

# Universitetet i Oslo

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

### Eksamen i KJM1100 Generell kjemi - løsningsforslag

16. desember 2016 kl. 14.30 - 18.30

Opgavesettet består av 18 oppgaver med vektning angitt i hver oppgavetittel.

Totalsum er 100 poeng.

I flervalgsoppgaver gir riktig svar på hvert delspørsmål 1 poeng, mens galt svar gir et gradert fratrukk avhengig av antall svaralternativer. Ubesvart gir 0 poeng. Det er ikke mulig å få mindre enn 0 poeng på en hel oppgave.

Hjelpemidler: Godkjent kalkulator. Jmfør punkt på emnesiden vedrørende hjelpemidler.

Periodesystem ligger som informasjonsdokument i slutten av oppgavesettet.

Andre nødvendige opplysninger er gitt i teksten til hver oppgave.

#### Oppgave 1 (6 poeng)

Vi lar 74,8 g  $\text{MnO}_2$  (s) reagere med 48,2 g HCl (g) etter følgende ligning:



- Vis hva som er begrensende reaktant.
- Beregn hvor mange gram  $\text{Cl}_2$  som dannes.

#### Utrekning

a)  $n(\text{MnO}_2) = m/M = 74,8 \text{ g} / 86,94 \text{ g/mol} = 0,860 \text{ mol}$

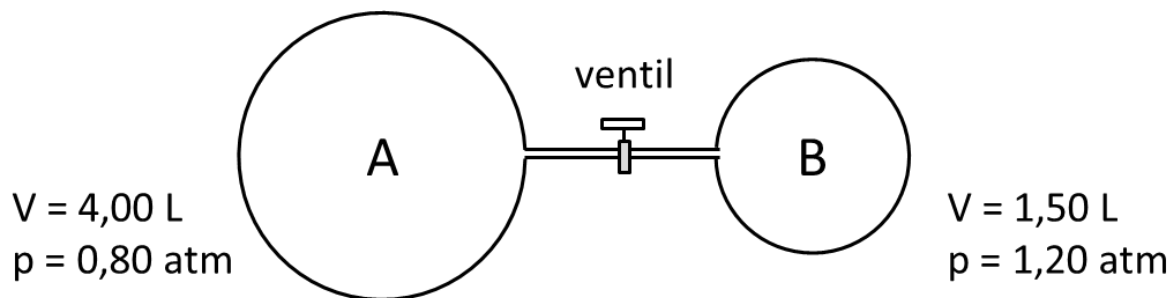
$$n(\text{HCl}) = m/M = 48,2 \text{ g} / 36,46 \text{ g/mol} = 1,32 \text{ mol}$$

Siden det forbrukes fire ganger så mange mol HCl som  $\text{MnO}_2$  er HCl begrensende reaktant.

b)	mol-tabell:	$\text{MnO}_2$	HCl	$\text{Cl}_2$	
	start	0,860	1,32	0,000	
	endring	-0,330	-1,32	+0,330	fra ligningen
	slutt	0,530	0,00	<b>0,33</b>	

$$m(\text{Cl}_2) = n \cdot M = 0,33 \text{ mol} \cdot 70,90 \text{ g/mol} = \underline{23,4 \text{ g}}$$

### Oppgave 2 (5 poeng)



Illustrasjonen viser to beholdere A og B fylt med nitrogengass,  $\text{N}_2 (\text{g})$ , koblet sammen med en ventil som først er lukket. Beregn det felles trykket i A og B etter at ventilen åpnes.  $T = 298,0 \text{ K}$ . Se bort fra volumet til forbindelsesrøret mellom A og B. Gasskonstanten  $R = 0,0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ .

### Utgangning

Bruker gassligningen  $pV = nRT$  for hver beholder og løser mht. antall mol:

$$n_A = p_A V_A / RT \quad n_B = p_B V_B / RT$$

For A + B gjelder:

$$p_{(A+B)} = (n_A + n_B)RT / V_{(A+B)} \quad \text{Innsetting for } n_A \text{ og } n_B \text{ fra over gir:}$$

