

Eksamen i Fysikk/kjemi

Emne: IRF13013

Kl. 0900:1300

26.mai 2015

Antall oppgavesider 4

Antall sider med formler 10

Tillatte hjelpemidler:

Godkjent kalkulator og enhver matematisk formelsamling.

Alle deloppgaver (a,b,c) tillegges lik vekt.

Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig.

Besvarelsen skal i sin helhet besvares på egne ark.

Sensurfrist: 16.juni 2015

Faglærere	Telefon
Annette Veberg Dahl	
Øystein Holje	
Per Erik Skogh Nilsen	

Fysikk

Oppgave 1

For (a) og (b) regner vi ubenevnt- alle avstander er i meter og tider i sekunder.

Hastigheten til en gjenstand da er gitt ved $v(t) = t^3 - 4t$. Gjenstanden starter i ro i origo.

- (a) Bestem akselerasjonen til gjenstanden som funksjon av t .
- (b) Bestem hvor langt fra start den har kommet etter 5,0s og hvor lang strekning den da har tilbakelagt.
- (c) Et hjul spinner om en fast akse i sentrum. Radius er 0,75 m. Det starter i ro og har konstant vinkelakselerasjon. Etter 60 s har det gjort 72 omdreininger. Bestem radiell, tangentiell og total akselerasjon for et punkt en halv radius rett over akselen 20 s etter starten. Forklar hvilken fysisk betydning disse størrelsene har.

Oppgave 2

- (a) En kloss har en starthastighet og glir oppover et skråplan. Friksjonstallet er μ_k og helningsvinkelen er θ . Tegn figur med kreftene som virker på klossen. Forklar hvilken retning hver kraft har.
- (b) En kule har en starthastighet og ruller oppover et skråplan. Helningsvinkel er 30° .
 - (i) Tegn figur med kreftene som virker på kula. Forklar hvilken retning hver kraft har.
 - (ii) Vis at akselerasjonen til sentrum av kula er $\frac{5}{14}g$ nedover skråplanet.
- (c) En homogen sylinder har masse $2M$ og radius $R/2$. En homogen kule har masse M og radius R . De starter begge i ro på toppen av det samme skråplanet og ruller ned uten å skli. Kula kommer ned på 2,0 sekunder. Hvor lang tid bruker sylindren ned?

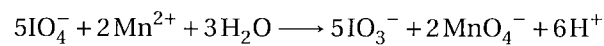
Oppgave 3

- (a) En masse $m = 2,00$ kg ligger på et friksjonsfritt bord. Den er festet til en fjær med fjærkonstant $k = 30,0$ N/m. Fjæra er festet til en vegg. Massen dras litt ut fra likevekt og slippes. Den starter da en svingebevegelse.
Hvor lang tid bruker den fra den er ved maks utslag til den er ved likevekt?
- (b) En homogen, lang tynn stang har massen m . Den ene enden er festet til en horisontal akse slik at stanga kan svinge i det vertikale planet. En punktformet masse m er festet i den nederste enden. Systemet blir satt i små svingninger med perioden $2,5$ s.
Hvor lang er stanga?
- (c) En gass starter i tilstand A, mottar en varmemengde på 95 J slik at den utvider seg ved konstant temperatur til en tilstand B. Deretter blir gassen trykket sammen ved konstant trykk til en tilstand C (volumet av gassen i C er like stort som volumet av gassen i A). Under kompresjonen fra B til C utføres et arbeid på 85 J på gassen. Til slutt tilføres det varme ved konstant volum slik at gassen returnerer til A.
- Tegn et pV-diagram over prosessen. Merk A, B og C tydelig og sett merkelappene isokor, isobar, isoterm og adiabatisk der de skal være hvis de stemmer for en del av diagrammet.
 - Hvor stort er arbeidet utført på/av gassen i hver av delprosessene over?

Kjemi

Oppgave 4

- (a) (i) Skriv kjemisk formel for natriumnitritt og kaliumbromid.
(ii) Tegn strukturformel for 3-metylbutanal og 1-propanol.
- (b) Identifiser følgende atomer eller ioner:
- (i) Et atom med 31 protoner og 15 nøytroner.
(ii) Et +3 ion med 23 elektroner.
(iii) Et -1 ion med 54 elektroner.
- (c) Vi har følgende redoksreaksjon:



Hva er oksidasjonstall for jod(I) og mangan (Mn) før og etter reaksjon?

