

**1. uttak til den 38. Kjemiolympiaden, 2006.  
Fasit og poengberegning.**

**Oppgave 1 (35 poeng)**

1) D

2) B

3) A

4) A

5) D

6) C

7) D

8) C

9) D

10) A

11) C

12) B

13) C

14) B

15) B

16) D

17) B

## Oppgave 2 (15 poeng)

### A.

- a) Kun i) NaCl(aq) vil få pæra til å lyse. For å få strømmen til å gå trengs det ioner. Rent vann, heksan og sukker er ikke ioner og leder ikke strøm.
- b) Pæra vil fortsatt lyse. AgCl(s) vil felles ut, men Na<sup>+</sup> og NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - ioner vil være tilstede og lede strømmen.

### B.

- a)  $C_{18}H_{36}O_2 + 26 O_2 \rightarrow 18 CO_2 + 18 H_2O$
- b) Lyset slukker. Fra reaksjonsligningen ser vi at en av reaktantene O<sub>2</sub> forbrukes i reaksjonen. Reaksjonen vil dermed tilslutt stoppe opp av seg selv når oksygen er oppbrukt
- c) Reaksjonen avgir varme og er dermed eksoterm

## Oppgave 3 (20 poeng)

### A.

- a)  $M=m/n$ , antall molekyler =  $n \cdot N_A = m \cdot N_A / M = 5 \cdot 10^{-8} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} / 150000 = \underline{200 \text{ milliarder molekyler } (2 \cdot 10^{11})}$
- b)  $0,25 / 5 \cdot 10^{-8} = 5000000 = \underline{5 \text{ millioner mennesker}}$

### B.

- a)  $R-COOH + H_2O \rightarrow R-COO^- + H_3O^+$  evn.;  $R-COOH \rightarrow R-COO^- + H^+$
- b)  $c=n/V$ ,  $M=m/n$ , kombinert  $c=m/VM$  gir  $c=0,3/(0,1 \cdot 180,17) = \underline{0,0167 \text{ M}}$
- c) Massevirkningsloven:  $K = \frac{[R-COO^-][H_3O^+]}{[R-COOH][H_2O]}$  (eller evt. uten H<sub>2</sub>O)  $K = 0,00215^2 / 0,0146 = \underline{3,17 \cdot 10^{-4}}$
- d)  $pH = -\log 0,00215 = \underline{2,67}$  og andel protolysert  $(0,00215 / 0,0167) \cdot 100 = \underline{12,9\%}$
- e) Likevekten forskyves mot venstre ifølge Le Chateliers prinsipp. Dette fører til at mindre av acetylsalisylsyren protolyserer, og andelen protolysert syre synker.

## Oppgave 4 (15 poeng)

### A.

- a) M.vekt DDT: 354, Masse% Cl =  $5 \cdot 35,45 \text{ g Cl} / 354 \cdot 100 = \underline{50.1\%}$ .

### B.

- a) Empirisk formel: C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O

$$\text{Ant. Mol C} = 70,58 \text{ g C} \cdot 1 \text{ mol C} / 12,01 \text{ g C} = 5,88 \text{ mol C}$$

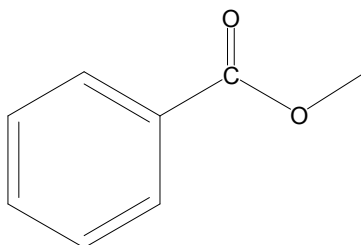
$$\text{Ant. Mol H} = 5,93 \text{ g H} \cdot 1 \text{ mol H} / 1,01 \text{ g H} = 5,87 \text{ mol H}$$

$$\text{Ant. Mol O} = 23,49 \text{ g O} \cdot 1 \text{ mol O} / 16,00 = 1,47.$$

$$\text{Dvs. } C_{5,88}H_{5,87}O_{1,47} = C_{5,88/1,47}H_{5,87/1,47}O_{1,47/1,47} = C_4H_{3,99}O$$

