

Den 34. internasjonale Kjemiolympiade i Groningen, juli 2002.

1. uttaksprøve. Fasit.

Oppgave 1

- | | | |
|------|------|------|
| A) 3 | D) 3 | G) 3 |
| B) 2 | E) 4 | H) 3 |
| C) 4 | F) 3 | I) 2 |

Oppgave 2

A) Reaksjonen er summen av de to reaksjonene lengre opp. Likevektskonstanten K for reaksjonen blir dermed:

$$K = K_1 \cdot K_2 = 1,11 \cdot 10^{-10}$$

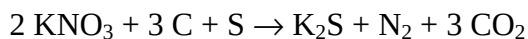
B) Reaksjonskvotienten regnes ut og sammenlignes med K:

$$Q = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]} = 1002 > K$$

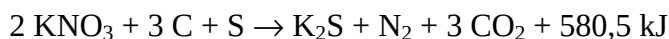
Reaksjonen går mot venstre.

Oppgave 3

A) Molforholdet mellom ingrediensene er $KNO_3 : C : S = 0,742 : 1,08 : 0,374 \approx 2:3:1$. Det tilsvarende følgende reaksjon:



B) Den støkiometriske blandingen i henhold til ligningen i A) har masse 270 g. Den termokjemiske ligningen blir:



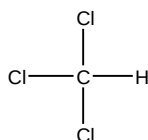
C) Svaret kan finnes ved å løse ligningen:

$$2 \cdot 2,15 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot 0,35 = \frac{1}{2} \cdot 0,002 \text{ kg} \cdot v^2$$

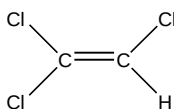
$$v = 780 \text{ m/s}$$

Oppgave 4

A) Strukturformlene er:



Triklormetan



Trikloreten

B) De to isotopene i naturlig forekommende brom har masse 79 u og 81u. Toppene fremkommer av alle kombinasjoner av disse to.

C) Det er forbindelse A som har lavest kokepunkt. Det er den eneste som ikke kan danne hydrogenbindinger.

Oppgave 5

i) I en dråpe: $V = 3 \text{ cm}^3 : 110 = 2,73 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$

ii) I en dråpe: $m = V \cdot \text{tetthet} = 2,73 \cdot 10^{-2} \text{ g}$

iii) I en dråpe: $n = m/M = \frac{2,73 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{18,02 \text{ g/mol}} = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

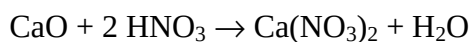
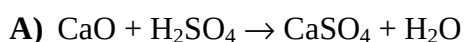
iv) I en dråpe: $N = n \cdot \text{Avogadros tall} = 9,11 \cdot 10^{20} \text{ molekyler}$

B) Konsentrasjonen blir:

$$c = \frac{1,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2,72 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3} \cdot 1000 \text{ cm}^3 / \text{dm}^3 = 55,4 \text{ M}$$

C) lengden = $9,11 \cdot 10^{20} \text{ molekyler} \cdot 1,50 \cdot 10^{-10} \text{ m/molekyl} = 1,37 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,37 \cdot 10^8 \text{ km}$

Oppgave 6



B) $n(\text{CaO}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) + n(\text{HNO}_3)/2$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1000 \text{ kg}}{98,1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 10,2 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{500 \text{ kg}}{63,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 7,94 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaO}) = (10,2 \cdot 10^3 \text{ mol} + 7,94 \cdot 10^3 / 2 \text{ mol}) \cdot 56,1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = 795 \text{ kg}$$

Man må tilsette 795 kg kalsiumoksid for å nøytralisere innsjøen.