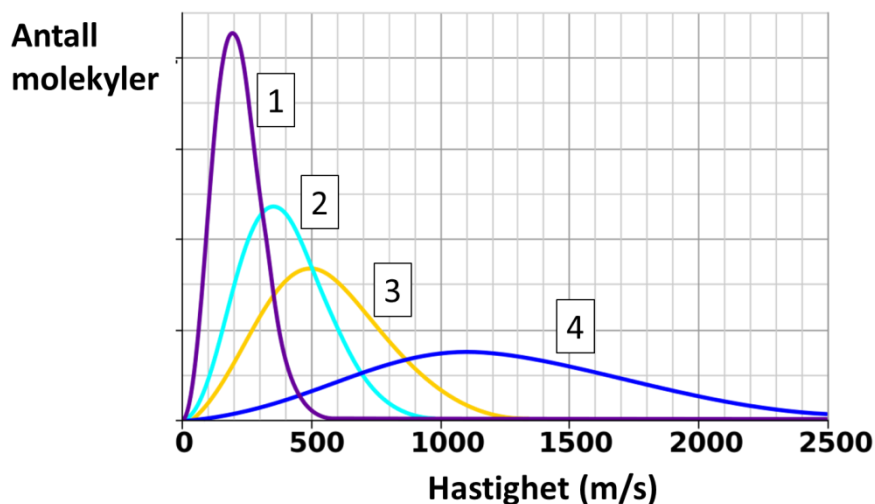
$$p_{(A+B)} = n_{(A+B)}RT / V_{(A+B)} = (p_A V_A / RT + p_B V_B / RT)RT / V_{(A+B)} = (p_A V_A + p_B V_B) / V_{(A+B)}$$

$$p_{(A+B)} = (0,80 \text{ atm} \cdot 4,00 \text{ L} + 1,20 \text{ atm} \cdot 1,50 \text{ L}) / (4,00 + 1,50) \text{ L} = \underline{0,91 \text{ atm}}$$

Det er mulig å regne ut  $n_A = 0,131 \text{ mol}$  og  $n_B = 0,074 \text{ mol}$  og ta det derfra.

### Oppgave 3 (3 poeng)

Illustrasjonen viser to beholdere A og B fylt med nitrogengass,  $\text{N}_2 (\text{g})$ , koblet sammen med en ventil som først er lukket. Beregn det felles trykket i A og B etter at ventilen åpnes.  $T = 298,0 \text{ K}$ . Se bort fra volumet til forbindelsesrøret mellom A og B. Gasskonstanten  $R = 0,0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ .



Figuren viser fire hastighetsfordelinger 1 - 4 for fire gasser ved en gitt temperatur. Bruk tabellen under til å angi hvilken som hører til  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Ne}$  og  $\text{Xe}$ .

	1	2	3	4
H <sub>2</sub>				
Cl <sub>2</sub>				
Ne				
Xe				

**Forklaring:** Ved en gitt temperatur beveger små molekyler seg fort, store langsomt. I oppgaven er det derfor snakk om å sortere de fire molekylene fra størst (1 = Xe) til minst (4 = H<sub>2</sub>).

#### Oppgave 4 (3 poeng)

En bit kobber med masse 6,22 kg varmes opp fra 20,5 til 324,3 °C. Kobber har spesifikk varmekapasitet 0,385 J/(g·K). Beregn hvor mye energi (i kJ) som går med: **727,5 kJ**

$$q = ms\Delta t = 6,22 \text{ kg} \cdot 0,385 \text{ kJ/(g}\cdot\text{K)} \cdot 303,8 \text{ K} = \underline{727,5 \text{ kJ}}. \text{ Svar mellom 727 og 728 er godkjent.}$$

#### Oppgave 5 (6 poeng)

<p>A</p>	<p>B</p> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ $= [\text{Ne}]3s^1$	<p>C</p>								
<p>D</p>	<p>E</p> <table border="1"> <tr> <td><i>l</i></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Navn på orbital</td> <td>s</td> <td>p</td> <td>d</td> </tr> </table>	<i>l</i>	1	2	3	Navn på orbital	s	p	d	<p>F</p>
<i>l</i>	1	2	3							
Navn på orbital	s	p	d							

Ta stilling til følgende påstander knyttet til de seks figurene over (fyll svarene inn i matrisen under).

A. Viser figuren en prosess som kalles **emisjon**?

B. Er dette to likeverdige notasjoner for elektronkonfigurasjonen til natrium?

C. Viser figuren én av de fem *d*-orbitalene?

D. Viser figuren riktig elektronkonfigurasjon for et karbonatom?

E. Navnet på en orbital bestemmes av verdien til birkvantetallet *l*. Er tabellen riktig?

F. Er det riktig, som vist her, at et neonatom er større enn et berylliumatom?

Feilen i figur B, der det sto =  $[\text{Ne}]1s^1$ , er rettet her. Det har liten betydning, siden de to elektronkonfigurasjonene uansett er helt ulike, men vi beklager dette

	Ja	Nei
A	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
B	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
C	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
D	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
F	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

### Forklaring:

A Figuren viser det motsatte, **eksitasjon**

B Na er grunnstoff nummer 11 og har 11 elektroner:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 = [\text{Ne}]3s^1$ . Den andre angitte elektronkonfigurasjonen er for element 19 K.