- b) Masse av empirisk formel:  $4 \cdot 12,01 + 4 \cdot 1,01 + 16,00 = 68,08$   
 $136 / 68,08 = 2$  Molekylformel: C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>

- c)



## Oppgave 5 (10 poeng)

a)  $\text{pH} = -\log [(4 \cdot 10^{-14})^{1/2}] = 6,7$

b)  $\text{pH}_{\text{amm}} = -\log [(10^{-30})^{1/2}] = 15$

## FASIT - Kjemiolympiadens 2. runde 2006

### Oppgave 1

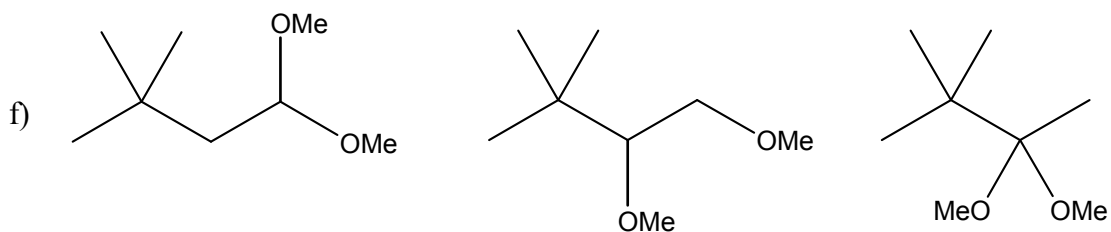
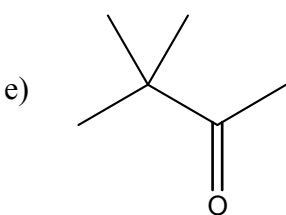
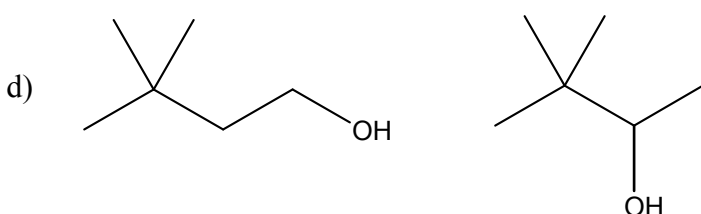
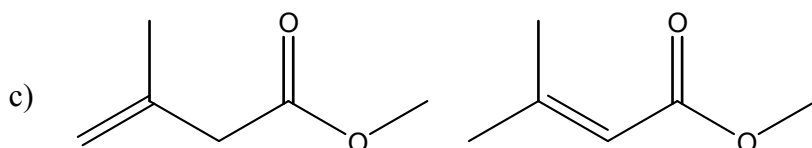
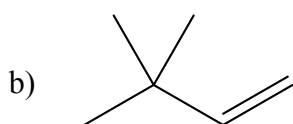
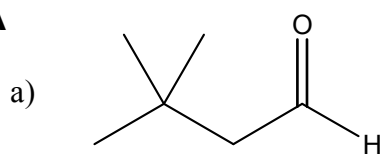
- 1) A
- 2) C
- 3) C
- 4) C
- 5) D
- 6) B
- 7) D
- 8) B