Oppgave 7

Stoffmengden av kloridioner: $n = \frac{0,5070 \text{ g}}{143,4 \text{ g/mol}} = 3,5355 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Stoffmengden av MCl_2 er halvparten så stor. Vi finner molmassen til MCl_2 :

$$M(\text{MCl}_2) = \frac{0,5250 \text{ g}}{0,00177 \text{ mol}} = 297,0 \text{ g/mol}$$

Atommassen til M blir: $(297,0 - 2 \cdot 35,5) \text{ u} = 226 \text{ u}$

M må være grunnstoffet radium.

Fasit 2. uttakingsrunde Kjemi-OL 2002

Oppgave 1

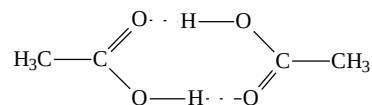
1c, 2c, 3b, 4b, 5a, 6b, 7d, 8b

Oppgave 2

- a) i) Kovalente-, ioniske- og metallbindinger
ii) Diamant, koksalt og natrium (for eksempel)
iii) AlCl_3 , BeO og MgCl_2 er eksempler på blanding av kovalent og ionisk binding. GaAs , ren Si og BN er eksempler på blanding mellom kovalent og metallisk binding. Na_3P og Na_3Al er eksempler på blanding mellom ionisk og metallisk binding

NB! Merk at oppgaven spør etter bindinger i forbindelser som IKKE består av enkeltmolekyler. Dette utelukker ulike typer interaksjoner mellom isolerte molekyler som hydrogenbindinger og van der Waals' bindinger (også kalt dipol-dipol krefter)

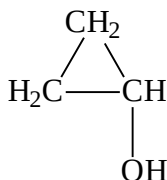
- b) i) Hydrogenbindinger ii)



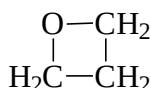
- c) $1.84 \times 10^{-7} \text{ M}$

- d) $5 \text{ BiO}_3^- + 2 \text{ Mn}^{2+} + 14 \text{ H}^+ \rightarrow 5 \text{ Bi}^{3+} + 2 \text{ MnO}_4^- + 7 \text{ H}_2\text{O}$

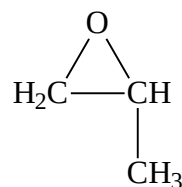
- e) i) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ (propan-1-ol)
 $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ (propan-2-ol, [isopropanol])
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$ (etylmetyleter)
ii) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{OH}$ (propenol, umettet alkohol)
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}$ (propanal, aldehyd)
 $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_3$ (propanon [acetone], keton)
 $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_3$ (etylvinyleter)



(syklopropanol)



(eter)

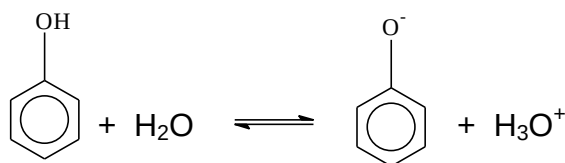
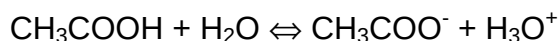


(epoksid)

Merknad! Forbindelser som har OH-grupper på et umettet karbonatom (enoler) vil danne en likevekt mellom to isomerer, keton/enol eller aldehyd/enol. I denne

likevekten vil keto/aldehydformen dominere og de vil kun finnes som propanal og propanon. (Navn for de to siste forbindelsene var det ikke forventet å få svar på)

f) Fenoler og karboksylsyrer er syrer



Aminer er baser



Hydrokarboner, aldehyder og estere er nøytrale forbindelser.

Oppgave 3

a) $\text{pH} = \text{pK}_a - \log([\text{syre}]/[\text{base}]) = 9.25 - \log(1.0/1.0) = 9.25$

b) Etter tilsetning av 100 cm^3 1.0 mol/dm^3 MgCl_2 er konsentrasjonene $[\text{NH}_3^+] = [\text{NH}_4^+] = 0.5 \text{ mol/dm}^3$ og $[\text{Mg}^{2+}] = 0.5 \text{ mol/dm}^3$