D 2p-elektronen skal ha samme spinn (opp eller ned)

E Riktige *l*-verdier for *s*, *p*, *d* er 0, 1, 2

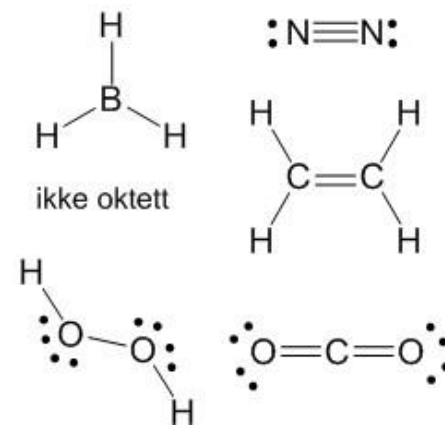
F Størrelsen avtar fra venstre mot høyre i en periode pga. økende kjerneladning

### Oppgave 6 (5 poeng)

Angi hvor mange frie elektronpar du finner i hvert enkelt molekyl.

- BH<sub>3</sub>, borhydrid
- N<sub>2</sub>, nitrogen
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, eten
- CO<sub>2</sub>, karbondioksid
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, hydrogenperoksid

	0	1	2	3	4	5	6
Borhydrid	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nitrogen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eten	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Karbondioksid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hydrogenperoksid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



### Oppgave 7 (5 poeng)

Bruk matrisen under til å angi omtrentlig verdi i grader ( $\pm 3^\circ$ ) for bindingsvinklene i

- SO<sub>2</sub>, svoveldioksid
- NH<sub>3</sub>, ammoniakk
- I<sub>3</sub><sup>-</sup>, triiodidanionet
- XeF<sub>4</sub>, xenontetrafluorid
- BeH<sub>2</sub>, berylliumhydrid

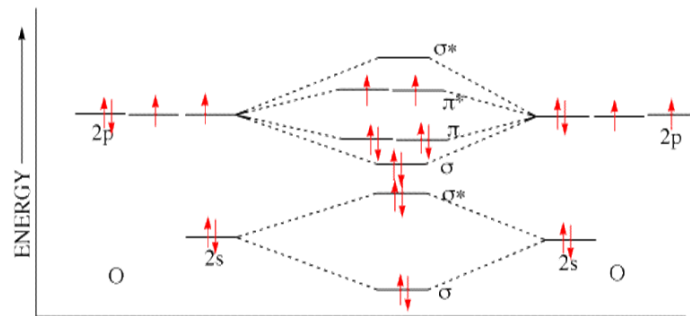
	< 90	90	109,5	120	180
O-S-O	○	○	○	⊙	○
H-N-H	○	○	⊙	○	○
I-I-I	○	○	○	○	⊙
F-Xe-F	○	⊙	○	○	○
H-Be-H	○	○	○	○	⊙

Se kapitlet i læreboken om molekylgeometrier.

### Oppgave 8 (4 poeng)



Lewisstruktur

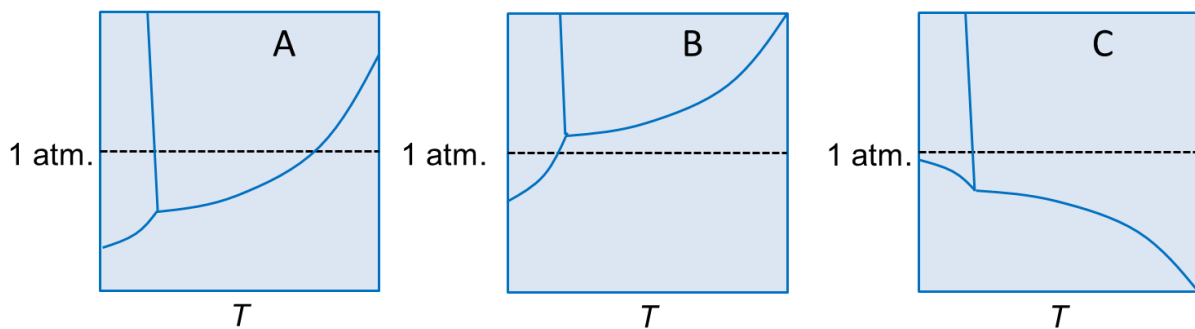


Molekylorbitaldiagram

Figuren viser to ulike modeller for bindingsforholdene i oksygenmolekylet. Forklar med inntil 10 linjer tekst hvorfor bare den ene modellen korrekt forutsier at  $O_2$  er paramagnetisk.

