

Eksamen Fysikk/kjemi

Fag:IRF13013 Fysikk/kjemi

Faglærere: Per Erik Skogh Nilsen
;
Øystein Holje

Dato: 28.mai 2013	Tid: 0900 – 1300
Antall oppgavesider: 4	Sider med formler:10
Andre hjelpemidler: Kalkulator med tomt minne. Enhver formelsamling i matematikk.	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig. Besvarelsen skal som helhet besvares på egne ark	

Sensurfrist 18.6.13

Alle deloppgaver(små bokstaver) har lik vekt i hver del.

Del I (50%)

Del I, oppgave 1

Hastigheten til en partikkel varierer kvadratisk med tiden etter formelen

$$v(t) = \left(-\frac{1}{2} \cdot t^2 + \frac{1}{3} \cdot t\right) \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (t \text{ er antall sekunder})$$

Bevegelsen starter i origo ved $t = 0$ s.

- Hva blir akselerasjonen og den tilbakelagte veilengden som funksjon av tiden?
- Bestem den største hastigheten.

Del I, oppgave 2

En flaggermus flyr rundt i en hule. Den orienterer seg ved å sende ut korte signaler med høy frekvens flere ganger hvert sekund.

Den flyr med $86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ rett mot en vegg (som er i ro) og sender ut et signal på 30kHz .

Lydfarten er $c_{\text{lyd}} = 344 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Hvilken frekvens har det reflekterte signalet fra veggen?
- Hvilken frekvens har det reflekterte signalet når det fanges opp av flaggermusen?

Del I, oppgave 3

0,300 mol av en to-atomig gass trekkes sammen ved konstant trykk.

Den starter med volumet 3000 cm^3 og temperaturen 150°C og den avgir varmen

$1,00 \text{ kJ}$. Oppgitt $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$.

- Hva blir den nye temperaturen i gassen?
- Hvor mye arbeid er gjort på gassen?

Del I, oppgave 4

En pendel består av en snor (lengde $l = 6,00$ m) og en kule (masse $m = 1,0$ kg).

Snora er festet i taket i Smia med kula i den andre enden.

Pendelen svinger fram og tilbake med små utslag og kan regnes som en matematisk pendel. Bevegelsen starter i ro i ytterstilling med $\theta_0 = 0,300$ rad

- Bestem vinkelfarten og lineærfarten (tangentialfarten) til massen i likevektsstilling.
- Hvor stort er snordraget da?

Del I, oppgave 5

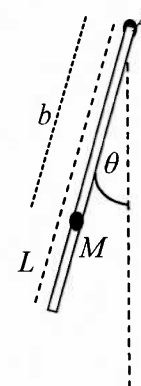
En tynn stav med lengde L og masse M kan rotere friksjonsfritt om en akse A i øverste endepunkt. På staven er det festet et lite lodd også med masse M i en avstand b fra aksen ($0 \leq b \leq L$).

Posisjonen til massesenteret til systemet er gitt ved $x_{CM} = \frac{1}{4}L + \frac{1}{2}b$

Treghetsmomentet til systemet om A er gitt ved $I_A = \frac{1}{3}ML^2 + Mb^2$

Ved små svingninger vil systemet følge likningen

$$\otimes \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{3L+6b}{2L^2+6b^2} \cdot g \cdot \theta = 0$$



- Vis hvordan en modellering av systemet som en fysisk pendel (se formelark) gir \otimes .
- Utlede \otimes ved å bruke kraftmomentsetningen eller energimetoden.
- Perioden er 1,532 s og $L = 1,000$ m.
Bestem hvor loddet er plassert da (til 3 gjeldende sifre).

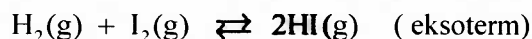
Del II (50%)

Oppgave 1

- a) Sett kjemisk navn på disse uorganiske forbindelsene:
 AlCl_3 , N_2O_3 , BaSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- b) Tegn strukturformel for disse organiske stoffene:
3-metylpentan, 1,3-butadien, 2-butanon, 4-brom-4-metyl-1-pentyn
- c) 75.0 cm^3 0.200M NaOH blandes med 0.150M HCl løsning til løsningen blir nøytral. Hva blir volumet av saltsyra?
- d) Na og H_2O reagerer etter reaksjonslikningen
 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
1) Balanser likningen.
2) Hvor mange gram H_2 blir dannet samtidig med 120 g NaOH?

