

Utsatt og ny eksamen i Fysikk/kjemi

**Emne: IRF13013**

Kl. 0900:1300

**4. januar 2016**

Antall oppgavesider **5**

Antall sider med formler **9**  
Periodisk system

**Tillatte hjelpemidler:**

Godkjent kalkulator og enhver matematisk formelsamling.

Alle deloppgaver tillegges lik vekt.  
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig.  
Alle oppgaver skal i helhet besvares på egne ark.

**Sensurfrist:** 25.januar 2016

<b>Faglærere</b>	<b>Telefon</b>
Annette Veberg Dahl	
Øystein Holje	
Per Erik Skogh Nilsen	

## Fysikk

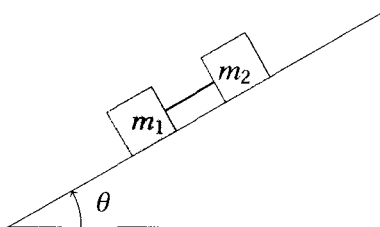
### Oppgave 1

Vi regner ubenevnt i hele oppgaven - alle avstander er i meter og tider i sekunder.  
En partikkel starter i ro i origo og beveger seg fra starten mot høyre på  $x$ -aksen.  
Akselerasjonen er gitt ved  $a(t) = 10 - 2t$ .

- Bestem hastigheten etter ett sekund.
- Ved hvilket tidspunkt vil partikkelen snu og vende tilbake?
- Hvilken banelengde har partikkelen tilbakelagt etter 20,0 s og hvor er den da?

### Oppgave 2

To klosser som er forbundet med en snor, sklir nedover et skråplan med helningsvinkel  $\theta$ , se figuren.



Begge klossene har samme masse  $m$  ( $m_1 = m_2 = m$ ), men har ulike friksjonstall med skråplanet.

Den øverste har  $\mu_2$  og den nederste har  $\mu_1$ .

Klossene glir nedover med stram snor. Snora har svært liten masse.

- Hva kan da være tilfelle: **(i)**  $\mu_1 > \mu_2$  eller **(ii)**  $\mu_1 < \mu_2$ . Forklar.
- Tegn kreftene på klossene og snora når klossene akselererer nedover.  
Oppgi hva hver kraft virker fra og hva den virker på.  
Tegn også inn motkraften til hver kraft på egen figur.
- Vis at akselerasjonen og snordraget i (b) blir  

$$a = (\sin\theta - \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2) \cos\theta) \cdot g \quad \text{og} \quad S = \frac{1}{2}(\mu_2 - \mu_1)mg \cos\theta.$$
- Friksjonstallene er så 0,35 og 0,15 og klossene glir med konstant fart.  
Bestem helningsvinkelen til skråplanet.

### Oppgave 3

En homogen blykule har tetthet  $0,01134 \text{ g/cm}^3$  og radius  $2,7 \text{ cm}$ .

Den er festet på midten av en rett og homogen stang med masse  $2,0 \text{ kg}$  og lengde  $0,80 \text{ m}$ .

Kula anses som et massepunkt ift. stanga. Stanga er festet til en rotasjonsakse i ene enden og henger først i ro helt rett ned.

- (a) Hva er massen til kula i kg?
- (b) Hva er avstanden fra rotasjonsaksen til tyngdepunktet for systemet stang + blykule?

Systemet blir så satt i små svingninger ved at stanga dras ut til  $5,0^\circ$  og slippes.

- (c) Bestem perioden i disse svingningene til nærmeste hundredel.  
Begrunn med regning hvorfor det er greit å regne kula som et massepunkt.