**Svar:** Vi vet at paramagnetisme er knyttet til at stoffet har **uparrede elektroner**. Fra Lewisstrukturen ser det ut som  $O_2$ -molekylet har bare parrede elektroner, som skulle tilsi at det er diamagnetisk, mens MO-modellen gir korrekt spådom siden de to elektronene med høyest energi har parallelle spinn i to forskjellige antibindende  $\pi^*$ -orbitaler.

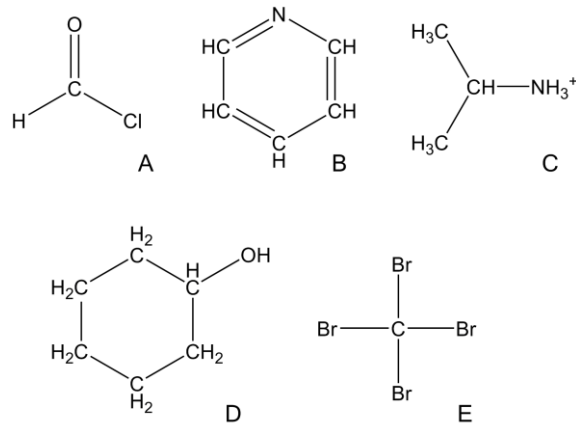
### Oppgave 9 (3 poeng)



Bruk inntil fem linjer tekst på å forklare hvilket av de tre diagrammene som viser et stoff som sublimerer i stedet for smelter ved 1 atm. trykk.

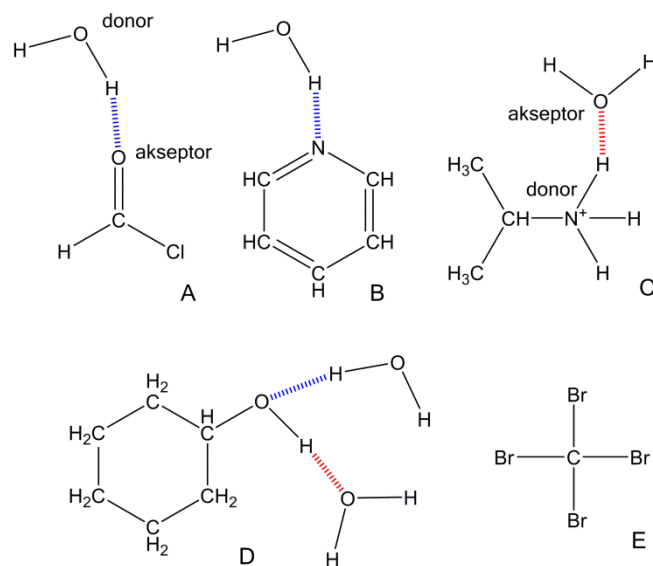
**Svar:** Figur B er riktig, den viser et stoff som går direkte fra fast stoff til væske ved oppvarming langs den stiplede linjen. Figur C viser smelting, men aldri koking. Det er et umulig fasediagram bl.a. siden kokepunktet synker ved økende trykk. Figur A viser et normalt fasediagram slik vi har for f.eks. vann.

### Oppgave 10 (5 poeng)



Hvilken rolle har de fem molekylene/ionene vist over i hydrogenbindinger med vannmolekyler når hvert av dem er løst i vann?

	verken donor eller akseptor (løses lite)	bare donor	bare akseptor	både donor og akseptor
A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
C	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
E	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



## Oppgave 11 (5 poeng)

The screenshot shows a word processing software interface. On the left, there is a table with the following data:

konsentrasjon	[A]	[B]	[C]	[D]
start	0,300	0,800	0,000	0,300
ending				
slutt				0,600

On the right, the 'Egenskaper for tabell' (Table Properties) dialog box is open. The 'Rader' (Rows) field is set to 4 and the 'Kolonner' (Columns) field is set to 5. Other settings include 'Overskrifter' (Ingen), 'Rammestørrelse' (1), 'Juster' (<ikke satt>), 'Bredde' (500), 'Høyde' (empty), 'Cellemarg' (1), and 'Cellepolstring' (1). The 'OK' button is highlighted in green.

Vi ser på en likevekt i vann:  $2A + 2B \rightleftharpoons C + 3D$

Ved start, før likevekt er innstilt, har vi følgende konsentrasjoner:

[A] = 0,300 M, [B] = 0,800 M, [C] = 0,000 M, [D] = 0,300 M.