### Oppgave 2

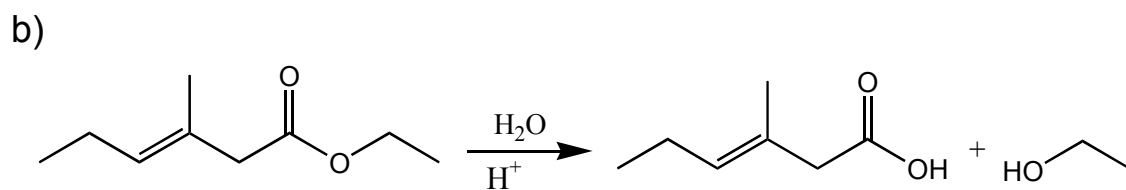
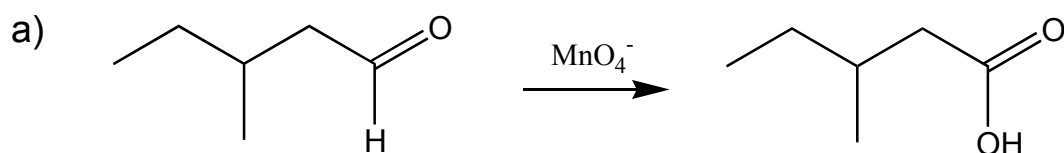
- a)  $\text{HCl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-}$   
 $\text{HNO}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^-$   
(Ioneligninger i ulike varianter er også korrekt)
- b)  $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$   
 $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$
- c) 3,5 g  $\text{BaSO}_4$  tilsvarer  $3,5\text{g} : 233,4\text{ g/mol} = 0,015\text{ mol SO}_4^{2-}$   
og dermed 0,030 mol svovelsyre totalt  
5,0g  $\text{AgCl}$  tilsvarer  $5,0\text{g} : 143,4\text{ g/mol} = 0,035\text{ mol Cl}^-$  og  
dermed også 0,070 mol saltsyre totalt
- d) 44,0g  $\text{NaOH}$  tilsvarer  $44,0\text{g} : 40\text{ g/mol} = 1,1\text{ mol OH}^-$  til  
nøytralisering. Mengde salpetersyre må da ha vært  
 $1,1 - 2 \times 0,030 - 0,070\text{ mol} = 0,97\text{ mol}$

### Oppgave 3

**A**

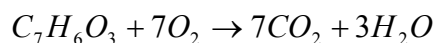
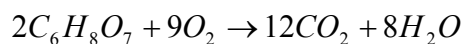
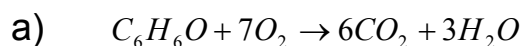


**B**



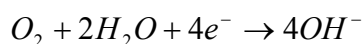
Produkt med addert vann til dobbelbindingen godkjennes også

#### Oppgave 4

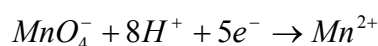


b)  $BOD = \left\{ \left( \frac{16}{94,1} \right) \cdot 7 + \left( \frac{10}{192,1} \right) \cdot 4,5 + \left( \frac{9}{138,1} \right) \cdot 7 \right\} \cdot 32,0 \frac{mg}{L} = 60,2 \frac{mg}{L}$

#### c) Fra halvreaksjonene



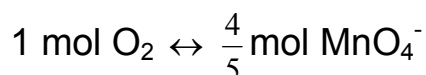
og



fremgår det at



eller



d) Nødvendig mengde  $O_2$  pr. L når en tar hensyn til den ufullstendige oksidasjonen er:

$$\left\{ \left( \frac{16}{94,1} \right) \cdot 7 \cdot 0,90 + \left( \frac{10}{192,1} \right) \cdot 4,5 \cdot 0,66 + \left( \frac{9}{138,1} \right) \cdot 7 \cdot 0,85 \right\} \frac{mmol}{L} = 1,614 \frac{mmol}{L}$$

Tilsvarende stoffmengde  $MnO_4^-$  for 250 mL avløpsvann blir

$$n_{MnO_4^-} = c_{MnO_4^-} \cdot V = (1,614 \cdot 0,8 \cdot 0,250) mmol = 0,323 mmol$$

Volum kaliumpermanganatløsning:

$$V = \frac{n}{c} = \frac{3,23 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,050 \text{ L}} = 6,5 mL$$

## Oppgave 5

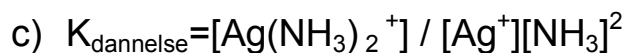
NB!  $K_{sp}(\text{AgCl})$  varierer litt i forskjellige tabellverk, f.eks  $2,0 \cdot 10^{-10}$ ; fasit er beregnet ut fra en tabellverdi på  $1,7 \cdot 10^{-10}$ .