Oppgave 5

- (a) Hvilket volum trenger du av 18M H_2SO_4 (konsentrert svovelsyre), for å lage 1,00 liter 0,500M H_2SO_4 ?
- (b) Beregn pH når 0,25 g NaOH blir løst i vann og fortynnet til 0,5 dm³.
- (c) Magnesiumhydroksid, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, er det melkehvite stoffet i magnesiamelk (mot sure oppstøt). Når NaOH tilsettes en løsning av MgCl_2 så felles $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ut.
Reaksjon:

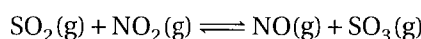


Hvor mange gram $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ dannes når 30,0 ml 0,200M MgCl_2 reagerer med 100 ml 0,140M NaOH-løsning?

(Molmasse $\text{Mg}(\text{OH})_2 = 58,32 \text{ g/mol}$)

Oppgave 6

- (a) Vi har følgende likevektsreaksjon mellom svoveldioksid og nitrogendioksid:



Ved 460 °C er $K_c = 85,0$.

En blanding av disse gassene har følgende konsentrasjoner:

$$[\text{SO}_2] = 0,040 \text{ M} \quad [\text{NO}] = 0,30 \text{ M} \quad [\text{NO}_2] = 0,50 \text{ M} \quad [\text{SO}_3] = 0,020 \text{ M}$$

Har dette systemet nådd likevekt?

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

- (b) Beregn molare konsentrasjoner av alle 4 gasser ved likevekt når startkonsentrasjoner for SO_2 og NO_2 begge er 0,050M.
- (c) Vi har følgende reaksjon: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$.
Hvor mange mol $\text{SO}_3(\text{g})$ blir produsert når 285,5 ml $\text{SO}_2(\text{g})$ reagerer med 158,9 ml $\text{O}_2(\text{g})$ ved 315 K og 50,0 mmHg? (1 atm = 760 mmHg).

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 θ 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.

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

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

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

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

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

Newtons lover

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

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

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

Modellering av friksjon

μ 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 :

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

Generell homogen svingelikning med løsning med θ :

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

Parametere i løsning:

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

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

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

Andre relevante parametere

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

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

Eksempler på svingelikninger og perioder

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

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

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

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 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 $V_m = \begin{cases} 22,4 \text{ L/mol} & \text{ved } 0^\circ\text{C og } 1 \text{ atm} \\ 24,5 \text{ L/mol} & \text{ved } 0^\circ\text{C og } 1 \text{ atm} \end{cases}$

Vannets ioneprodukt $K_W = 1,0 \cdot 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ ved 25°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: $K_s \cdot K_b = K_w$

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

Navn og formel på noen sammensatte ioner

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

Halvreaksjon	E_{red}^0 (V)
$F_2 + 2e^- \longrightarrow 2F^-$	2,87
$Ag^{2+} + e^- \longrightarrow Ag^+$	1,99
$Ce^{4+} + e^- \longrightarrow Ce^{3+}$	1,70
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$	1,68
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1,51
$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$	1,50
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	1,36
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+} + H_2O$	1,21
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	1,09
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + H_2O$	0,96
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0,80
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	0,77
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	0,54
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0,34
$AgCl + e^- \longrightarrow Ag + Cl^-$	0,22
$Cu^{2+} + e^- \longrightarrow Cu^+$	0,16
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	0
$Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$	-0,036
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$	-0,13
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	-0,14
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	-0,23
$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd$	-0,40
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$	-0,44
$Cr^{3+} + e^- \longrightarrow Cr^{2+}$	-0,50
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	-0,73
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	-0,76
$Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$	-1,18
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	-1,66
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$	-2,37
$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$	-2,71
$Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$	-2,76
$K^+ + e^- \longrightarrow K$	-2,92
$Li^+ + e^- \longrightarrow Li$	-3,05

