

# Fakultet for teknologi, kunst og design

## Teknologiske fag

### Eksamen i: Miljø og kjemi

Målform: Bokmål

---

Dato: ?. februar 2012

Tid: 3 timer / kl. 9.00 – 12.00

Antall sider (inkl. forside): 6 (3 sider vedlegg)

Antall oppgaver: 10

Tillatte hjelpemidler: Kalkulator som ikke kommuniser trådløst

**Merknad:** Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig.  
Ved eventuelle uklarheter i oppgaveteksten skal du redegjøre for de forutsetninger du legger til grunn for løsningen.

Besvarelsen skal merkes med kandidatnummer, ikke navn.  
Bruk blå eller sort kulepenn på innføringsarket.

**Faglig veileder: Bente Hellum**

Utarbeidet av (faglærer):	Kontrollert av (en av disse):			Instituttleders/ Fagkoordinators underskrift:
	Annen lærer	Sensor	Instituttleder/ Fagkoordinator	
Bente Hellum	Hanne Thomassen	Svein Samdal		

Emnekode: FO051G og FO051M

**Oppgave 1**                      **Grunnstoffer**                      **10 %**

Gitt grunnstoffene      Si, Zn, B, N, K og S

- Klassifiser disse som metall, halvmetall eller ikke metall
- Hva slags ioner vil disse grunnstoffene sannsynligvis danne?
- Hva slags forbindelse ville disse grunnstoffene eventuelt danne med nitrat,  $\text{NO}_3^-$ ?  
Skriv formler der du mener det vil kunne dannes et salt. Der det ikke vil kunne dannes salt skriver du ingen.

**Oppgave 2**                      **Polymere**                      **10 %**

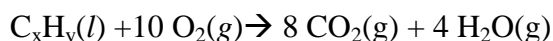
Polyetylen (PE) er en mye brukt termoplast

- Hva er den molekylære forskjellen på LDPE og HDPE?
- Skriv formelen for ( gjerne forenklet) for polyetylen!

**Oppgave 3**                      **Støkiometri**                      **5 %**

Styren, som er en byggeblokk i polystyren, er et hydrokarbon.

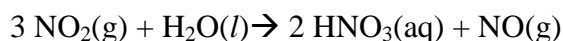
Likningen for forbrenning av styren er



Hva er molekylformel og empirisk formel for styren?

**Oppgave 4**                      **Støkiometri**                      **10 %**

Hvor mange gram  $\text{HNO}_3$  kan dannes i følgende reaksjon hvis 3,6 kg  $\text{NO}_2$  gass bobles gjennom 2,5 kg vann?



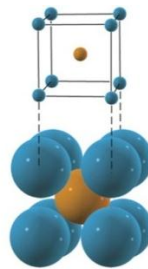
**Oppgave 5**                      **Tilstandslikningen**                      **15 %**

Et eksperiment utføres for å teste om  $\text{SO}_2$  fjernes fra gass som frigis fra et kraftverk. En prøve som inneholder karbondioksid og svoveldioksid opptar et volum på 35 L ved en temperatur på 41 °C og et trykk på 715 torr. Etter at all  $\text{SO}_2$  er fjernet har prøven et volum på 23,5 L og temperatur 29 °C og et trykk på 715 torr. Bestem partialtrykket av  $\text{SO}_2$  og  $\text{CO}_2$  i prøven der svoveldioksid ikke er fjernet.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$$

**Oppgave 6**                      **Faste stoffer**                      **10 %**

- Definer pakkeeffektivitet i et krystallinsk fast stoff.
- Mangan danner en romsentrert enhetscelle med tetthet  $7,88 \text{ g/cm}^3$ . Det går to atomer i en enhetscelle.



Bestem lengden av en kant i den kubiske cellen.

**Oppgave 7** **Entalpi** **10 %**

Regn ut energien som trengs til å overføre 1,00 kg is ved  $-10^{\circ}\text{C}$  til vann ved  $10^{\circ}\text{C}$ !

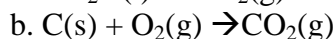
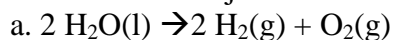
Spesifikk varme for is,  $C_{\text{H}_2\text{O(s)}} = 2,09 \text{ J/g K}$ ,

Spesifikk varme for vann,  $C_{\text{H}_2\text{O(l)}} = 4,18 \text{ J/g K}$

Smeltevarmen for is,  $\Delta H_{\text{fus}} = 335 \text{ J/g}$

**Oppgave 8** **Entropi** **5 %**

Hvilken av reaksjonen under skjer med størst økning i entropi? Forklar.



