814 α 6,561 ky
La-141		140,91097 β^- 3,92 h	Er-169		168,934597 β^- 9,392 d	Tl-205	70,48	204,974428	Pu-241		241,056852 β^- 14,29 y
La-142		141,91409 β^- 91,1 m	Er-170	14,910	169,935470	Tl-206		205,976111 β^- 4,202 m	Pu-242		242,058743 α 375 ky
Ce-136	0,185	135,907129	Er-171		170,938036 β^- 7,516 h	Tl-207		206,97742 β^- 4,77 m	Pu-243		243,06200 β^- 4,956 h
Ce-137		136,907762 β^+ 9 h	Tm-169	100	168,934218	Tl-208		207,982019 β^- 3,053 m	Pu-244		244,06421 α 80 My
Ce-138	0,251	137,90599	Tm-170		169,935806 β^- 128,6 d	Tl-210		209,99007 β^- 1,30 m	Am-242		242,059549 β^- 16,02 h
Ce-139		138,90666 K 137,6 d	Yb-168	0,123	167,933890	Pb-204	1,4	203,973044	Am-243		243,061381 α 7,37 ky
Ce-140	88,450	139,905443	Yb-169		168,935183 K 32,02 d	Pb-205		204,974482 K 17,3 My	Cm-246		246,067224 α 4,706 ky
Ce-141		140,908281 β^- 32,51 d	Yb-170	2,982	169,934766	Pb-206	24,1	205,974466	Cm-247		247,07035 α 15,6 My
Ce-142	11,114	141,909250	Yb-171	14,09	170,936330	Pb-207	22,1	206,975897	Bk-246		246,0687 β^+ 1,80 d
Ce-143		142,912392 β^- 33,04 h	Yb-172	21,68	171,936386	Pb-208	52,4	207,976652	Bk-247		247,07031 α 1,38 ky
Ce-144		143,91365 β^- 284,9 d	Yb-173	16,103	172,938215	Pb-209		208,981090 β^- 3,253 h	Cf-251		251,07959 α 900 y
Ce-145		144,9173 β^- 3,01 m	Yb-174	32,026	173,938866	Pb-210		209,984189 β^- 22,20 y	Es-252		252,0830 α 471,7 d
Pr-141	100	140,907658	Yb-175		174,941281 β^- 4,185 d	Pb-211		210,988737 β^- 36,1 m	Fm-257		257,09511 α 100,5 d
Pr-142		141,910050 β^- 19,12 h	Yb-176	12,996	175,942576	Pb-212		211,991898 β^- 10,64 h	Md-258		258,09843 α 51,5 d