Grunnstoffenes periodesystem med elektronfordeling

Gruppe 1 Gruppe 2

1 1,01 H 1 Hydrogen
--

3 6,94 Li 2,1 Lithium	4 9,01 Be 2,2 Beryllium
--	--

11 22,99 Na 2,8,1 Natrium	12 24,3 Mg 2,8,2 Magnesium
--	---

19 39,1 K 2,8,8,1 Kalium	20 40,1 Ca 2,8,8,2 Kalsium
---	---

37 85,5 Rb 2,8,18,8,1 Rubidium	38 87,6 Sr 2,8,18,8,2 Strontium
---	--

55 132,9 Cs 2,8,18,18,8,1 Cesium	56 137,3 Ba 2,8,18,18,8,2 Barium
---	---

87 (223) Fr 2,8,18,32,18,8,1 Francium	88 (226) Rd 2,8,18,32,18,8,2 Radium
--	--

Gruppe 3

21 45 Sc 2,8,9,2 Scandium
--

39 88,9 Y 2,8,18,9,2 Yttrium

57 138,9 La 2,8,18,18,9,2 Lantan*
--

89 (227) Ac 2,8,18,32,18,9,2 Actinium**
--

Gruppe 4

22 47,9 Ti 2,8,10,2 Titan
--

40 91,2 Zr 2,8,18,10,2 Zirkonium

72 178,5 Hf 2,8,18,32,10,2 Hafnium

104 (261) Rf 2,8,18,32,32,10,2 Rutherfordium

Gruppe 5

23 50,9 V 2,8,11,2 Vanadium
--

41 92,9 Nb 2,8,18,12,1 Niob
--

73 180,9 Ta 2,8,18,32,11,2 Tantal
--

105 (262) Db 2,8,18,32,32,11,2 Dubnium

Forklaring

Atomnummer
Atommasse
Symbol

35 79,9 Br
2,8,18,7 Brom

Fargekoder

Ikke-metall
Halvmetall
Metall
Fast stoff B
Væske Hg
Gass N

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

Aggregat-tilstand ved 25 °C og 1 atm

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

2 4,0 He 2 Helium

5 10,8 B 2,3 Bor	6 12,0 C 2,4 Karbon	7 14,0 N 2,5 Nitrogen	8 16,0 O 2,6 Oksygen	9 19,0 F 2,7 Fluor	10 20,2 Ne 2,8 Neon
-------------------------------------	--	--	---	---------------------------------------	--

13 27,0 Al 2,8,3 Aluminium	14 28,1 Si 2,8,4 Silisium	15 31,0 P 2,8,5 Fosfor	16 32,1 S 2,8,6 Svovel	17 35,5 Cl 2,8,7 Klor	18 39,9 Ar 2,8,8 Argon
---	--	---	---	--	---

31 69,7 Ga 2,8,18,3 Gallium	32 72,6 Ge 2,8,18,4 Germanium	33 74,9 As 2,8,18,5 Arsen	34 79,0 Se 2,8,18,6 Selen	35 79,9 Br 2,8,18,7 Brom	36 83,8 Kr 2,8,18,8 Krypton
--	--	--	--	---	--

49 114,8 In 2,8,18,18,3 Indium	50 117,7 Sn 2,8,18,4 Tinn	51 121,8 Sb 2,8,18,18,5 Antimon	52 127,6 Te 2,8,18,18,6 Tellur	53 126,9 I 2,8,18,18,7 Jod	54 131,3 Xe 2,8,18,18,8 Xenon
---	--	--	---	---	--

81 204,4 Tl 2,8,18,32,18,3 Thallium	82 207,2 Pb 2,8,18,32,18,4 Bly	83 209,0 Bi 2,8,18,32,18,5 Vismut	84 (210) Po 2,8,18,32,18,6 Polonium	85 (210) At 2,8,18,32,18,7 Astat	86 (222) Rn 2,8,18,32,18,8 Radon
--	---	--	--	---	---

80 200,6 Hg 2,8,18,32,18,2 Kvikksølv	79 197,0 Au 2,8,18,32,18,1 Gull	78 195,1 Pt 2,8,18,32,17,1 Platina	77 192,2 Ir 2,8,18,32,17,0 Iridium	76 190,2 Os 2,8,18,32,14,2 Osmium	75 186,2 Re 2,8,18,32,13,2 Rhenium
---	--	---	---	--	---