Etter at likevekt er innstilt finner vi at [D] = 0,600 M. Beregn likevektskonstanten  $K$  for systemet.

Tips: Bruk tabellverktøyet i menyen under (se figur over) og lag en tabell med fire rader og fem kolonner der du setter inn opplysningene gitt i oppgaven. Fyll ut resten av tabellen, kommenter det du gjør og beregn  $K$ . Manøvrer mellom tabellbokser med piltastene og høyreklikk på tabellen dersom du ønsker å slette eller endre den. Kolonnebredde justeres automatisk. I føringen av denne oppgaven kan du erstatte brøkstreken i likevektskonstanten med / (slash) på følgende måte (velger en tilfeldig annen reaksjon som eksempel):

$$K = \frac{[E]^3}{[F][G]^2} \rightarrow K = [E]^3/[F][G]^2$$

The screenshot shows the same word processing software interface as above, but with the table completed. The values in the table are as follows:

konsentrasjon	[A]	[B]	[C]	[D]
start	<b>0,300</b>	<b>0,800</b>	<b>0,000</b>	<b>0,300</b>
ending	-0,200	-0,200	+0,100	+0,300
slutt	0,100	0,600	0,100	<b>0,600</b>

Below the table, the equilibrium constant  $K$  is calculated:

$$K = [C][D]^3/[A]^2[B]^2 = (0,100)(0,600)^3/(0,100)^2(0,600)^2 = 0,600/0,100 = \underline{6,00}$$

**Kommentar:** Oppgitte tall er i tabellen uthevet i **bold**. Tallene i ending-raden fremkommer av støkiometrien i ligningen. Mange av konsentrasjonene kan forkortes bort i utregningen av  $K$ .

### Oppgave 12 (7 poeng)

Beregn pH etter at vi har blandet følgende løsninger:

a) 100,0 mL 0,100 M HCl (aq) (saltsyre) og 80,0 mL 0,150 M NaOH (aq).

b) 100,0 mL 0,100 M CH<sub>3</sub>COOH (aq) (eddiksyre) og 100,0 mL rent vann.  
Syrekonstanten til eddiksyre er  $K_a = 1,80 \cdot 10^{-5}$ .

#### Utrekning

a) Finner antall mol H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> fra saltsyre og OH<sup>-</sup> fra lut:

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} = c_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot V_{\text{H}_3\text{O}^+} = 0,100 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 0,0100 \text{ mol. minst, begrensende reaktant!}$$

$$n_{\text{OH}^-} = c_{\text{OH}^-} \cdot V_{\text{OH}^-} = 0,150 \text{ mol/L} \cdot 0,0800 \text{ L} = 0,0120 \text{ mol. mest, er igjen i overskudd!}$$

Nøytralisasjon  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  skjer til alt H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> er brukt opp, 0,0020 mol OH<sup>-</sup> er igjen.

Har sterk base, må beregne konsentrasjonen.

$$c_{\text{OH}^-} = n_{\text{OH}^-} / V_{\text{total}} = 0,0020 \text{ mol} / (0,100 + 0,0800) \text{ L} = 0,0111 \text{ M} \rightarrow \text{pOH} = 1,95$$

$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = \underline{12,05}$$

b) Etter blandingen, som representerer en ren fortykning av syren, har vi 200,0 mL 0,0500 M eddiksyre. Beregner pH i denne på vanlig måte, kaller eddiksyre HA.



Konsentrasjon/M	[HA]	[A <sup>-</sup> ]	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ]
Start	0,0500	0	≈ 0
Endring	-x	+x	+x
Slutt	0,0500 - x	x	x

Innsetting i uttrykket for  $K_a$  gir:

$$x \cdot x / (0,0500 - x) = 1,80 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Antar } x \ll 0,0500 \rightarrow 0,0500 - x \approx 0,0500$$

$$x^2 / 0,0500 = 1,80 \cdot 10^{-5}$$

$$x^2 = 9,00 \cdot 10^{-7}$$

$$x = 9,49 \cdot 10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow \text{pH} = \underline{3,02}$$

$$\text{Antatt } 0,000949 \ll 0,0500, \text{ OK! } (< 5 \%)$$

### Oppgave 13 (11 poeng)

Vi har 100,0 mL av en ammoniakk-ammonium-buffer der  $[\text{NH}_3] = 0,500 \text{ M}$  og  $[\text{NH}_4^+] = 0,700 \text{ M}$ .