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \Leftrightarrow 1,7 \cdot 10^{-10} = x^2 \Leftrightarrow x = 1,31 \cdot 10^{-5} \text{ M} \quad n = cV = 1,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$
$$m_{\text{AgCl}} = nM_m = 1,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 143,3 \text{ g/mol} = \underline{0,0019 \text{ g}}$$

b) Likevekten:

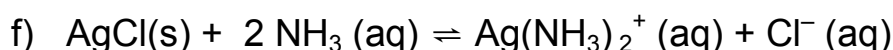
- vil gå mot venstre for å motvirke tilsetningen av sølvioner (Le Chateliers prinsipp). Løseligheten av AgCl avtar.
- vil gå mot høyre fordi sølv fjernes ved følgende red-oks reaksjon:  $2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Zn(s)} \rightarrow 2 \text{Ag(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
- er uendret da løsningen er mettet
- vil gå mot venstre fordi konsentrasjonene av sølv- og kloridionene øker



d) Konsentrasjonen av komplekset vil:

- øke: reaksjonen går mot høyre for å motvirke tilsetningen av sølvioner
- avta: reaksjonen går mot venstre fordi ammoniakk vil forbrukes ved å reagere med  $\text{H}^+$  og danne  $\text{NH}_4^+$

e) Likevekten er forskjøvet mot venstre.  $K_c = 1,7 \cdot 10^7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-10} = 2,89 \cdot 10^{-3} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+][\text{Cl}^-] < [\text{NH}_3]^2$ ,  $K < 1$

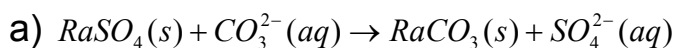


$c_{\text{start}}$	1,0	0	0
$c_{\text{likevekt}}$	$1,0 - 2x$	$x$	$x$

$$K_c = 2,89 \cdot 10^{-3} = x^2 / (1,0 - 2x)^2 \Leftrightarrow 0,0538 = x / (1,0 - 2x) \quad , \quad x = 0,0486 \text{ M}$$
$$m_{\text{AgCl}} = 0,0486 \text{ mol/L} \cdot 143,2 \text{ g/mol} = \underline{7,0 \text{ g/L}}$$

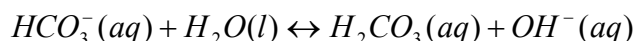
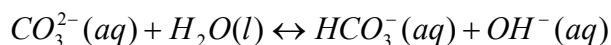
g) Det kan tilsettes syre slik at ammoniakken forbrukes. Det er vanlig å bruke salpetersyre. Andre gode forslag vil også kunne gi uttelling.

## Oppgave 6



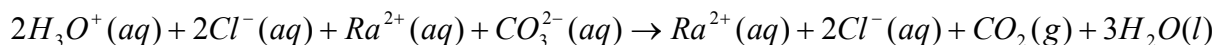
(andre grunnstoff en Ra kan velges, se oppgaveteksten)

b) Løsningen er basisk. Karbonationet er den korresponderende basen til den svake syren karbonsyre, og vil delvis protolysere i vann etter følgende reaksjonsligning(er):



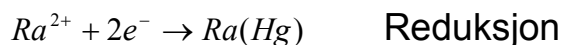
som gir et overskudd av  $OH^-$  - ioner.

c) Tilsetter vi saltsyre, får vi for radiumkarbonat

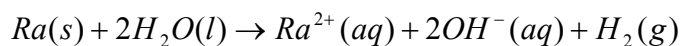


d.v.s. en løsning av radiumklorid i vann.

d) Halvreaksjonene er



e) Radium reagerer med vann som kalsium (siden disse står i samme hovedgruppe), d.v.s.



$$f) \frac{1g}{7\text{tonn}} = \frac{1g}{7 \cdot 10^6 g} = \frac{1}{7} \cdot \left( \frac{1}{10^6} \right) = \frac{1}{7} ppm$$