

Den 35. internasjonale Kjemiolympiade i Aten, juli 2003.

1. uttaksprøve. Fasit.

Oppgave 1

- A) d
- B) c
- C) b
- D) d
- E) a
- F) a
- G) c
- H) d
- I) c
- J) b

Oppgave 2

- A) a
- B) b
- C) a
- D) b

Oppgave 3

Masseprosenten av hydrogen i vann er 11,21%, av oksygen er den 88,79 %.

Riktige svar blir da 255,7 gram O₂ og 32,3 gram H₂.

Oppgave 4

- a) +2 i AO og +3 i A₂O₃.
- b) Grunnstoffet er mangan, Mn

Oppgave 5

a) 1,0 dm³ konsentrert saltsyre inneholder 438 g HCl og har massen 1182 g. Dette gir masseprosenten 37,5 %.

b) Fortynningsloven: $V = \frac{0,124M \cdot 0,500dm^3}{12,0M} = 0,00517 dm^3$, dvs 5,17 cm³

c) pH = 0,907

d) Reaksjonen er $\text{Ba(OH)}_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{BaCl}_2(\text{aq})$

Stoffmengden av HCl er $0,124 \text{ M} \cdot 0,025 \text{ dm}^3 = 0,0031 \text{ mol}$

Ekvivalent stoffmengde Ba(OH)_2 er: $0,00155 \text{ mol}$

Konsentrasjonen til løsningen av Ba(OH)_2 er $0,0310 \text{ M}$.

Ønsket volum er dermed $0,00155 \text{ mol} : 0,0310 \text{ M} = \underline{0,0500 \text{ dm}^3}$, eller $50,0 \text{ cm}^3$

Oppgave 6

Rett hydrogenbindingsnettverk finnes i svaralternativ b)

Oppgave 7

a) $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$

$\text{C}_4\text{H}_{10} + 13/2 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$

b) i) $n_{\text{propan}} = 476,19 \text{ mol}$ Energien: $1,06 \text{ gJ}$

ii) $n_{\text{butan}} = 361,45 \text{ mol}$ Energien: $1,04 \text{ gJ}$

c) Propan.

d) Propan: 1 gJ koster 236 kr

Butan: 1 gJ koster 239 kr.

- c) Når AgCl (s) starter å felle ut er $[\text{I}^-] = 4.0 \cdot 10^{-9} \text{ M}$, altså en faktor $\approx 10^7$ lavere enn ved starten (0,010M). Metoden kan derfor brukes til å skille jodid og klorid i blandingen.

Oppgave 4

- A $\text{H}_2\text{CIC-CCIH-CH}_3$
 B $\text{H(Cl)}_2\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$
 C $\text{H}_3\text{C-C(Cl)}_2\text{-CH}_3$
 D $\text{H}_2\text{CIC-CH}_2\text{-CCIH}_2$

Oppgave 5

Flere muligheter foreligger. Her er en variant:

CuSO_4 er den eneste løsningen med farge, ergo kan den lett identifiseres. De fem andre løsningen blandes innbyrdes til man finner de to løsningen som gir gassutvikling (Na_2CO_3 og HCl gir CO_2 -gass). Disse skilles lett ved å se hvilken som gir felling med CuSO_4 -løsningen (CuCO_3 er tungtløselig, CuCl_2 -løsninger er grønne). Ta HCl og bland med litt fra de tre siste flaskene. Felling av AgCl(s) viser hva som er AgNO_3 -løsningen. Ta denne og bland med de to siste, felling av AgI (s) viser hvilken som er NaI og hvilken som er $\text{Mg(NO}_3)_2$.

Oppgave 6

- a) Forholdet C:H blir 1:2 fra masseprosentene. Dette er generell formel for alkener (C_nH_{2n} har en dobbeltbinding). Siden **X** bare reagerer med en ekvivalent HBr blir generell formel for **X** + $\text{HBr} = (\text{CH}_2)_n\text{HBr}$. Molekylvekt til Br er 80, molekylvekt til enheten CH_2 er 14, ergo må $n = 6$ for at Br skal utgjøre litt under 50% av massen ($n=6$ gir molekylvekt 85 for $\text{C}_6\text{H}_6\text{H}$ og 80 for Br). Molekylformel til **X** blir med dette C_6H_{12} .
- b) Titrering av syren viser at det var 0.206 mmol syre i de 10,0 cm^3 eller 2.06 mmol i de opprinnelige 151,7 mg, altså en molekylvekt på 73,6. Dette passer med molekylformel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ – så forbindelse **D** er propansyre. Siden **C** reagerer med 2,4-D må det være et keton eller aldehyd (med formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$). Hvis det skal være et aldehyd må **X** må derfor være den symmetriske $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(H)=C(H)-CH}_2\text{-CH}_3$, (Husk at spaltingen av C=C bindingen skal gi to molekyler med 3 karbonatomer hver). Men et slikt symmetrisk molekyl gir bare kirale molekyler ved addisjon av HBr . **X** = $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(H)=C(CH}_3)_2$ derimot gir en ikke-kiral addisjonsforbindelse samt propansyre og aceton ($=\text{C}$) ved spalting av dobbeltbindingen. **A** blir nå $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CBr(CH}_3)_2$ og **B** blir $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr-CH(CH}_3)_2$ som er kiral.
- c) Likning for oksidasjon er $\text{C}_6\text{H}_{12} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8 \text{ H}^+ \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O} + \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$. Likning for 2,4-D og keton er $\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{-NH-NH}_2 + \text{O=C(CH}_3)_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{-NH-N=C(CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Oppgave 7