**Oppgave 9** **Gasslikevekt** **10 %**

Følgende likevekt ble innstilt ved 2000 K:  $\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{NO(g)}$   $K = 4,1 \cdot 10^{-4}$

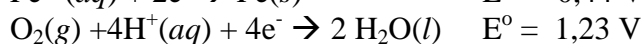
Startkonsentrasjoner er  $[\text{N}_2\text{(g)}] = [\text{O}_2\text{(g)}] = 0,1 \text{ M}$ .

Hva er konsentrasjonen av  $\text{N}_2\text{(g)}$  og  $\text{O}_2\text{(g)}$  ved likevekt?

**Oppgave 10** **Korrosjon/elektrolyse** **15 %**

- En jernbjelke nedsenket i vann vil begynne å ruste rett under vannoverflaten. Forklar hvorfor dette skjer med begrunnelse i at korrosjonsreaksjoner er redoksreaksjoner.
- Aluminium kan benyttes for å beskytte jern i sjøvann. Hva kalles dette? Gi en kort forklaring av prinsippet.
- Vis hvordan tallet for ladningen for et mol elektroner (Faradays konstant) har fremkommet. Hvor mange Ah (amperetimer) kan du teoretisk få fra 1,00 kg aluminium?

Reduksjonspotensialer,  $E^{\circ}$  i vandig sur løsning ved  $25^{\circ}\text{C}$



## Vedlegg 1: Formler og konstanter

Temperatur:  $T = t + 273,15$  K der T er temperatur målt i K og t temperatur målt i °C.

Sammenheng mellom molar masse, masse og mol:  $M_m = m/n$

Konsentrasjon uttrykt i molar:  $C = n/V$

Tilstandslikningen for ideelle gasser:  $pV = nRT$

Elektromagnetisk stråling:  $c = \lambda \nu$   $E = h\nu$

Entalpi:  $H = E + PV$

Gibbs energi:  $G = H - TS$

Varme i en prosess:  $q = m \cdot c \cdot \Delta T$  eller  $q = n \cdot C_p \cdot \Delta T$

$q_{\text{kalorimeter}} = C_{\text{kalorimeter}} \cdot \Delta T$   $q = m \cdot \text{energitetthet}$

Løselighetsprodukt:  $A_a B_b (s) = a A^{b+}(aq) + b B^{a-}(aq)$ ,  $K_{sp} = [A^{b+}]^a [B^{a-}]^b$

Syrer og baser:  $HA(aq) + H_2O = H_3O^+(aq) + A^-(aq)$ ,  $B(aq) + H_2O = OH^-(aq) + BH(aq)$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_b = \frac{[OH^-][BH]}{[B]}$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$pH + pOH = 14$$

$$\text{Ved } 25^\circ \text{C: } K_a \cdot K_b = K_w = 1 \cdot 10^{-14}$$

Elektrokjemi:

$$E_{\text{celle}}^0 = E_{\text{red}}^0 - E_{\text{oks}}^0$$

$$\text{Ved } 25^\circ \text{C: } E_{\text{celle}} = E_{\text{celle}}^0 - \frac{0,0592}{n} \log Q$$

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ for cellereaksjonen } aA + bB + \dots \rightarrow cC + dD + \dots$$

n er antall elektroner som overføres

$E^0$  er cellepotensialet målt ved standardbetingelser

$$\text{Ladning overført i en redoks reaksjon: } Q = It = nF$$

$$\text{Gibbs energi for en reaksjon } \Delta G^0 = -nFE^0 = -RT \ln K$$

## Fysiske konstanter

Størrelse	Forkortelse	Verdi
Atomær masseenhed	u	$1,6606 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
Avogadros tall	$N_A$	$6,02214 \cdot 10^{23} \text{ partikler/mol}$
Boltzmanns konstant	k	$1,3807 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Elektronets ladning	e	$1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C/mol } e^-$
Faradays konstant	F	96485 C/mol
Molvolum	$V_m$	22,414 L/mol
Planks konstant	h	$6,6262 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Lyshastigheten	c	$2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Gasskonstanten	R	8,3145 J/mol K eller 0,08206 L atm/mol K