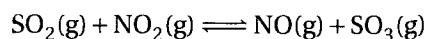
## Kjemi

### Oppgave 4

- (a) Angi manglende navn eller formel
  - (i)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
  - (ii)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
  - (iii)  $\text{N}_2\text{O}_3$
  - (iv) Bariumklorid
  - (v) Tinn(II)oksid
  - (vi) Sølvnitrat
- (b) Vi har følgende reaksjon mellom kobber og salpetersyre:  
$$3\text{Cu}(\text{s}) + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
  - (i) Hvor mange mol  $\text{NO}(\text{g})$  blir dannet fra  $0,270 \text{ mol Cu}(\text{s})$ ?
  - (ii) Hvor mange mL  $6,00\text{M HNO}_3$  trengs for fullstendig reaksjon med  $50,0 \text{ g Cu}(\text{s})$ ?
- (c)
  - (i)  $25,0 \text{ mL}$  av en  $0,500 \text{ M}$  saltsyreløsning ( $\text{HCl}$ ) fortynnes til  $350,0 \text{ mL}$ .  
Beregn molaritet ( $\text{M}$ ) av den fortynnede løsningen.
  - (ii) Hvor mange gram  $\text{NaCl}$  trengs for å lage  $150,0 \text{ mL}$   $0,2500\text{M NaCl}$ -løsning?

## Oppgave 5

Vi har følgende likevektsreaksjon mellom svoveldioksid og nitrogendioksid i en lukket beholder:



Ved 460°C er  $K_C = 85,0$

(a) En blanding av disse gassene har følgende konsentrasjoner:

$$[\text{SO}_2] = 0,010 \text{ M} \quad [\text{NO}] = 1,50 \text{ M} \quad [\text{NO}_2] = 0,40 \text{ M} \quad [\text{SO}_3] = 1,50 \text{ M}$$

Har dette systemet nådd likevekt?

Hvis ikke, hvilken vei går reaksjonene, (høyre eller venstre), for å nå likevekt?

Begrunn svaret ved hjelp av  $Q_C$  og  $K_C$ .

(b) Beregn molare konsentrasjoner av alle fire gasser når startkonsentrasjon for  $\text{SO}_3$  er 1,0 M og startkonsentrasjon for NO er 2,0M. .

(c) Anta at reaksjon mellom svoveldioksid og nitrogendioksid er i likevekt.

(i) Hva vil skje med reaksjonen dersom vi minsker trykket i beholderen?

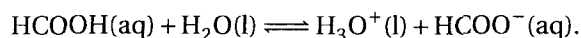
(ii) Hvilken vei vil reaksjonen gå dersom vi tilfører mer svoveldioksid?

Svarene skal begrunnes.

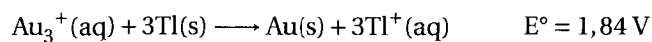
## Oppgave 6

(a) Hva blir pH i sluttløsningen når vi blander 30 mL 0,300 M HCl og 70 mL 0,100 M HCl?

(b) Ved et forsøk finner vi at pH er lik 2,16 i en 0,30 M maursyreløsning (HCOOH-løsning). Hva er syrekonstanten? Reaksjonslikning:



(c) Vi har følgende redoksreaksjon

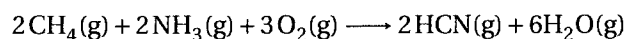


(i) Angi halvreaksjon for anode og katode, og angi hva som er oksidasjon og reduksjon.

(ii) Angi oksidasjonsmiddel og reduksjonsmiddel.

### Oppgave 7

Hydrogencyanid gass, HCN(g), produseres kommersielt ved reaksjon mellom metangass, CH<sub>4</sub>(g), ammoniakk, NH<sub>3</sub>(g) og oksygen, O<sub>2</sub>(g), ved høy temperatur. Det andre produktet er vandamp, H<sub>2</sub>O(g).



Metangass og ammoniakk føres inn i en reaktor (reaksjonsbeholderen) med en hastighet på 20,0 liter per sekund.

Oksyngass føres inn i reaktoren med en hastighet på 50,0 liter per sekund. Alle gasser har et trykk på 1,00 atm og en temperatur på 150° C.

Hvilken masse i gram av HCN produseres per sekund når vi antar fullstendig (100%) reaksjon?