Basekonstanten til ammoniakk er  $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$ .

a) Beregn pH i løsningen.

b) Beregn pH i etter at vi har tilsatt 50,0 mL 0,400 M NaOH-løsning til løsningen i a).

c) Beregn pH i etter at vi har tilsatt 100,0 mL 0,600 M HCl-løsning til løsningen i a).

Kommenter i hvert tilfelle om svaret er rimelig. Om du ikke har regnet ut, kan du gi en kvalitativ vurdering av hva svaret kan være.



### Utgangspunkt

a) Fra  $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$  for basen  $\text{NH}_3$  finner vi  $\text{p}K_b = -\log(K_b) = 4,74$

For syren  $\text{NH}_4^+$  bruker vi at  $\text{p}K_a + \text{p}K_b = 14,00$  for et korresponderende syre-base par:

$$\text{p}K_a = 14,00 - \text{p}K_b = \mathbf{9,26}$$

Finner nå pH med bufferligningen:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log(c_{\text{base}}/c_{\text{syre}}) = \text{p}K_a + \log([\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+]) = 9,26 + \log(0,500 \text{ M}/0,700 \text{ M}) = \mathbf{9,11}$$

Basisk løsning siden  $\text{NH}_3$  er sterkere base enn  $\text{NH}_4^+$  er syre, litt lavere pH enn  $\text{p}K_a$  siden  $[\text{NH}_4^+] > [\text{NH}_3]$

b)  $\text{OH}^-$  fra lutløsningen vil reagere med  $\text{NH}_4^+$ :  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$

Må finne det antall mol vi starter med ( $n^\circ$ ) av stoffene som inngår og lage tabell for reaksjonen:

$$n^\circ_{\text{NH}_3} = c_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{NH}_4^+} = 0,500 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 0,0500 \text{ mol}$$

$$n^\circ_{\text{NH}_4^+} = c_{\text{NH}_4^+} \cdot V_{\text{NH}_4^+} = 0,700 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 0,0700 \text{ mol}$$

$$n^\circ_{\text{OH}^-} = c_{\text{OH}^-} \cdot V_{\text{OH}^-} = 0,400 \text{ mol/L} \cdot 0,0500 \text{ L} = 0,0200 \text{ mol} \quad \textit{minst, begrensende reaktant!}$$

n/mol	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4^+$	$\text{OH}^-$
Start	0,0500	0,0700	0,0200
Endring	+ 0,0200	- 0,0200	- 0,0200
Slutt	<b>0,0700</b>	<b>0,0500</b>	$\approx 0$

Har fortsatt  $\text{NH}_3$  og  $\text{NH}_4^+$  i omtrent jevnstore mengder, og finner igjen pH med bufferligningen

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log([\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+]) \quad \text{eller}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log(n_{\text{base}}/n_{\text{syre}}) = 9,26 + \log(0,0700 \text{ mol}/0,0500 \text{ mol}) = \mathbf{9,41}$$

$\text{pH} > \text{p}K_a$  siden  $[\text{NH}_4^+] < [\text{NH}_3]$

c)  $\text{H}_3\text{O}^+$  fra saltsyren vil reagere med  $\text{NH}_3$ :  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$

Må som i b) finne antall mol av stoffene som inngår og lage tabell for reaksjonen.

$$n^\circ_{\text{NH}_3} = 0,0500 \text{ mol} \quad n^\circ_{\text{NH}_4^+} = 0,0700 \text{ mol} \quad \text{som i b)}$$

$$n^\circ_{\text{H}_3\text{O}^+} = c_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot V_{\text{H}_3\text{O}^+} = 0,600 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 0,0600 \text{ mol}$$

n/mol	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4^+$	$\text{H}_3\text{O}^+$
Start	0,0500	0,0700	0,0600
Endring	- 0,0500	+ 0,0500	- 0,0500
Slutt	$\approx 0$	0,1200	<b>0,0100</b>

Har overskudd av  $\text{H}_3\text{O}^+$  og beregner pH i sterk syre (trenger ikke ta hensyn til effekten av den svake syren  $\text{NH}_4^+$ ).

$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} = n_{\text{H}_3\text{O}^+}/V_{\text{total}} = 0,0100 \text{ mol}/(0,100 + 0,100) \text{ L} = 0,0500 \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow \mathbf{\text{pH} = 1,30} \quad \text{Lav pH OK}$$

### Oppgave 14 (6 poeng)

Løselighetsproduktet  $K_{\text{sp}}$  for sølvklorid,  $\text{AgCl}$ , er  $1,6 \cdot 10^{-10}$ . Beregn løseligheten (i M) av sølvklorid

a) i rent vann.

b) i en  $8,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$  sølvnitratløsning. Kommenter svaret sammenlignet med svaret i a).