Oppgave 2

Vi har følgende reaksjon mellom hydrogen og fluor:



- a) Vil likevektsskonsentrasjonen av HI øke, minke eller være uforandret når:
- 1) I_2 tilsettes
 - 2) H_2 fjernes
 - 3) temperatur øker
 - 4) trykket avtar

Begrunn svarene kort.

- b) Vi har en blanding med følgende konsentrasjoner:

$$\text{H}_2(\text{g}) = 0.10 \text{ M}, \quad \text{I}_2(\text{g}) = 0.20 \text{ M}, \quad \text{HI}(\text{g}) = 0.40 \text{ M}$$

Ved 700 K er likevektskonstanten $K_c = 57$.

Har reaksjonen nådd likevekt? Hvis ikke, i hvilken retning vil reaksjonen fortsette? Begrunn svarene.

- c) Vi blander 100 mol H_2 (g) og 1.00 mol I_2 (g) i en beholder på 10.0 liter ved 700 K. Hva er konsentrasjonene av H_2 (g), I_2 (g) og HI (g) ved likevekt?
- d) Hva er partialtrykket til H_2 (g) når reaksjonen i c) har nådd likevekt og hva er totaltrykket?

Oppgitt $R = 0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Oppgave 3

Vi har denne cella: $\text{Mn} | \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) 1.0\text{M} || \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) 1.0\text{M} | \text{Fe}$

1. Oppgi hva som er anode, katode, positiv pol og negativ pol.
2. Skriv totalreaksjon for cella
3. Regn ut standard potensial for cella.

Formelark - fysikk

Rettlinjet bevegelse ved konstant akselerasjon

$$v = v_0 + at \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t \quad 2as = v^2 - v_0^2$$

Rettlinjet bevegelse generelt

$$v(t) = \frac{d}{dt} x(t) = \dot{x} \quad a(t) = \dot{v} = \frac{d}{dt} v(t) = \ddot{x} = \frac{d^2}{dt^2} x(t)$$

$$x(t) - x(t_0) = \int_{t_0}^t v(t) dt \quad v(t) - v(t_0) = \int_{t_0}^t a(t) dt$$

Sirkelbevegelse

$$a_s = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad F_s = ma_s$$

Rotasjonsbevegelse ved konstant akselerasjon

$$\omega = \omega_0 + at \quad \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \theta = \frac{\omega_0 + \omega}{2} \cdot t \quad 2\alpha\theta = \omega^2 - \omega_0^2$$

Rotasjonsbevegelse generelt

$$\omega(t) = \frac{d}{dt} \theta(t) = \dot{\theta} \quad \alpha(t) = \dot{\omega} = \frac{d}{dt} \omega(t) = \ddot{\theta} = \frac{d^2}{dt^2} \theta(t)$$

$$\theta(t) - \theta(t_0) = \int_{t_0}^t \omega(t) dt \quad \omega(t) - \omega(t_0) = \int_{t_0}^t \alpha(t) dt$$

Sammensatt bevegelse

$$\text{Betingelse for ren rulling } v_{CM} = \omega \cdot R \quad a_{cm} = \alpha \cdot R$$

$$v_{\tan} = \omega R \quad a_{\tan} = \alpha R \quad a_{rad} = a_s = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad a = \sqrt{a_{\tan}^2 + a_{rad}^2}$$

Vektorer og prosjektilbevegelse

Sammenheng mellom størrelse, retning og komponenter på en vektor

$$A_x = A \cdot \cos \theta \quad A_y = A \cdot \sin \theta \quad A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{A_y}{A_x}\right)$$