## Elektronegativitetsverdier

H 2,1						
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Sr 1,0	In 1,7	Sn 1,7	Sb 1,8	Te 2,1	I 2,4
Cs 0,7	Ba 0,9	Tl 1,8	Pb 1,8	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2

**Oppgave 1** **Grunnstoffer** **10 %**

Gitt grunnstoffene Si, Zn, B, N, K og S

- Klassifiser disse som metall, halvmetall eller ikke metall
- Hva slags ioner vil disse grunnstoffene sannsynligvis danne?
- Hva slags forbindelse ville disse grunnstoffene eventuelt danne med nitrat,  $\text{NO}_3^-$ ?  
Skriv formel der du mener det vil kunne dannes et salt. Der det ikke vil kunne dannes salt, skriver du ingen.

Svar: a), b) og c) Ser på hovedgruppene og valenselektronene hva slags ioner som vil dannes.

Si = halvmetall, danner ikke ioner, men teoretisk  $\text{Si}^{\pm 4}$

Zn = metall,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

B = halvmetall,  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{B}(\text{NO}_3)_3$

N = ikke metall,  $\text{N}^{3-}$ , kan ikke danne forbindelser med et annet negativt ion

K = metal,  $\text{K}^+$ ,  $\text{KNO}_3$

S = ikke metall,  $\text{S}^{2-}$ , kan ikke danne forbindelser med et annet negativt ion.

**Oppgave 2** **Polymere** **10 %**

Polyetylen (PE) er en mye brukt termoplast

- Hva er den molekylære forskjellen på LDPE og HDPE?
- Skriv formelen for ( gjerne forenklet) for polyetylen!

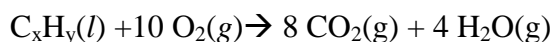
Svar:

- LDPE betyr Low density polyetylen og HDPE betyr high density polyetylen. Lav tetthet oppnås ved en forgrenet struktur, men en høy tetthet oppnås ved lite forgrening av polymeren. Ved høy forgrening kan kjedene ikke pakkes tett og man oppnår lav tetthet, mens ved lav forgrening kan kjedene pakkes tett og man oppnår høy tetthet.
- Monomer:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$   
Polymer:  $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-$

**Oppgave 3** **Støkiometri** **5 %**

Styren, som er en byggeblokk i polystyren, er et hydrokarbon.

Likningen for forbrenning av styren er



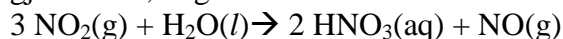
Hva er molekylformel og empirisk formel for styren?

Svar

Molekylformel:  $\text{C}_8\text{H}_8$ , empirisk formel: CH

**Oppgave 4** **Støkiometri** **10 %**

Hvor mange gram  $\text{HNO}_3$  kan dannes i følgende reaksjon hvis 3,6 kg  $\text{NO}_2$  gass bobles gjennom 2,5 kg vann?



Svar:



Må finne begrensende reagens.

$$M_{\text{NO}_2} = 14 + 32 = 46 \text{ g/mol} \quad M_{\text{HNO}_3} = 16 \cdot 3 + 14 + 1 = 63 \text{ g/mol}$$

Masse som trengs hvis 3600 g NO<sub>2</sub> reagerer:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 3600 \text{ g NO}_2 \cdot \left( \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol NO}_2} \right) \cdot \left( \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \right) = 469,5 \text{ g}$$

Siden vi har 2,5 kg er det NO<sub>2</sub> som er begrensende faktor.

$$m_{\text{HNO}_3} = 3600 \text{ g NO}_2 \cdot \left( \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} \right) \cdot \left( \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{3 \text{ mol NO}_2} \right) \cdot \left( \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} \right) = 3286,95 \text{ g} \approx \mathbf{3,3 \text{ kg HNO}_3 \text{ dannes}}$$

### Oppgave 5 Tilstandslikningen

15 %

Et eksperiment utføres for å teste om SO<sub>2</sub> fjernes fra gass som frigis fra et kraftverk. En prøve som inneholder karbondioksid og svoveldioksid opptar et volum på 35 L ved en temperatur på 41 °C og et trykk på 715 torr. Etter at all SO<sub>2</sub> er fjernet har prøven et volum på 23,5 L og temperatur 29 °C og et trykk på 715 torr. Bestem partialtrykket av SO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> i prøven der svoveldioksid ikke er fjernet.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$$