57 138,9 La 2,8,18,18,9,2 Lantan	58 140,1 Ce 2,8,18,20,8,2 Cerium	59 140,9 Pr 2,8,18,21,8,2 Praseodym	60 144,2 Nd 2,8,18,22,8,2 Neodym	61 (147) Pm 2,8,18,23,8,2 Promethium	62 150,5 Sm 2,8,18,24,8,2 Samarium	63 152 Eu 2,8,18,25,8,2 Europium	64 157,3 Gd 2,8,18,25,9,2 Gadolinium	65 158,9 Tb 2,8,18,27,8,2 Terbium	66 162,5 Dy 2,8,18,28,8,2 Dysprosium	67 164,9 Ho 2,8,18,29,8,2 Holmium	68 167,3 Er 2,8,18,30,8,2 Erbium	69 168,9 Tm 2,8,18,31,8,2 Thulium	70 173,0 Yb 2,8,18,32,8,2 Ytterbium	71 175,0 Lu 2,8,18,32,8,2 Lutetium
---	---	--	---	---	---	---	---	--	---	--	---	--	--	---

89 (227) Ac 2,8,18,32,18,9,2 Actinium	90 232,0 Th 2,8,18,32,18,10,2 Thorium	91 231,0 Pa 2,8,18,32,20,9,2 Protactinium	92 238,0 U 2,8,18,32,21,11,2 Uran	93 (237) Np 2,8,18,32,22,9,2 Neptunium	94 (242) Pu 2,8,18,32,24,8,2 Plutonium	95 (243) Am 2,8,18,32,25,8,2 Americium	96 (247) Cm 2,8,18,32,25,9,2 Curium	97 (247) Bk 2,8,18,32,26,9,2 Berkelium	98 (249) Cf 2,8,18,32,28,8,2 Californium	99 (254) Es 2,8,18,32,29,8,2 Einsteinium	100 (253) Fm 2,8,18,32,30,8,2 Fermium	101 (256) Md 2,8,18,32,31,8,2 Mendelevium	102 (254) No 2,8,18,32,32,8,2 Nobelium	103 (257) Lr 2,8,18,32,32,9,2 Lawrencium
--	--	--	--	---	---	---	--	---	---	---	--	--	---	---

Fysikk

Oppgave 1

For (a) og (b) regner vi ubenevnt- alle avstander er i meter og tider i sekunder.

Hastigheten til en gjenstand da er gitt ved $v(t) = t^3 - 4t$. Gjenstanden starter i ro i origo.

- (a) Bestem akselerasjonen til gjenstanden som funksjon av t .

Løsning (a) $a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \underline{\underline{3t^2 - 4}}$

- (b) Bestem hvor langt fra start den har kommet etter 5,0 s og hvor lang strekning den da har tilbakelagt.

Løsning (b) $v(t) = \frac{dx(t)}{dt} \Rightarrow \int_0^{x(t)} dx = \int_0^t v(t) dt \Rightarrow x(t) = \int_0^t (t^3 - 4t) dt = \frac{1}{4}t^4 - 2t^2$

Gjenstanden har da forflyttet seg $\frac{1}{4}5^4 - 2 \cdot 5^2 = \underline{\underline{\frac{425}{4} \approx 106}}$

Fra $v(t) = t(t-2)(t+2)$ ser vi at forlytningen endrer retning en gang mellom null og 5, nemlig ved 2. Mellom 0 og 2 er forflytningen i negativ retning.

Maksimal negativ forflytning i intervallet er $x(2) = -4$.

Total banelengde mellom 0 og 5 blir $4 + 4 + 106 = \underline{\underline{114}}$

- (c) Et hjul spinner om en fast akse i sentrum. Det starter i ro og har konstant vinkelakselerasjon. Etter 60 s har det gjort 72 omdreininger. Radius er 0,75 m. Bestem radiell, tangentiell og total akselerasjon for et punkt en halv radius rett over akselen 20 s etter starten. Forklar hvilken fysisk betydning disse størrelsene har.

Løsning (c) 72 omdreininger = 144π radianer.

Med $\omega_0 = 0$ og $t = 60$ blir den konstante vinkelakselerasjonen $\alpha = \frac{2\theta}{t^2} = \frac{2 \cdot 144\pi \text{ rad}}{60^2 \text{ s}^2} = \frac{4\pi \text{ rad}}{50 \text{ s}^2} \approx 0,251 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$. Vinkelhastigheten etter 20 s blir $\omega(20) = \frac{8\pi \text{ rad}}{5 \text{ s}} \approx 5,03 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.