Bevegelseslikninger for prosjektilbevegelse uten luftmotstand

$$v = v_0 + at \Rightarrow v_x = v_{0x} \quad \text{og} \quad v_y = v_{0y} - gt$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow x = v_{0x} t \quad y = v_{0y} t - \frac{1}{2} gt^2$$

Hvis nedslag er i samme høyde som utkast

$$\text{Tid for å nå toppen: } t_{\text{topp}} = \frac{v_0 \cos \theta}{g}$$

$$\text{Maksimal høyde: } H = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{g}$$

$$\text{Tid for å nå samme høyde på nytt: } t_{\text{bunn}} = \frac{2v_0 \cos \theta}{g}$$

$$\text{Maksimal rekkevidde: } R = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin(2\theta)$$

Relativitetsteori

$$\text{Tidsdilatasjon } t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma \cdot t_0 \quad c \approx 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Relativ bevegelse med bølger

Doppler – effekt i lydbølger

$$\text{observert frekvens} = \frac{\text{observert bølgefart}}{\text{observert bølgelenge}} \Rightarrow f_L = \frac{c + v_L}{c + v_S} \cdot f_S \quad \text{lytter} \xrightarrow{+} \text{sender}$$

Bruk av krefter

$$\text{Newtons 1.lov (N1): } \vec{v} = \vec{0} \Rightarrow \sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\text{Newtons 2.lov (N2): } \sum \vec{F} = M\vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{M}$$

$$\text{Newtons 3.lov (N3): } \vec{F} = -\vec{F}'$$

M er samlet masse.

Dekomponering av tyngdekraften på et legeme på skrått plan

$$G_x = mg \sin \theta, G_y = mg \cos \theta$$

Modellering av friksjon

$$\text{Glidefriksjon } f_{Rk} = \mu_k N$$

$$\text{Statisk friksjon } f_{Rs} = F$$

$$\text{Maksimal statisk friksjon } f_{Rs}^{\text{maks}} = \mu_s N$$

$$\text{Rullefriksjon } f_{Rr} = \mu_r N$$

μ er ulike friksjonstall, f_R er ulike typer friksjon, N er normalkraft

Modellere luftmotstand

$$\text{Modell 1: } ma = kv - mg \Rightarrow v_t = \frac{k \cdot g}{m} \quad v_t \text{ er terminalfarten, } k \text{ er en konstant}$$

$$\text{Modell 2: } ma = Dv^2 - mg \Rightarrow v_t = \sqrt{\frac{D \cdot g}{m}} \quad D \text{ er en konstant}$$

Tyngdepunkt

$$x_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \quad y_{cm} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \quad z_{cm} = \frac{m_1 z_1 + m_2 z_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$$

Trehetsmoment

Trehetsmoment for massepunkt:

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Trehetsmoment kontinuerlig

fordelt masse:

$$I = \int r^2 dm$$

$$[I] = \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Steiners setning

$$I_A = I_{CM} + Md^2$$

d er avstanden mellom A og CM

Kraftmoment

Kraftmoment som vektor $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

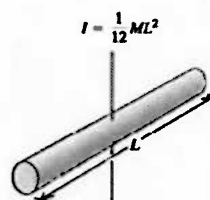
Størrelse av kraftmoment $\tau = r \cdot F \cdot \sin \theta = \text{kraft} \cdot \text{arm}$

$$[\tau] = \text{Nm}$$

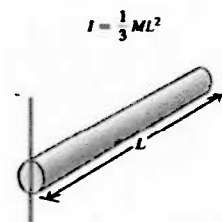
Kraftmomentsetningen

Som vektorer $\sum \vec{\tau} = I \vec{\alpha}$

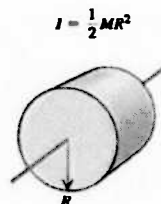
Som størrelse $\sum \tau = I \alpha$



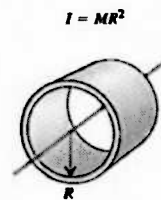
tynn homogen stang
akse gjennom midten



tynn homogen stang
akse ved ene enden



homogen sylinder
akse gjennom sentrum



homogent sylinder skall
akse gjennom sentrum



homogen kule
akse gjennom sentrum



homogent kuleskall
akse gjennom sentrum

Energi

Kinetisk energi ved rotasjon $K_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$