### Utgangspunkt:

a) Oppløsning av saltet:  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Lager tabell for prosessen:

konsentrasjon/M	[Ag <sup>+</sup> ]	[Cl <sup>-</sup> ]
Start	0	0
Endring	+ s	+ s
Slutt	s	s

Innsetting i uttrykket for  $K_{sp}$  gir:

$$K_{sp} = s \cdot s = s^2 = 1,6 \cdot 10^{-10} \rightarrow \underline{s = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}}$$

b) Lager tilsvarende tabell som i a) (nitrat er uten betydning):

konsentrasjon/M	[Ag <sup>+</sup> ]	[Cl <sup>-</sup> ]
Start	0,0083	0
Endring	+ s	+ s
Slutt	0,0083 + s	s

$$K_{sp} = (0,0083 + s)s = 1,6 \cdot 10^{-10}$$

$$0,0083 \cdot s = 1,6 \cdot 10^{-10}$$

$$\underline{s = 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ M}}$$

$$\text{Antar } s \ll 0,0083 \rightarrow 0,0083 + s \approx 0,0083$$

Redusert ift. a) pga. felleffekt (Le Chat. prinsipp)

### Oppgave 15 (9 poeng)

a) For vannets autoprotolyse ved 298 K:  $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$

har vi at  $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ . Finn  $\Delta G^\circ$  for reaksjonen.

Generelt gjelder  $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$  der  $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ .

b) Vi skal se på faseovergangen når is smelter og blir til vann. Smeltningsetalpien (engelsk: *heat of fusion*,  $\Delta H_{\text{fus}}$ ) for is er 6010 J/mol. Hva er entropiendringen, i J/(mol·K), for overgangen fra is til vann? Gi en vurdering av fortegnet (én setning). Du kan ha behov for ligningen  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  (hint: hva er  $\Delta G$  ved en faseovergang?).

Kopier tegnet  $\Delta$  fra oppgaveteksten til din besvarelse. Det er ikke nødvendig å bruke kursiv for G i " $\Delta G$ " etc.

### Utrekning

a) Generelt gjelder  $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$  der  $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ . Ved likevekt er  $\Delta G = 0$  og  $Q = K$ , dvs.

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad \text{Her har vi } K = K_w, \text{ innsetting gir}$$

$$\Delta G^\circ = -8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \cdot 298 \text{ K} \ln (1,0 \cdot 10^{-14}) = 8,0 \cdot 10^4 \text{ J/mol} = \underline{8,0 \cdot 10^1 \text{ kJ/mol} = 80 \text{ kJ/mol}}$$

b) Generelt er  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ . Ved en faseovergang har vi en likevekt mellom de to fasene og  $\Delta G = 0$ :

$$0 = \Delta H - T\Delta S \rightarrow \Delta S = \Delta H/T \quad \text{Når is smelter (vann fryser) er } T = 273 \text{ K } (0 \text{ }^\circ\text{C}). \text{ Innsetting gir:}$$

$$\Delta S = 6010 \text{ J/mol} / 273 \text{ K} = \underline{22,0 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})}$$

Positivt fortegn er rimelig siden vi går fra en relativt sett ryddig tilstand (is, fast stoff) til en mer uryddig tilstand (vann, væske).

Oppgave 16 (8 poeng)

Standard Reduction Potential Table (at 25°C, 101kPa, 1M)		
	Half-Reaction	volts
↑ Weak Oxidizing Agents / Strong Reducing Agents	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	- 3.04
	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	- 1.68
	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	- 0.76
	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	- 0.44
	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	- 0.41
	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	- 0.26
	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	- 0.13
	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0.00
	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0.34
	$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0.52
	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	0.77
	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	0.80
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	0.82
	$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	1.07
	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1.36
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	1.52	
		↓ Strong Oxidizing Agents / Weak Reducing Agents

Vi setter opp en elektrokjemisk celle av en sinkelektrode og en hydrogenelektrode.

- a) Angi cellereksjonen og beregn cellespenningen  $E$  når  $[\text{Zn}^{2+}] = 2,5 \text{ M}$ ,  $[\text{H}^+] = 1,0 \text{ M}$  og  $P_{\text{H}_2} = 1,0 \text{ atm}$ .  
 b) Vi beholder  $[\text{Zn}^{2+}]$  og  $P_{\text{H}_2}$  fra a), men endrer  $[\text{H}^+]$ .  $E$  måles nå til  $0,54 \text{ V}$ . Hva er  $[\text{H}^+]$ ? Gjør en kvalitativ vurdering av svaret (f.eks. er den større enn eller mindre enn  $1,0 \text{ M}$ ) dersom du ikke klarer å regne ut.