Radiell akselerasjon er et mål på hvor fort retningen av hastigheten endrer seg.

Tangentiell akselerasjon er et mål på hvor fort størrelsen av hastigheten endrer seg i akkurat den avstanden fra sentrum. Total akselerasjon er et mål på hvor fort hastigheten samlet endrer seg på det stedet.

$$a_{\text{rad}} = \omega^2 \cdot r \approx (5,03)^2 \cdot 0,375 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx \underline{\underline{9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

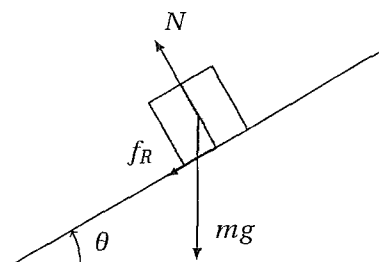
$$a_{\text{tan}} = r \cdot \alpha = 0,375 \cdot 0,251 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx \underline{\underline{0,094 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$a_{\text{tot}} = \sqrt{a_{\text{tan}}^2 + a_{\text{rad}}^2} \approx \underline{\underline{9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

Oppgave 2

- (a) En kloss har en starthastighet og glir oppover et skråplan. Friksjonstallet er μ_k og helningsvinkelen er θ . Tegn figur med kreftene som virker på klossen. Forklar hvilken retning hver kraft har.

Løsning (a) Kloss som glir oppover et skråplan

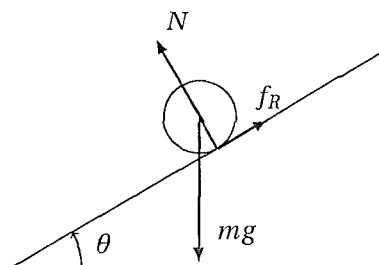


Tyngdekraften mg virker vertikalt rett ned. Normalkraften N virker vinkelrett ut fra overflaten. Friksjonskraften f_R virker mot bevegelsesretningen, da den kun har som oppgave å modifisere translasjonen. Retning på skrå nedover.

- (b) En kule har en starthastighet og ruller oppover et skråplan. Helningsvinkelen er 30°

- (i) Tegn figur med kreftene som virker på kula. Forklar hvilken retning hver kraft har.

Løsning (b) (i) Kule som ruller oppover et skråplan



Tyngdekraften mg virker vertikalt rett ned. Normalkraften N virker vinkelrett ut fra overflaten.

Friksjonskraften f_R virker parallelt med planet, dvs. oppover eller nedover. Den har to funksjoner i en rullebevegelse. En er at den skal modifisere translasjonen. Det kan den gjøre både ved å virke nedover og ved å virke oppover. Den andre funksjonen er å gi kula et kraftmoment som bremser rotasjonshastigheten mot urviserene. Det kan den bare gjøre ved å virke oppover. Friksjonskraften virker på skrå oppover (parallelt med planet).

(ii) Vis at akselerasjonen til sentrum av kula er $\frac{5}{14}g$ nedover skråplanet.

Løsning (b) (ii) Lar alle translasjonsstørrelser være for massesenteret. Kula har massen m , radius

r og treghetsmoment $I = \frac{2}{5}mr^2$.

Ved å anta at kula ruller uten å gli kan vi sette $a = r\alpha$, slik at kraftmomentsetningen gir

$$r \cdot f_R = I\alpha = \frac{2}{5}mr^2 \frac{a}{r} \Rightarrow f_R = \frac{2}{5}ma$$

$$\text{Newton's 2.lov gir } mg \sin\theta - f_R = ma \Rightarrow mg \sin\theta = \frac{7}{5}ma \Rightarrow$$

$$a = \frac{5g \sin 30^\circ}{7} = \frac{5g}{14} \underline{\underline{\text{qed.}}}$$

(c) En homogen sylinder har masse $2M$ og radius $R/2$. En homogen kule har masse M og radius R . De starter begge i ro på toppen av det samme skråplanet og ruller ned uten å gli. Kula kommer ned på 2,0 sekunder. Hvor lang tid bruker sylindren ned?

Løsning (c) Setter lengden av skråplanet til s , størrelsen av friksjonskrafta til f_R , vinkelen til skråplanet θ , massen til legemet m og radius til legemet til r .