Svar:

Start:

$$P(\text{SO}_2) + P(\text{CO}_2) = 715 \text{ torr}$$

$$V = 35 \text{ L}$$

$$T = (41 + 273)\text{K} = 314 \text{ K}$$

Antall mol CO<sub>2</sub> beregnes fra trykk, volum og temperatur etter SO<sub>2</sub> er fjernet.

$$T = (29 + 273)\text{K} = 302 \text{ K}$$

Etter fjerning av SO<sub>2</sub>:

$$P(\text{CO}_2) = 715 \text{ torr}$$

$$V = 23,5 \text{ L}$$

$$T = (29 + 273)\text{K} = 302 \text{ K}$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{\frac{715}{760} \text{ atm} \cdot 23,5 \text{ L}}{0,0821 \frac{\text{L atm}}{\text{mol K}} \cdot 302 \text{ K}} = 0,892 \text{ mol}$$

Trykk av CO<sub>2</sub> ved start beregnes fra antall mol, volum og temperatur ved start

$$T = (41 + 273)\text{K} = 314 \text{ K}$$

$$P(\text{CO}_2) = \frac{nRt}{V} = \left( \frac{0,892 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{L atm}}{\text{mol K}} \cdot 314 \text{ K}}{35 \text{ L}} \right) \cdot \left( \frac{760 \text{ torr}}{1 \text{ atm}} \right) = 499 \text{ torr}$$

$$P(\text{SO}_2) + P(\text{CO}_2) = 715 \text{ torr}$$

$$P(\text{SO}_2) = P_{\text{total}} - P(\text{CO}_2) = 715 \text{ torr} - 499 \text{ torr} = 216 \text{ torr}$$

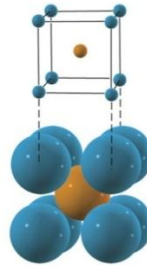
### Oppgave 6

Faste stoffer

10 %

c) Definer i pakkeeffektivitet i et krystallinsk fast stoff.

- d) Mangan danner en romsentrert enhetscelle med tetthet  $7,88 \text{ g/cm}^3$ . Det går to atomer i en enhetscelle.



Bestem lengden av en kant i den kubiske cellen

Svar:

- a) Pakkeeffektivitet er den prosentandel av rommet som er okkupert av atomer.  
b) Atommassen til Mn er 54,9 u, sidekanten i enhetscellen er a

Tetthet enhetscellen = tetthet mangan

$$\frac{m_{\text{kuler}}}{V_{\text{enhetscelle}}} = \frac{m_{\text{Mn}}}{V_{\text{Mn}}}$$

$$V_{\text{enhetscelle}} = \frac{m_{\text{kuler}} \cdot V_{\text{Mn}}}{m_{\text{Mn}}}$$

$$a^3 = \frac{m_{\text{kuler}} V_{\text{Mn}}}{m_{\text{Mn}}} = \frac{2 \text{ atomer} \cdot \frac{54,9 \text{ u}}{\text{atom}} \cdot \frac{1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}}{\text{u}} \cdot 1 \text{ cm}^3}{7,88 \text{ g}}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{2 \text{ atomer} \cdot \frac{54,9 \text{ u}}{\text{atom}} \cdot \frac{1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}}{\text{u}} \cdot 1 \text{ cm}^3}{7,88 \text{ g}}} = 2,85 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

Sidekanten i enhetscellen er  $2,85 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$

### Oppgave 7

### Entalpi

10 %

Regn ut energien som trengs til å overføre 1,00 kg is ved  $-10^\circ\text{C}$  til vann ved  $10^\circ\text{C}$ !