Kinetisk energi ved translasjon $K_{trans} = \frac{1}{2} m v^2$

Total kinetisk energi: $K = \frac{1}{2} m v_{cm}^2 + \frac{1}{2} I_{cm} \omega^2$

Arbeid ved konstant kraft $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \theta$

Arbeid ved variabel kraft $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$

Arbeid-kinetisk energisetningen $W = \Delta K$

Potensiell energi i tyngdefelt $U_{tyngde} = mgh$

Potensiell energi for fjær $U_{fjær} = \frac{1}{2} kx^2$

Total mekanisk energi $E_{tot} = U + K$

Bevaring av mekanisk energi $(U + K)_1 = (U + K)_2$

Bevaring av mekanisk energi $\frac{dE_{tot}}{dt} = 0$

Bevaring av energi $(U + K)_1 + W_{andre} = (U + K)_2$

Bevegelsesmengde, spinn og støt

Bevegelsesmengde $\vec{p} = m\vec{v}$

Generell form av Newtons 2.lov $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

Impulslov $\vec{F} \cdot t = \vec{p}_{etter} - \vec{p}_{før}$

Spinn (angulærmoment) $\vec{L}_{partikkel} = \vec{r} \times \vec{p}$ $L_{partikkel} = r m v \cdot \sin \theta$ $\vec{L}_{stivtlegeme} = I \vec{\omega}$

Spinnsetning $\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

Svingninger - SHM

Generell svingeligning $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$ ($\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2\theta = 0$)

Løsning av generell svingeligning $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ ($\theta = A\cos(\omega t + \varphi)$)

Parametere i løsning av generell svingeligning:

Vinkelfrekvens ω [ω] = $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Amplitude $A = \sqrt{x(0)^2 + \frac{v(0)^2}{\omega^2}}$ [A] = m

Fasekonstant $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{-v(0)}{\omega \cdot x(0)}\right)$ når $x(0) \neq 0$, $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ når $x(0) = 0$

Andre relevante parametere Frekvens $f = \frac{\omega}{2\pi}$ Periode $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Kloss – fjær $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$ $k = \text{fjærkonstant}, m = \text{masse}$

Matematisk pendel $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\theta = 0$ $g = \text{tyngdeakselerasjonen}, l = \text{lengde snor}$

Torsjonspendel $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{\kappa}{I}\theta = 0$ $\kappa = \text{torsjonskonstanten}, I = \text{treghetsmoment}$

Fysisk pendel $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mgd}{I}\theta = 0$ $d = \text{avstand akse - tyngdepunkt}, I = \text{treghetsmoment}$

Termodynamikk

Tilstandslikning for idealgass: $pV = nRT$ og $pV = NkT$

p er trykk i Pascal

V er volum i m^3

T er temperatur i Kelvin ($0^\circ\text{C} = 273\text{ K}$)

n er antall mol

N er antall

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ Avogadros tall

$N = n \cdot N_A$

$R \approx 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ den molare gasskonstanten (ikke bland sammen med verdi på s. viii)

$k \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$ er Boltzmanns konstant

$c_p = \frac{7}{2} R$ varmekapasitet for en toatomær gass ved konstant trykk

$c_v = \frac{5}{2} R$ varmekapasitet for en toatomær gass ved konstant volum

$c_p = c_v + R$

$Q = c \cdot \Delta T$ definisjon varmekapasitet

$W_{\text{system}} = -p\Delta V$ arbeid på gassen fra omgivelsene ved konstant trykk

ΔU = Endring av indre energi

$\Delta U = Q + W$ Termodynamikkens første lov

Formelark – kjemi

Konstanter

Avogadros konstant: $N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, Atommasseenhet: $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Molvolumet av en gass: $V_m = \begin{cases} 22.4 \text{ L / mol ved } 0 \text{ }^\circ\text{C og } 1 \text{ atm} \\ 24.5 \text{ L / mol ved } 25 \text{ }^\circ\text{C og } 1 \text{ atm} \end{cases}$