Friksjonskrafta må virke oppover for å kunne gi økende vinkelhastighet.

$$\text{Newtons 2.lov blir } a = \frac{mg \sin\theta - f_R}{m} = g \sin\theta - \frac{f_R}{m}.$$

Rotasjonsbetingelsen gir $a = r\alpha$ slik at kraftmomentsetningen blir

$$\sum \tau = I\alpha \Leftrightarrow r f_R = \frac{Ia}{r} \Rightarrow f_R = \frac{Ia}{r^2}. \text{ Setter } I = k \cdot mr^2, k_{\text{kule}} = \frac{2}{5}, k_{\text{syl}} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$f_R = \frac{Ia}{r^2} = kma \Rightarrow a = g \sin\theta - ka \Rightarrow a = \frac{g \sin\theta}{1+k}$$

Akselerasjonen og dermed tiden ned er derfor uavhengig av masse og radius men avhengig av formfaktoren k . Tiden ned finnes ved å bruke bevegelsesligninger:

Feks.

$$s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2s}{a} = (1+k) \frac{2s}{g \sin\theta} \Rightarrow \frac{2s}{g \sin\theta} = \frac{t^2}{1+k} = \frac{t_{\text{kule}}^2}{7/5} \approx 2,857 \text{ s}^2 = \frac{t_{\text{syl}}^2}{3/2} \Rightarrow$$

$$t_{\text{syl}} \approx \sqrt{2,857 \text{ s}^2 \cdot \frac{3}{2}} \approx \underline{\underline{2,1 \text{ s}}}$$

Oppgave 3

- (a) En masse $m = 2,00$ kg ligger på et friksjonsfritt bord. Den er festet til en fjær med fjærkonstant $k = 30,0$ N/m. Fjæra er festet til en vegg. Massen dras litt ut fra likevekt og slippes. Den starter da en svingebevegelse.
Hvor lang tid bruker den fra den er ved maks utslag til den er ved likevekt?

Løsning (a) Kloss-fjærsystemet har vinkelfrekvens $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow$ perioden $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.
Tiden fra maks utslag til likevekt $= \frac{1}{4}T = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}} \approx \underline{\underline{0,41\text{ s}}}$

- (b) En homogen, lang tynn stang har massen m . Den ene enden er festet til en horisontal akse slik at stanga kan svinge i det vertikale planet. En punktformet masse m er festet i den nederste enden. Systemet blir satt i små svingninger med perioden $2,5$ s. Hvor lang er stanga?

Løsning (b) Modellerer legemet som en fysisk pendel.

Svingetiden for små svingninger er da gitt ved $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgd}}$ hvor

I er treghetsmomentet til hele legemet om rotasjonsaksen.

$$I = I_{\text{stang}} + I_{\text{masse}} = \frac{1}{3}ml^2 + ml^2 = \frac{4}{3}ml^2$$

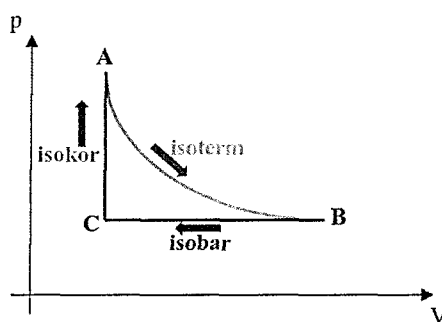
M er total masse $M = 2m$

d er avstand massesenter tyngdepunkt: $d = \frac{m \cdot l/2 + m \cdot l}{m + m} = \frac{3}{4}l$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgd}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{4}{3}ml^2}{(2m) \cdot g \cdot \frac{3}{4}l}} = 2\pi\sqrt{\frac{8l}{9g}} \Rightarrow l = \frac{9}{8}\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \cdot g \approx \underline{\underline{1,7\text{ m}}}$$

- (c) En gass starter i tilstand A, mottar en varmemengde på 95 J slik at den utvider seg ved konstant temperatur til en tilstand B. Deretter blir gassen trykket sammen ved konstant trykk til en tilstand C (volumet av gassen i C er like stort som volumet av gassen i A). Under kompresjonen fra B til C utføres et arbeid på 85 J på gassen. Til slutt tilføres det varme ved konstant volum slik at gassen returnerer til A.
- (i) Tegn et pV-diagram over prosessen. Merk A, B og C tydelig og sett merkelappene isokor, isobar, isoterm og adiabatisk der de skal være hvis de stemmer for en del av diagrammet.