Spesifikk varme for is,  $C_{\text{H}_2\text{O(s)}} = 2,09 \text{ J/g K}$ ,

Spesifikk varme for vann,  $C_{\text{H}_2\text{O(l)}} = 4,18 \text{ J/g K}$

Smeltevarmen for is,  $\Delta H_{\text{fus}} = 335 \text{ J/g}$

Svar:

$$q = q_{-10 \text{ til } 0} + q_{\text{smelting}} + q_{0 \text{ til } 10}$$

$$q = m C_{\text{is}} \Delta T + m \Delta H_{\text{smeltevarme}} + m C_{\text{vann}} \Delta T = m (C_{\text{is}} \Delta T + \Delta H_{\text{smeltevarme}} + C_{\text{vann}} \Delta T) \\ = 1000 \text{ g} (2,09 \text{ J/g K} \cdot 10 \text{ K} + 335 \text{ J/g} + 4,18 \text{ J/g K} \cdot 10 \text{ K}) = 397700 \text{ J} \approx 398 \text{ KJ}$$

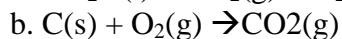
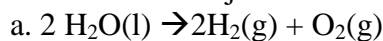
### Oppgave 8

### Entropi

5%



Hvilken av reaksjonen under skjer med størst økning i entropi? Forklar.



Svar: Reaksjon a) gir størst økning i entropi fordi antall produkter er større enn antall reaktanter og produktene er i gassform mens reaktanten var væske.

### Oppgave 9

#### Gasslikevekt

10 %

Følgende likevekt ble innstilt ved 2000 K:  $\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{NO(g)}$   $K = 4,1 \cdot 10^{-4}$

Startkonsentrasjoner er  $[\text{N}_2\text{(g)}] = [\text{O}_2\text{(g)}] = 0,1 \text{ M}$ .

Hva er konsentrasjonen av  $\text{N}_2\text{(g)}$  og  $\text{O}_2\text{(g)}$  ved likevekt?

#### Svar

	$\text{N}_2\text{(g)}$	$\text{O}_2\text{(g)}$	$\text{NO(g)}$
Start, M	0,1	0,1	0
Endring, M	-x	-x	+2x
Likevekt, M	0,1 - x	0,1 - x	2x

$$K = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{(2x)^2}{(0,1-x)^2} = 4,1 \cdot 10^{-4} \quad \frac{(2x)}{(0,1-x)} = \sqrt{4,1 \cdot 10^{-4}}$$

$$x = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{N}_2\text{(g)}] = [\text{O}_2\text{(g)}] = 0,1 \text{ M} - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M} = \mathbf{0,099 \text{ M}}$$

$$[\text{NO(g)}] = 2x = 2 \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} = \mathbf{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}}$$

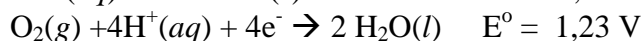
### Oppgave 10

#### Korrosjon/elektrolyse

15 %

- En jernbjelke nedsenket i vann vil begynne å ruste rett under vannoverflaten. Forklar hvorfor dette skjer med begrunnelse i at korrosjonsreaksjoner er redoksreaksjoner.
- Aluminium kan benyttes for å beskytte jern i sjøvann. Hva kalles dette? Gi en kort forklaring av prinsippet.
- Vis hvordan Faradays kontant har fremkommet. Hvor mange Ah (amperetimer) kan du teoretisk få fra 1 kg aluminium? (KIM 94 oppg 5)

Reduksjonspotensialer,  $E^\circ$  i vandig sur løsning ved  $25^\circ\text{C}$



#### Svar

- Rusting vil begynne rett under vannoverflaten fordi det der er tilstede både vann, som trengs som elektrolytt, og oppløst oksygen som katodisk område. Jernet vil være anodisk område og oksideres, mens oksygenet vil virke som katodisk område etter likningene:  
 Anode:  $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$   
 Katode:  $\text{O}_2\text{(g)} + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O(l)}$

- b) Siden Al har et lavere reduksjonspotensiale enn Fe (selv i sjøvann), vil Al bli anodisk i forhold til jernet. Al kalles da en offeranode. Vi får en galvanisk korrosjonscelle der aluminiumen går i oppløsning i stedet for jernet. Når aluminiumen er tært bort må denne byttes ut.
- c) Siden elektronladningen er  $1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  og antallet av et mol elektroner er lik  $6,022 \cdot 10^{23}$ , vil ladningen av ett mol elektroner bli:  $1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 6,02214179 \cdot 10^{23} = 96485 \text{ C}$

$$C = As$$

$$Q = It = nF$$

$$Ah = 1000 \text{ g Al} \cdot \left( \frac{1 \text{ mol Al}}{27,0 \text{ g Al}} \right) \cdot \left( \frac{3 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Al}} \right) \cdot \left( \frac{96500 \text{ As}}{1 \text{ mol e}^-} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) = 2978,39 \sim \mathbf{2980 \text{ Ah}}$$