## Formelsamling i fysikk

### Bevegelse

#### Rettlinjet bevegelse ved konstant akselerasjon

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad (3)$$

$$2as = v^2 - v_0^2 \quad (4)$$

#### Rettlinjet bevegelse generelt

$$v(t) = x'(t) = \frac{d}{dt}x = \dot{x} \quad (5)$$

$$a(t) = v'(t) = \frac{d}{dt}v = \dot{v} \quad (6)$$

$$x(t) - x(t_0) = \int_{t_0}^t v(t) dt \quad (7)$$

$$v(t) - v(t_0) = \int_{t_0}^t a(t) dt \quad (8)$$

#### Rotasjonsbevegelse ved konstant vinkelakselerasjon

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \quad (9)$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad (10)$$

$$\theta = \frac{1}{2}(\omega_0 + \omega)t \quad (11)$$

$$2\alpha\theta = \omega^2 - \omega_0^2 \quad (12)$$

#### Rotasjonsbevegelse generelt

$$\omega(t) = \theta'(t) = \frac{d}{dt}\theta = \dot{\theta} \quad (13)$$

$$\alpha(t) = \omega'(t) = \frac{d}{dt}\omega = \dot{\omega} \quad (14)$$

$$\theta(t) - \theta(t_0) = \int_{t_0}^t \omega(t) dt \quad (15)$$

$$\omega(t) - \omega(t_0) = \int_{t_0}^t \alpha(t) dt \quad (16)$$

### Sammensatt bevegelse

$$v_{\text{tan}} = \omega \cdot R \quad (17)$$

$$a_{\text{tan}} = \alpha \cdot R \quad (18)$$

$$a_{\text{rad}} = \omega^2 \cdot R = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = a_s \quad (19)$$

$$a_{\text{tot}} = \sqrt{a_{\text{tan}}^2 + a_{\text{rad}}^2} \quad (20)$$

$$v_{\text{cm}} = \omega \cdot R \quad (21)$$

$$a_{\text{cm}} = \alpha \cdot R \quad (22)$$

### Noen generelle formler for vektorer

Gitt vektoren  $\vec{A}$ , horisontal akse  $x$ , vertikal akse  $y$  og  $\theta$  som vinkelen mellom vektoren og  $x$ -aksen.

$$A_x = A \cdot \cos\theta \quad (23)$$

$$A_y = A \cdot \sin\theta \quad (24)$$

$$A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad (25)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{A_y}{A_x}\right) \quad (26)$$

### Prosjektilbevegelse

Uten luftmotstand med oppover som positiv vertikal retning.

$$x = x_0 + v_0 \cos\theta_0 \cdot t \quad (27)$$

$$v_x = v_0 \cos\theta_0 \quad (28)$$

$$y = y_0 + v_0 \sin\theta_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (29)$$

$$v_y = v_0 \sin\theta_0 - gt \quad (30)$$

Uten luftmotstand og med samme start- og sluthøyde.

$$\text{Tid for å nå samme høyde på ny} = \frac{2v_0 \sin\theta_0}{g} \quad (31)$$

$$\text{Rekkevidde} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin(2\theta_0) \quad (32)$$

$$\text{Tid for å nå toppen} = \frac{v_0 \sin\theta_0}{g} \quad (33)$$

$$\text{Maksimal høyde} = \frac{v_0^2 \sin^2(\theta_0)}{2g} \quad (34)$$

## Dynamikk

### Newton's lover

$$\text{Newton's 1.lov (N1)} \quad v = \text{konstant} \Rightarrow \sum \vec{F} = 0 \quad (35)$$

$$\text{Newton's 2.lov (N2)} \quad \vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m} \text{ alternativt } \sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (36)$$

$$\text{Newton's 3.lov (N3)} \quad \vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (37)$$

### Modellering av friksjon

$\mu$  er ulike friksjonstall,  $f_R$  er ulike typer friksjon,  $N$  er normalkraft og  $F$  er summen av de kreftene som prøver å flytte legemet.

$$\text{Glidefriksjon } f_{Rk} = \mu_k \cdot N \quad (38)$$

$$\text{Statisk friksjon } f_{Rs} = F \quad (39)$$

$$\text{Maksimal statisk friksjon } f_{Rs, \text{maks}} = \mu_s \cdot N \quad (40)$$

### Modellering av luftmotstand

Ulike modeller av luftmotstand for en gjenstand som faller nedover.

$$\text{Laminær luftmotstand: } \sum F = mg - kv, \quad \text{terminalfart} = \frac{mg}{k} \quad [k] = \frac{\text{Ns}}{\text{m}} \quad (41)$$

$$\text{Turbulent luftmotstand: } \sum F = mg - Dv^2, \quad \text{terminalfart} = \sqrt{\frac{mg}{D}} \quad [D] = \frac{\text{Ns}^2}{\text{m}^2} \quad (42)$$