Vannets ioneprodukt $K_w = 1.0 \cdot 10^{-14} (\text{mol / L})^2$ ved $25 \text{ }^\circ\text{C}$

Gasskonstanten: $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

Formler

Sammenhengen mellom masse (m), stoffmengde (n) og molarmasse (M_m) er gitt slik:

$$\text{molar masse} = \frac{\text{masse}}{\text{stoffmengde}} \quad \text{eller} \quad M_m = \frac{m}{n}, \quad m = M_m \cdot n \quad \text{og} \quad n = \frac{m}{M_m}$$

Sammenhengen mellom konsentrasjon (c), stoffmengde (n) og volum (V) er gitt slik:

$$\text{konsentrasjon} = \frac{\text{stoffmengde}}{\text{volum}} \quad \text{eller} \quad c = \frac{n}{V}, \quad n = c \cdot V \quad \text{og} \quad V = \frac{n}{c}$$

Tilstandsligningen for en ideell gass: $pV = nRT$

Sammenhengen mellom likevektkonstantene K_p og K_c er gitt slik:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}, \quad \Delta n = \sum \text{coeff}(\text{produkt}) - \sum \text{coeff}(\text{reaktant})$$

For et syre-base par gjelder: $K_a \cdot K_b = K_w$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14, \quad \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+], \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Noen sammensatte ioner, navn og formel:

Navn	Formel	Navn	Formel
acetat	CH_3COO^-	klorat	ClO_3^-
ammonium	NH_4^+	kloritt	ClO_2^-
borat	BO_3^{3-}	nitrat	NO_3^-
fosfat	PO_4^{3-}	nitritt	NO_2^-
fosfitt	PO_3^{3-}	perklorat	ClO_4^-
hypokloritt	ClO^-	sulfat	SO_4^{2-}
karbonat	CO_3^{2-}	sulfitt	SO_3^{2-}

Standard reduksjonspotensial for utvalgte stoffer ved 25 °C i vann

oksidert form	+ n e⁻	→ redusert form	E⁰ i V
F ₂	+ 2e ⁻	→ 2F ⁻	2.87
Au ³⁺	+ 3e ⁻	→ Au	1.50
Au ³⁺	+ 2e ⁻	→ Au ⁺	1.40
Ag ⁺	+ e ⁻	→ Ag	0.80
Fe ³⁺	+ e ⁻	→ Fe ²⁺	0.77
Cu ⁺	+ e ⁻	→ Cu	0.16
Cu ²⁺	+ 2e ⁻	→ Cu	0.34
Sn ⁴⁺	+ 2e ⁻	→ Sn ²⁺	0.15
2H ⁺	+ 2e ⁻	→ H ₂	0.00
Fe ³⁺	+ 3e ⁻	→ Fe	-0.04
Pb ²⁺	+ 2e ⁻	→ Pb	-0.13
Sn ³⁺	+ 2e ⁻	→ Sn	-0.14
Ni ²⁺	+ 2e ⁻	→ Ni	-0.26
Co ²⁺	+ 2e ⁻	→ Co	-0.28
Cd ²⁺	+ 2e ⁻	→ Cd	-0.40
Fe ³⁺	+ 2e ⁻	→ Fe	-0.45
Cr ³⁺	+ 3e ⁻	→ Cr	-0.74
Zn ²⁺	+ 2e ⁻	→ Zn	-0.76
Mn ²⁺	+ 2e ⁻	→ Mn	-1.19
Al ³⁺	+ 3e ⁻	→ Al	-1.66
Mg ²⁺	+ 3e ⁻	→ Mg	-2.37
Na ⁺	+ e ⁻	→ Na	-2.71
Ca ²⁺	+ 2e ⁻	→ Ca	-2.87
Ba ²⁺	+ 2e ⁻	→ Ba	-2.91
K ⁺	+ e ⁻	→ K	-2.93
Li ⁺	+ e ⁻	→ Li	-3.04

Tabeller og formler i kjemi
REA 3012 (versjon 160409)