- a) $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \quad [-\rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 (\text{g})]$
- b) Siden $\text{pK}_{\text{a}1}$ for H_2CO_3 er i området 6-7 vil i praksis all CO_3^{2-} foreligge som H_2CO_3 (eller $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) ved pH mellom 1.5 og 2.5. Det viktige å merke seg er at ett mol CO_3^{2-} nøytraliserer to mol HCl.
- c) 10mL mikstur inneholder $10 \times (2 \times 0.99 \text{ mmol} + 3 \times 2.18 \text{ mmol}) = 85.2 \text{ mmol}$ med base. Dette kan da nøytralisere 85.2 mmol saltsyre.
- d) 15mL mikstur nøytraliserer 127.8 mmol syre. pH på 1.00 i 2,0L væske tilsvarer $2.0 \text{ L} \times 10^{-\text{pH}} \text{ mol} = 0.200 \text{ mol}$ saltsyre. Fratrasket det nøytraliserte får vi ny pH = $-\log [(0.200 - 0.1278) / 2.00] = 1.44$
- e) La x være mengde syre som da skal nøytraliseres. Fra d) ser vi følgende likning: ny pH = 2.0 = $-\log [(0.200 - x) / 2.0]$, som omskrives til $x = 0.200 - 2.0 \cdot 10^{-2.0} = 0.180 \text{ mol}$. Dette tilsvarer $0.180 \text{ mol} / 0.00852 \text{ mol/mL} = 21.2 \text{ mL}$ mikstur

Oppgave 8

- a) H = +1, Br = -1
I = 0
I = +1, Cl = -1
I = -1/3 (også godkjent: -1 på ett I atom og 0 på de to andre)
H = +1, F = -1
Cl = +3, F = -1
O = +2, F = -1
Cl = +3, O = -2
H = +1, Br = +5, O = -2
H = +1, I = +7, O = -2
- b) $\text{IO}_3^- (\text{aq}) + 5 \text{I}^- (\text{aq}) + 6\text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 3\text{I}_2 (\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
- c) Reaksjonen går best i sur løsning siden H^+ inngår i likningen på venstre side av reaksjonspilen.
- d) Fra svaret i b) og c) ser man at den motsatte reaksjonen vil kunne skje i basis løsning (skrevet på basisk form) :
 $3\text{I}_2 (\text{aq}) + 6 \text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{IO}_3^- (\text{aq}) + 5 \text{I}^- (\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Oppgave 9

- a) Energi som må tilføres for å fjerne første elektron fra det nøytrale atomet.
- b) Topp : He, Ne, Ar, Kr, Xe
Bunn : Li, Na, K, Rb, Cs
- c) Fallet skyldes at det sist tilførte elektronet ligger alene i et valens-skall med høyere energi enn de andre elektronene i skallet innenfor. Å fjerne et isolert elektron fra valens-skallet for å oppnå edelgasskonfigurasjon krever mye mindre energi enn å tvinge et elektron ut av et fullt skall.
- d) 6 (grunnstoffet er svovel)
- e) B. Når grunnstoffet A (=Na) har mistet sitt første elektron (det dannes A^+ ioner = Na^+) vil disse ha edelgasskonfigurasjon og elektron nr. 2 vil være godt bundet til ionet (litt sterkere enn for edelgassen Ne p.g.a. større kjerneladning). Stoffet B (=Mg) danner først Mg^+ som lett ioniseres videre til Mg^{2+} som har edelgasskonfigurasjon.
- f) Ioniseringsenergien øker bortover periodene fordi kjerneladningen øker. De nye elektronene kommer i samme skall og vil derfor føle en økt tiltrekning til atomkjernen. Nedover gruppene vil nye elektroner komme i skall som ligger lengre og lengre ut fra kjernen. De mellomliggende elektronskallene vil skjerme kjernen for de elektronene i den ytterste "banen". På denne måten vil de ikke være like sterkt tiltrukket kjernen som elektroner lengre inn.