### Tyngdepunkt

$$x_{\text{cm}} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \quad (43)$$

$$y_{\text{cm}} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \quad (44)$$

$$z_{\text{cm}} = \frac{m_1 z_1 + m_2 z_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \quad (45)$$



### Trehetsmoment

$$\text{For en samling punktmasser} \quad I = \sum_i m_i r_i^2 \quad (46)$$

$$\text{For en kontnuerlig fordelt masse} \quad I = \int r^2 dm \quad (47)$$

$$\text{Steiners setning} \quad I_A = I_{\text{cm}} + md^2 \quad (48)$$

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

$$\text{Homogen stang, normal akse i midten} \quad I = \frac{1}{12} ML^2 \quad (49)$$

$$\text{Homogen stang, normal akse i enden} \quad I = \frac{1}{3} ML^2 \quad (50)$$

$$\text{Homogen sylinder, normal akse gjennom sentrum} \quad I = \frac{1}{2} MR^2 \quad (51)$$

$$\text{Homogen kule, akse gjennom sentrum} \quad I = \frac{2}{5} MR^2 \quad (52)$$

$$\text{Homogent kuleskall og homogent sylinderkall, akse gjennom sentrum} \quad I = MR^2 \quad (53)$$

$$\text{Punktmasse} \quad I = mR^2 \quad (54)$$

### Kraftmoment

$$\text{Kraftmoment som vektor} \quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (55)$$

$$\text{Størrelse av kraftmoment} \quad \tau = rF \sin\theta = \text{kraft} \cdot \text{arm} \quad (56)$$

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

### Kraftmomentsetningen for plan bevegelse

$$\text{Som vektor} \quad \sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha} \quad (57)$$

$$\text{Som størrelse} \quad \sum \tau = I\alpha \quad (58)$$

## Bevaringslover

### Størrelser

$$\text{Kinetisk energi for translasjon} \quad K_{\text{tra}} = \frac{1}{2} m v^2 \quad (59)$$

$$\text{Kinetisk energi for rotasjon} \quad K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (60)$$

$$\text{Total mekanisk kinetisk energi} \quad K = K_{\text{tra}} + K_{\text{rot}} \quad (61)$$

$$\text{Arbeid ved konstant kraft og rettlinjert bevegelse} \quad W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \theta \quad (62)$$

$$\text{Arbeid ved variabel kraft} \quad W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad (63)$$

$$\text{Potensiell energi i tyngdefelt} \quad U_G = mgh \quad (64)$$

$$\text{Potensiell energi i fjær} \quad U_F = \frac{1}{2} k x^2 \quad (65)$$

$$\text{Total mekanisk energi} \quad E_{\text{tot}} = U + K \quad (66)$$

$$\text{Bevegelsesmengde} \quad \vec{p} = m\vec{v} \quad (67)$$

$$\text{Impuls} \quad \vec{F} \cdot \Delta t \quad (68)$$

$$\text{Spinn(angulærmoment (generelt for punktmasse))} \quad \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad (69)$$

$$\text{Spinn(angulærmoment (størrelse for punktmasse))} \quad L = r m v \cdot \sin \theta \quad (70)$$

$$\text{Spinn(angulærmoment (størrelse for plan bevegelse av legeme))} \quad L = I \omega \quad (71)$$

### Bevaringslover og andre dynamiske sammenhenger

$$\text{Arbeid-kinetisk energisetningen} \quad W = \Delta K \quad (72)$$

$$\text{Bevaring av mekanisk energi} \quad E_{\text{tot}}(\text{før}) = E_{\text{tot}}(\text{etter}) \Leftrightarrow \frac{d}{dt} E_{\text{tot}} = 0 \quad (73)$$

$$\text{Bevaring av energi} \quad E_{\text{tot}}(\text{før}) + W_{\text{andre}} = E_{\text{tot}}(\text{etter}) \quad (74)$$

$$\text{Bevaring av bevegelsesmengde} \quad \vec{p}_{\text{før}} = \vec{p}_{\text{etter}} \quad (75)$$

$$\text{Impulsloven} \quad \vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p} \quad (76)$$

$$\text{Spinnsetning} \quad \sum \vec{\tau} = \frac{d}{dt} \vec{L} \quad (77)$$

Diverse

Svingninger - SHM

Generell homogen svingelikning med løsning med  $x$  :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \qquad x = A \cos(\omega t + \phi) \qquad (78)$$