Grunnstoffenes periodesystem med elektronfordeling

Gruppe 1		Gruppe 2		Forklaring										Gruppe 13	Gruppe 14	Gruppe 15	Gruppe 16	Gruppe 17	Gruppe 18	
1 1,01 H 1 Hydrogen																				2 4,0 He 2 Helium
3 6,94 Li Lithium	4 9,01 Be Beryllium														5 10,8 B Bor	6 12,0 C Karbon	7 14,0 N Nitrogen	8 16,0 O Oksygen	9 19,0 F Fluor	10 20,2 Ne Neon
11 22,99 Na Natrium	12 24,3 Mg Magnesium														13 27,0 Al Aluminium	14 28,1 Si Silisium	15 31,0 P Fosfor	16 32,1 S Svovel	17 35,5 Cl Klor	18 39,9 Ar Argon
19 39,1 K Kalium	20 40,1 Ca Kalsium	21 45 Sc Scandium	22 47,9 Ti Titan	23 50,9 V Vanadium	24 52,0 Cr Krom	25 54,9 Mn Mangan	26 55,8 Fe Jern	27 58,9 Co Kobolt	28 58,7 Ni Nikkel	29 63,5 Cu Kobber	30 65,4 Zn Sink	31 69,7 Ga Gallium	32 72,6 Ge Germanium	33 74,9 As Arsen	34 79,0 Se Selen	35 79,9 Br Brom	36 83,8 Kr Krypton			
37 85,5 Rb Rubidium	38 87,6 Sr Strontium	39 88,9 Y Yttrium	40 91,2 Zr Zirkonium	41 92,9 Nb Niob	42 95,9 Mo Molybden	43 99 Tc Technetium	44 102,9 Ru Ruthenium	45 102,9 Rh Rhodium	46 106,4 Pd Palladium	47 107,9 Ag Sølv	48 112,4 Cd Kadmium	49 114,8 In Indium	50 118,7 Sn Tinn	51 121,8 Sb Antimon	52 127,6 Te Tellur	53 126,9 I Jod	54 131,3 Xe Xenon			
55 132,9 Cs Cesium	56 137,3 Ba Barium	57 138,9 La Lantan*	72 178,5 Hf Hafnium	73 180,9 Ta Tantal	74 183,9 W Wolfram	75 186,2 Re Rhenium	76 190,2 Os Osmium	77 192,2 Ir Iridium	78 195,1 Pt Platina	79 197,0 Au Gull	80 200,6 Hg Kvikksølv	81 204,4 Tl Thallium	82 207,2 Pb Bly	83 209,0 Bi Vismut	84 (210) Po Polonium	85 (210) At Astat	86 (222) Rn Radon			
87 (223) Fr Francium	88 (226) Rd Radium	89 (227) Ac Actinium**	104 (261) Rf Rutherfordium	105 (262) Db Dubnium	106 (263) Sb Seaborgium	107 (262) Bh Bohrium	108 (265) Hs Hassium	109 (266) Mt Meitnerium												
			57 138,9 La Lantan	58 140,1 Ce Cesium	59 140,9 Pr Prasmodium	60 144,2 Nd Neodym	61 (147) Pm Promethium	62 150,5 Sm Samarium	63 152 Eu Europium	64 157,3 Gd Gadolinium	65 158,9 Tb Terbium	66 162,5 Dy Dysprosium	67 164,9 Ho Holmium	68 167,3 Er Erbium	69 168,9 Tm Thulium	70 173,0 Yb Ytterbium	71 175,0 Lu Lutetium			
			89 (227) Ac Actinium	90 232,0 Th Thorium	91 231,0 Pa Protactinium	92 238,0 U Uran	93 (237) Np Neptunium	94 (242) Pu Plutonium	95 (243) Am Americium	96 (247) Cm Curium	97 (247) Bk Berkelium	98 (249) Cf Californium	99 (254) Es Einsteinium	100 (253) Fm Fermium	101 (256) Md Mendelevium	102 (254) No Nobelium	103 (257) Lr Lawrencium			