Dette er fremdeles en buffer med $\text{pH}=9.25$

$$[\text{OH}^-] = K_w/[\text{H}^+] = 10^{-14}/10^{-9.25} = 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 2.0 \cdot 10^{-11} (\text{mol/dm}^3)^3 \text{ (Fra tabellverk)}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 0.5 (1.8 \cdot 10^{-5})^2 = 1.6 \cdot 10^{-10} > K_{\text{sp}}$$

ergo felles det ut fast MgCl_2

c) I det utfellingen starter er $[\text{Mg}^{2+}] = K_{\text{sp}} / [\text{OH}^-]^2 = 2.0 \cdot 10^{-11} / (1.8 \cdot 10^{-5})^2$
 $= 0.062 \text{ mol/dm}^3$. Løseligheten blir da $58.32 \text{ g/mol} \times 0.062 \text{ mol/dm}^3$
 $= 3.6 \text{ g/dm}^3$

Oppgave 4

CuCl_2 -løsningen er den eneste med farge (blå). De andre er blanke. Litt CuCl_2 -løsning tilsettes så porsjoner av alle de fire andre løsningene. Det felles ut bunnfall i to av disse glassene. Blått bunnfall er $\text{Cu}(\text{OH})_2$ [som viser hva som er NaOH -løsningen] og hvitt bunnfall er AgCl [som viser hvilket glass som inneholder AgNO_3 -løsningen]. Deretter tilsettes NaOH til porsjoner av de to siste løsningene. Det dannes sterk ammoniakk-lukt fra NH_4Cl -løsningen, og HCl -løsningen blir veldig varm når NaOH tilsettes. Slik er alle løsningene identifisert. Andre måter finnes også [f.eks. gjennom dannelse av det blå

komplekset $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}$ ved blanding av CuCl_2 og NH_4Cl tilsatt litt NaOH og sort AgO ved blanding av AgCl og NaOH]

Oppgave 5

a)



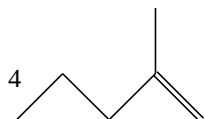
1-heksen



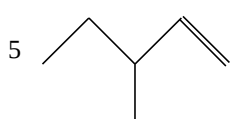
2-heksen



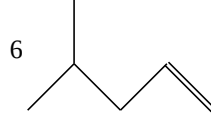
3-heksen



2-metyl-1-penten



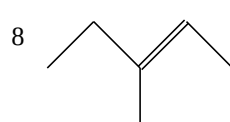
3-metyl-1-penten



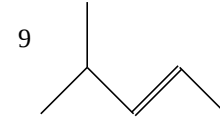
4-metyl-1-penten



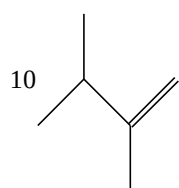
2-metyl-2-penten



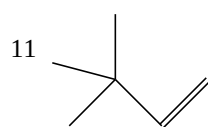
3-metyl-2-penten



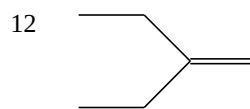
4-metyl-2-penten



2,3-dimetyl-1-buten

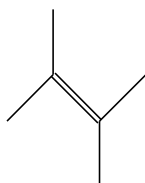


3,3-dimetyl-1-buten



2-etyl-1-buten

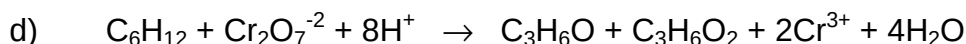
13



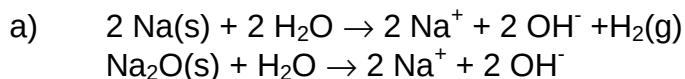
2,3-dimetyl-2-buten

b) Forbindelsene 2, 3, 8 og 9 kan opptre i cis/trans-isomere former, mens forbindelse 5 kan opptre i to optiske isomere former (ett kiralt C-atom) .