Generell homogen svingelikning med løsning med  $\theta$  :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2 \theta = 0 \qquad \theta = \theta_0 \cos(\omega t + \phi) \qquad (79)$$

Parametere i løsning:

$$\text{Vinkelfrekvens: } \omega \quad [\omega] = \frac{\text{rad}}{\text{s}} \qquad (80)$$

$$\text{Amplitude: } A = \sqrt{x(0)^2 + \left(\frac{v(0)}{\omega}\right)^2} \qquad (81)$$

$$\text{Fasekonstant: } \phi = \tan^{-1}\left(\frac{-v(0)}{\omega x(0)}\right) \text{ når } x(0) \neq 0 \text{ og } \phi = \pm \frac{\pi}{2} \text{ når } x(0) = 0 \qquad (82)$$

Andre relevante parametere

$$\text{frekvens: } f = \frac{\omega}{2\pi} \quad [f] = \text{Hz} \qquad (83)$$

$$\text{periode: } T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} \qquad (84)$$

Eksempler på svingelikninger og perioder

$$\text{Kloss-fjær: } \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} \cdot x = 0 \qquad \text{Periode} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (85)$$

$$\text{Matematisk pendel: } \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \theta = 0 \qquad \text{Periode} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \qquad (86)$$

$$\text{Fysisk pendel: } \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mgd}{I} \theta = 0 \qquad \text{Periode} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \qquad (87)$$

$k$  = fjærkonstant,  $m$  = masse,  $g$  = tyngdeakselerasjonen,  $l$  = lengde snor,  
 $I$  = samlet treghetsmoment,  $d$  = avstand tyngdepunkt-akse

Gasser og termofysikk

Tilstandslikning for idealgass  $pV = NkT$  og  $pV = nRT$  (88)

$p$  er trykk i Pascal

$V$  er volum i  $\text{m}^3$

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

$n$  er stoffmengde i mol

$N$  er antall

Avogadros tall  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  (89)

$N = n \cdot N_A$  (90)

Den molare gasskonstanten  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$  (91)

Definisjon varmekapasitet  $Q = C \cdot \Delta T$  (92)

Varmekapasitet for en toatomær gass ved konstant trykk  $C_p = \frac{7}{2}R$  (93)

Varmekapasitet for en toatomær gass ved konstant volum  $C_V = \frac{5}{2}R$  (94)

Generelt  $C_p = C_V + R$  (95)

Boltzmanns konstant  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$  (96)

Standard lufttrykk (1 atm.) 101,3 kPa (97)

Arbeid på systemet ved konstant trykk  $W = -p\Delta V$  (98)

Termodynamikkens første lov  $\Delta U = Q + W$  (99)

Moderne fysikk

Tidsdilatasjon  $t = \gamma \cdot t_0$   $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  (100)

Heisenbergs usikkerhetsrelasjon(1)  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$  (101)

Heisenbergs usikkerhetsrelasjon(2)  $\Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$  (102)

$c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  (103)

## Formelsamling i kjemi

### Konstanter

Avogadros konstant  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Atommasseenhet:  $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Molvolumet av en gass  $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$  ved  $0^\circ\text{C}$  og  $1 \text{ atm}$

Vannets ioneprodukt  $K_W = 1,0 \cdot 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  ved  $25^\circ\text{C}$ .

Gasskonstanten  $R = 0,0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

### Formler

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

$$\text{molar masse} = \frac{\text{masse}}{\text{stoffmengde}} \quad \text{alternativt} \quad M_m = \frac{m}{n}$$

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

$$\text{konsentrasjon} = \frac{\text{stoffmengde}}{\text{volum}} \quad \text{alternativt} \quad c = \frac{n}{V}$$

Tilstandslikningen for en ideell gass:  $pV = nRT$

Sammenhengen mellom likevektskonstantene  $K_p$  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:  $K_s \cdot K_b = K_w$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