Løsning (c-i) Ingen av prosessene må være adiabatiske.



- (ii) Hvor stort er arbeidet utført på/av gassen i hver av delprosessene over?

Løsning (c-ii) I den isoterme prosessen er det ingen temperaturendring.

Termodynamikkens 1. lov ($\Delta U = Q + W$) gir da at arbeid på gassen er minus tilført varme $Q_{AB} + W_{AB} = 0 \Leftrightarrow W_{AB} = -Q_{AB} = \underline{-95 \text{ J}}$

I den isobare prosessen utføres det et arbeid på gassen slik at $W_{BC} = \underline{85 \text{ J}}$.

I den isokore prosessen er det intet arbeid utført (konstant volum): $W_{CA} = \underline{0 \text{ J}}$.

(Følger konvensjonen om at arbeid på gassen er positivt og arbeid av gassen negativt).

Kjemi

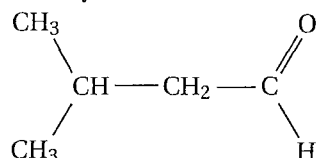
Oppgave 4

- (a) (i) Skriv kjemisk formel for natriumnitritt og kaliumbromid.

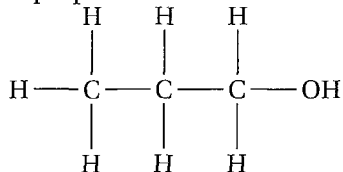
Løsning (a) (i) natriumnitritt NaNO_2 , kaliumbromid KBr

- (ii) Tegn strukturformel for 3-metylbutanal og 1-propanol.

Løsning (a) (ii) 3-metylbutanal



1-propanol



- (b) Identifiser følgende atomer eller ioner:

- (i) Et atom med 31 protoner og 15 nøytroner.
(ii) Et +3 ion med 23 elektroner.
(iii) Et -1 ion med 54 elektroner.

Løsning (b) (i) Ga, (ii) Fe^{3+} (iii) I^-

- (c) Vi har følgende redoksreaksjon:



Hva er oksidasjonstall for jod(I) og mangan (Mn) før og etter reaksjon?

Løsning (c) I et sammensatt ion har oksygen oksidasjonstallet -II (unntatt i H_2O_2).

Siden summen av oksidasjonstallene skal bli ioneladningen får vi:

jod: +7 før reaksjon og +5 etter.

mangan: +2 før reaksjon og +7 etter.

Oppgave 5

- (a) Hvilket volum trenger du av 18M H₂SO₄ (konsentrert svovelsyre), for å lage 1,00 liter 0,500 M H₂SO₄?

Løsning (a) Konsentrasjon er gitt ved $c = \frac{\text{stoffmengde}}{\text{volum}}$

Siden stoffmengden skal være den samme får vi for fortynningen:

$$c_{\text{før}} \cdot V_{\text{før}} = c_{\text{etter}} \cdot V_{\text{etter}} \Rightarrow V_{\text{før}} = \frac{c_{\text{etter}}}{c_{\text{før}}} \cdot V_{\text{etter}} = \frac{0,500 \text{ M}}{18,0 \text{ M}} \cdot 1,00 \text{ liter} \approx \underline{\underline{0,0278 \text{ liter} = 27,8 \text{ ml}}}$$

- (b) Beregn pH når 0,25 g NaOH blir løst i vann og fortynnet til 0,5 dm³.

Løsning (b) pH er gitt som $14 - (-\log[\text{OH}^-])$

formelmasse NaOH: 23,0u + 16,0u + 1,0u = 40,0u \Rightarrow molarmasse NaOH = $40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

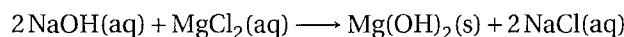
$$\text{stoffmengde NaOH: } n = \frac{\text{masse}}{\text{molarmasse}} = \frac{0,25 \text{ g}}{40,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{konsentrasjon: } [\text{OH}^-] = \frac{\text{stoffmengde}}{\text{volum}} = \frac{6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,5 \text{ dm}^3} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 14 - (-\log[\text{OH}^-]) = 14 - (-\log 1,25 \cdot 10^{-2}) = 14 - 1,9 = \underline{\underline{12,1}}$$

- (c) Magnesiumhydroksid, Mg(OH)₂, er det melkehvite stoffet i magnesiamelk (mot sure oppstøt). Når NaOH tilsettes en løsning av MgCl₂ så felles Mg(OH)₂ ut.