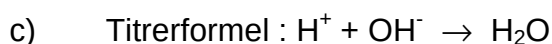
c) Felling med 2,4-D men ikke reaksjon med Fehlings veske viser at det ene produktet er et keton. Det andre produktet er oppgitt å være en karboksylsyre. Det er kun forbindelsene 4, 7, 8, 10 og 12 som gir minst ett keton ved spalting av dobbeltbindingen. Spalting av 4 og 10 gir CO_2 i tillegg til ketonet, mens spalting av 12 gir to acetonmolekyler. (A) må dermed være enten forbindelse 7 (= aceton + propansyre) eller 8 (= etyl-metylketon + eddiksyre). Syrens molekylvekt finnes fra titreringsforsøket : $(1.814 \times 23.6 \times 0.1040 / 10 = 73.8$. Dette stemmer med propansyre, $M_w = 74$). Dermed var **A** = 7



Oppgave 6

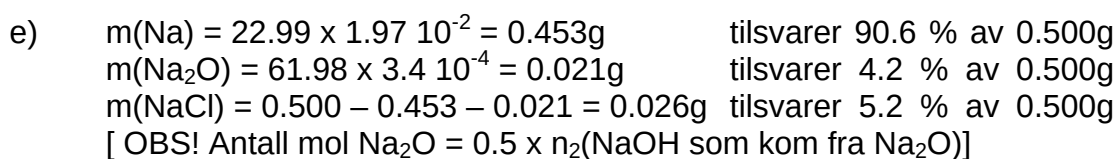
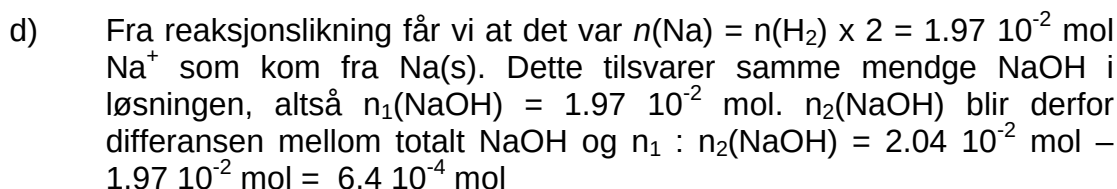


b) $n(\text{H}_2) = 220.6 \text{ cm}^3 / 22400 \text{ cm}^3/\text{mol} = 9,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

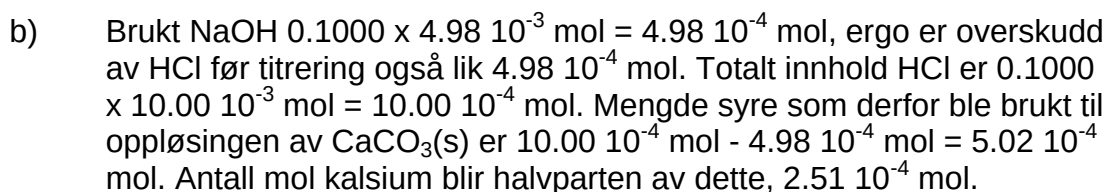
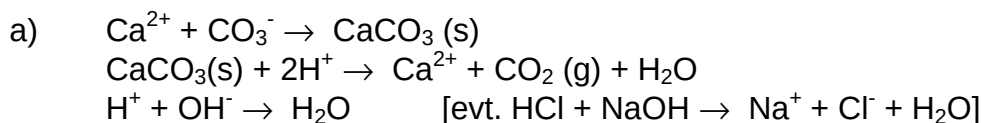


Forbruk syre : $0.112 \times 18.2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2.038 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Mengde OH^- i **titreringsforsøket** er dermed $2.038 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, og total mengde OH^- i den opprinnelige prøven er 10 ganger mer, $2.04 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ [som også er lik totalmengden Na^+ i løsningen].



Oppgave 7



c) $2.51 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \times 56.01 \text{ g/mol} = 14.1 \text{ mg/dm}^3 \text{ Ca}^{2+}$

d) $1.41 \text{ }^\circ\text{dH}$