### Navn og formel på noen sammensatte ioner

Navn	Formel	Navn	Formel
acetat	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	klorat	$\text{ClO}_3^-$
ammonium	$\text{NH}_4^+$	kloritt	$\text{ClO}_2^-$
borat	$\text{BO}_3^{3-}$	nitrat	$\text{NO}_3^-$
fosfat	$\text{PO}_4^{3-}$	nitritt	$\text{NO}_2^-$
fosfitt	$\text{PO}_3^{3-}$	perklorat	$\text{ClO}_4^-$
hypokloritt	$\text{ClO}^-$	sulfat	$\text{SO}_4^{2-}$
karbonat	$\text{CO}_3^{2-}$	sulfit	$\text{SO}_3^{2-}$

## Standard reduksjonspotensial for utvalgte stoffer ved 25°C i vann

Halvreaksjon	$E_{\text{red}}^0$ (V)
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{F}^-$	2,87
$\text{Ag}^{2+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}^+$	1,99
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ce}^{3+}$	1,70
$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,68
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,51
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Au}$	1,50
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-$	1,36
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	1,21
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-$	1,09
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	0,96
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$	0,80
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$	0,77
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-$	0,54
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{AgCl} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0,22
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}^+$	0,16
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$	0
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}$	-0,036
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}$	-0,13
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}$	-0,14
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ni}$	-0,23
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cd}$	-0,40
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0,50
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Cr}$	-0,73
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}$	-1,18
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}$	-2,37
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$	-2,71
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}$	-2,76
$\text{K}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{K}$	-2,92
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}$	-3,05

# Grunnstoffenes periodesystem med elektronfordeling

**Gruppe 1** **Gruppe 2**

1 1,01 <b>H</b> 1 Hydrogen	4 9,01 <b>Be</b> 2,2 Beryllium
3 6,94 <b>Li</b> 2,1 Lithium	12 24,3 <b>Mg</b> 2,8,2 Magnesium
11 22,99 <b>Na</b> 2,8,1 Natrium	20 39,1 <b>K</b> 2,8,8,1 Kalium
19 39,1 <b>K</b> 2,8,8,1 Kalium	21 40,1 <b>Ca</b> 2,8,8,2 Kalsium
37 85,5 <b>Rb</b> 2,8,18,8,1 Rubidium	38 87,6 <b>Sr</b> 2,8,18,8,2 Strontium
55 132,9 <b>Cs</b> 2,8,18,18,8,1 Cesium	56 137,3 <b>Ba</b> 2,8,18,18,8,2 Barium
87 (223) <b>Fr</b> 2,8,18,32,18,8,2,8,18,32,18,8,2,8,18,32,18,9,10,2 Francium	88 (226) <b>Rd</b> 2,8,18,32,18,8,2,8,18,32,18,9,10,2 Radium

Forklaring

Atomnummer  
Atommasse  
Symbol  
Elektronfordeling  
Navn

35
79,9
<b>Br</b>
2, 8, 18, 7
Brom

Fargekoder  
Aggregat-tilstand ved 25 °C og 1 atm

Ikke-metall
Halvmetall
Metall
Fast stoff <b>B</b>
Væske <b>Hg</b>
Gass <b>N</b>

( ) betyr massetallet til den mest stabile isotopen  
\* Lantanoider  
\*\* Aktinoider