Nernst ligning ved  $T = 298 \text{ K}$  er:  $E = E^\circ - \frac{0,0592\text{V}}{n} \log Q$

**Utrekning**

a) Sink står lengst oppe i tabellen og blir anode, cellereksjon er:



Finner cellespenningen ved Nernsts ligning

$$E = E^\circ - (0,0592/n) \log Q = E^\circ - (0,0592 \text{ V}/2) \log ([\text{Zn}^{2+}] p_{\text{H}_2}/[\text{H}^+]^2) \quad \text{Innsetting gir:}$$

$$E = 0,76 \text{ V} - (0,0592 \text{ V}/2) \log (2,5 \cdot 1,0/(1,0)^2) = 0,76 \text{ V} - 0,01 \text{ V} = \underline{0,75 \text{ V}}$$

b) Setter inn alle kjente og ukjente data i Nernsts ligning:

$$E = E^\circ - (0,0592 \text{ V}/2) \log ([\text{Zn}^{2+}] p_{\text{H}_2}/[\text{H}^+]^2)$$

$$0,54 \text{ V} = 0,76 \text{ V} - (0,0592 \text{ V}/2) \log (2,5 \cdot 1,0/[\text{H}^+]^2)$$

$$-0,22 \text{ V} = -0,0296 \text{ V} \log (2,5/[\text{H}^+]^2) \quad \text{Multipliserer med } -1$$

$$0,22 \text{ V} = 0,0296 \text{ V} \log (2,5/[\text{H}^+]^2) \quad \text{Dividerer med } 0,0296 \text{ V}$$

$$7,43 = \log (2,5/[\text{H}^+]^2) \quad \text{Opphøyer i } 10^x, 10^{\log a} = a$$

$$10^{7,43} = 2,5/[\text{H}^+]^2 \quad \text{Regner ut}$$

$$2,7 \cdot 10^7 = 2,5/[\text{H}^+]^2 \quad \text{Omrokker og regner ut}$$

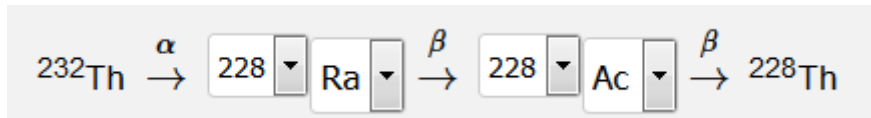
$$[\text{H}^+]^2 = 2,5/2,7 \cdot 10^7 = 9,32 \cdot 10^{-8} \quad \text{Kvadratrot}$$

$$\underline{[\text{H}^+] = 3,0 \cdot 10^{-4}} \quad \text{Se eksempel 19.7 i læreboken s. 681.}$$

Kvalitativt: Siden spenningen er lavere enn spenningen i a), har systemet fått mindre «lyst» til å reagere fra venstre mot høyre. Siden høyre side er uendret fra a), er eneste mulighet at vi reduserer  $[H^+]$ , som følgelig må bli  $< 1,0 \text{ M}$ . Merk at mengden  $Zn(s)$  ikke har betydning siden faste stoffer (og rene væsker) ikke inngår i likevektsuttrykk.

### Oppgave 17 (4 poeng)

Bruk nedtrekksmenyene til å velge riktig element og riktig massetall for de to ukjente nukleidene i desintegrasjonsserien vist under.



### Oppgave 18 (5 poeng)

I en laboratorieøvelse skal atommassen til magnesium bestemmes ut fra den mengde hydrogengass man får etter at en innveid magnesiumbit reagerer med saltsyre. I pdf-dokumentet er det gitt en enkel beskrivelse av eksperimentet. Gitt at du er veileder for en student under dette forsøket, hvilke ting vil du presisere at det er viktig å passe på? Det vil være snakk om praktiske detaljer som ikke er omtalt i den røde delen av teksten i pdf-dokumentet. Skriv inntil 15 linjer tekst.

**Svar:** Noen elementer som det erfaringsmessig kan være verdt å minne om:

- Pusse metallbiten
- Huske å tarere vekten
- Lukke døren under veiing
- Fylle røret helt med vann så det ikke er luftbobler til stede
- Vente til alt metall er oppløst
- Måle  $V_{\text{gass}}$  riktig, til bunnen av menisken ikke toppen.
- Måle  $h_{\text{vann}}$  riktig, til vannoverflaten og ikke mengden vann i røret