Reaksjon:



Hvor mange gram Mg(OH)₂(s) dannes når 30,0 ml 0,200 M MgCl₂ reagerer med 100 ml 0,140 M NaOH-løsning?

(Molmasse Mg(OH)₂ = 58,32 g/mol)

Løsning (c) stoffmengde MgCl₂: $0,200 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \cdot 0,0300 \text{ liter} = 0,00600 \text{ mol}$

stoffmengde NaOH: $0,140 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \cdot 0,100 \text{ liter} = 0,0140 \text{ mol}$

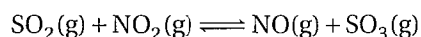
Reaksjonsforhold NaOH:Mg(OH)₂ = 2:1 MgCl₂:Mg(OH)₂ = 1:1

MgCl₂ er begrensende reaktant slik at det dannes 0,00600 mol Mg(OH)₂

Masse Mg(OH)₂ = 58,32 g/mol \cdot 0,00600 mol \approx 0,350 g

Oppgave 6

- (a) Vi har følgende likevektsreaksjon mellom svoveldioksid og nitrogendioksid:



Ved 460 °C er $K_c = 85,0$.

En blanding av disse gassene har følgende konsentrasjoner:

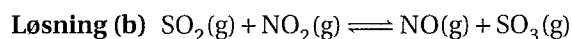
$$[\text{SO}_2] = 0,040 \text{ M} \quad [\text{NO}] = 0,30 \text{ M} \quad [\text{NO}_2] = 0,50 \text{ M} \quad [\text{SO}_3] = 0,020 \text{ M}$$

Har dette systemet nådd likevekt?

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

Løsning (a) $Q = \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{SO}_3]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{0,30 \cdot 0,020}{0,04 \cdot 0,50} = 0,3 \Rightarrow Q < K_c \Rightarrow$
Det er ikke likevekt og reaksjonen går mot høyre

- (b) Beregn molare konsentrasjoner av alle 4 gasser ved likevekt når startkonsentrasjoner for SO_2 og NO_2 begge er 0,050 M.



Skjema	$\text{SO}_2(\text{g})$	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\text{NO}(\text{g})$	$\text{SO}_3(\text{g})$
Start	0,050	0,050	0	0
Slutt	$-x$	$-x$	x	x
Likevekt	$0,050 - x$	$0,050 - x$	x	x

$$K_c = \frac{[\text{NO}] \cdot [\text{SO}_3]}{[\text{SO}_2] \cdot [\text{NO}_2]} = \frac{x \cdot x}{(0,050 - x) \cdot (0,050 - x)} = 85,0 \Rightarrow x = 0,045 \Rightarrow$$

$[\text{SO}_2] = [\text{NO}_2] = 0,005 \text{ M}, [\text{SO}_3] = [\text{NO}] = 0,045 \text{ M}$

- (c) Vi har følgende reaksjon: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$.
 Hvor mange mol $\text{SO}_3(\text{g})$ blir produsert når 285,5 ml $\text{SO}_2(\text{g})$ reagerer med 158,9 ml $\text{O}_2(\text{g})$ ved 315 K og 50,0 mmHg? (1 atm = 760 mmHg).

Løsning (c) $pV = nRT$

$$\text{Stoffmengde SO}_2 = \frac{pV}{RT} = \frac{0,0658 \text{ atm} \cdot 0,2855 \text{ liter}}{0,0821 \frac{\text{liter} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 315 \text{ K}} \approx 7,26 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Stoffmengde O}_2 = \frac{pV}{RT} = \frac{0,0658 \text{ atm} \cdot 0,1589 \text{ liter}}{0,0821 \frac{\text{liter} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 315 \text{ K}} \approx 4,04 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Reaksjonsforhold $\text{SO}_2:\text{SO}_3 = 1:1$ og $\text{O}_2:\text{SO}_3 = 1:2$

Dvs. at SO_2 er begrensende reaktant og det dannes $7,26 \cdot 10^{-4} \text{ mol SO}_3$.