**Gruppe 13** **Gruppe 14** **Gruppe 15** **Gruppe 16** **Gruppe 17** **Gruppe 18**

5 10,8 <b>B</b> 2,3 Bor	6 12,0 <b>C</b> 2,4 Karbon	7 14,0 <b>N</b> 2,5 Nitrogen	8 16,0 <b>O</b> 2,6 Oksygen	9 19,0 <b>F</b> 2,7 Fluor	10 20,2 <b>Ne</b> 2,8 Neon
13 27,0 <b>Al</b> 2,8,3 Aluminium	14 28,1 <b>Si</b> 2,8,4 Silisium	15 31,0 <b>P</b> 2,8,5 Fosfor	16 32,1 <b>S</b> 2,8,6 Svovel	17 35,5 <b>Cl</b> 2,8,7 Klor	18 39,9 <b>Ar</b> 2,8,8 Argon
31 69,7 <b>Ga</b> 2,8,18,3 Gallium	32 72,6 <b>Ge</b> 2,8,18,4 Germanium	33 74,9 <b>As</b> 2,8,18,5 Arsen	34 79,0 <b>Se</b> 2,8,18,6 Selen	35 79,9 <b>Br</b> 2,8,18,7 Brom	36 83,8 <b>Kr</b> 2,8,18,8 Krypton
49 114,8 <b>In</b> 2,8,18,18,3 Indium	50 118,7 <b>Sn</b> 2,8,18,4 Tinn	51 121,8 <b>Sb</b> 2,8,18,18,5 Antimon	52 127,6 <b>Te</b> 2,8,18,18,6 Tellur	53 126,9 <b>I</b> 2,8,18,18,7 Jod	54 131,3 <b>Xe</b> 2,8,18,18,8 Xenon
81 204,4 <b>Tl</b> 2,8,18,32,18,3 Thallium	82 207,2 <b>Pb</b> 2,8,18,32,18,4 Bly	83 209,0 <b>Bi</b> 2,8,18,32,18,5 Vismut	84 (210) <b>Po</b> 2,8,18,32,18,6 Polonium	85 (210) <b>At</b> 2,8,18,32,18,7 Astat	86 (222) <b>Rn</b> 2,8,18,32,18,8 Radon
87 (223) <b>Fr</b> 2,8,18,32,18,8,2,8,18,32,18,8,2,8,18,32,18,9,10,2 Francium	88 (226) <b>Rd</b> 2,8,18,32,18,8,2,8,18,32,18,9,10,2 Radium	89 (227) <b>Ac</b> 2,8,18,32,18,9,10,2 Actinium**	104 (261) <b>Rf</b> 2,8,18,32,11,2 Rutherfordium	105 (262) <b>Db</b> 2,8,18,32,11,2 Dubnium	106 (263) <b>Sb</b> 2,8,18,32,12,3 Seaborgium

* 57 138,9 <b>La</b> 2,8,18,18,9,2 Lantan	58 140,1 <b>Ce</b> 2,8,18,20,8,2 Cerium	59 140,9 <b>Pr</b> 2,8,18,21,8,2 Praseodym	60 144,2 <b>Nd</b> 2,8,18,22,8,2 Neodym	61 (147) <b>Pm</b> 2,8,18,23,8,2 Promethium	62 150,5 <b>Sm</b> 2,8,18,24,8,2 Samarium	63 152 <b>Eu</b> 2,8,18,25,8,2 Europium	64 157,3 <b>Gd</b> 2,8,18,25,9,2 Gadolinium	65 158,9 <b>Tb</b> 2,8,18,27,8,2 Terbium	66 162,5 <b>Dy</b> 2,8,18,28,8,2 Dysprosium	67 164,9 <b>Ho</b> 2,8,18,29,8,2 Holmium	68 167,3 <b>Er</b> 2,8,18,30,8,2 Erbium	69 168,9 <b>Tm</b> 2,8,18,31,8,2 Thulium	70 173,0 <b>Yb</b> 2,8,18,32,8,2 Ytterbium	71 175,0 <b>Lu</b> 2,8,18,32,8,2 Lutetium
** 89 (227) <b>Ac</b> 2,8,18,32,18,9,10,2 Actinium	90 232,0 <b>Th</b> 2,8,18,32,18,9,10,2 Thorium	91 231,0 <b>Pa</b> 2,8,18,32,20,9,2 Protactinium	92 238,0 <b>U</b> 2,8,18,32,21,9,2 Uran	93 (237) <b>Np</b> 2,8,18,32,22,9,2 Neptunium	94 (242) <b>Pu</b> 2,8,18,32,24,8,2 Plutonium	95 (243) <b>Am</b> 2,8,18,32,25,8,2 Americium	96 (247) <b>Cm</b> 2,8,18,32,25,9,2 Curium	97 (247) <b>Bk</b> 2,8,18,32,26,9,2 Berkelium	98 (249) <b>Cf</b> 2,8,18,32,28,8,2 Californium	99 (254) <b>Es</b> 2,8,18,32,29,8,2 Einsteinium	100 (253) <b>Fm</b> 2,8,18,32,30,8,2 Fermium	101 (256) <b>Md</b> 2,8,18,32,31,8,2 Mendelevium	102 (254) <b>No</b> 2,8,18,32,32,8,2 Nobelium	103 (257) <b>Lr</b> 2,8,18,32,32,9,2 Lawrencium