

FASIT

til 2. runde Kjemi-OL 2024/25

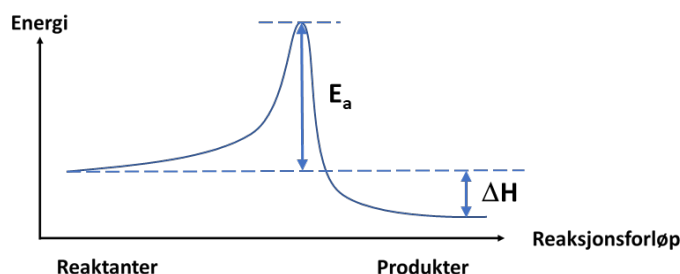


Oppgave 1

Oppgave nr	Svar
1	B
2	B
3	A
4	D
5	C
6	D
7	A
8	C
9	D
10	B

Oppgave 2

- a) $\Delta G = \Delta H - T \Delta S = -50000 \text{ J/mol} - 300\text{K} \cdot (-100 \text{ J/mol/K}) = -20000 \text{ J/mol} = -20 \text{ kJ/mol}$. Siden $\Delta G < 0$ er reaksjonen spontan.
- b) Siden ΔS er negativ vil leddet $T \Delta S < 0$ og da blir $-T \Delta S$ positivt. Ved en økning i temperaturen vil da ΔG gå mot positiv verdi ved økende temperatur. Reaksjonen går over fra å være spontan til ikke-spontan.
- c) Overgang fra spontan til ikke-spontan reaksjon skjer når $\Delta G = 0 = \Delta H - T \Delta S$. Dette gir $T = \Delta H / \Delta S = -50000 \text{ J/mol} / -100 \text{ J/molK} = 500 \text{ K}$.
- d) i) og iii) siden de to har en reduksjon i uorden (fra gassmolekyler til faststoff eller molekyler i løsning til fast stoff), og vi vet at entropien minker siden $\Delta S < 0$.
- e)

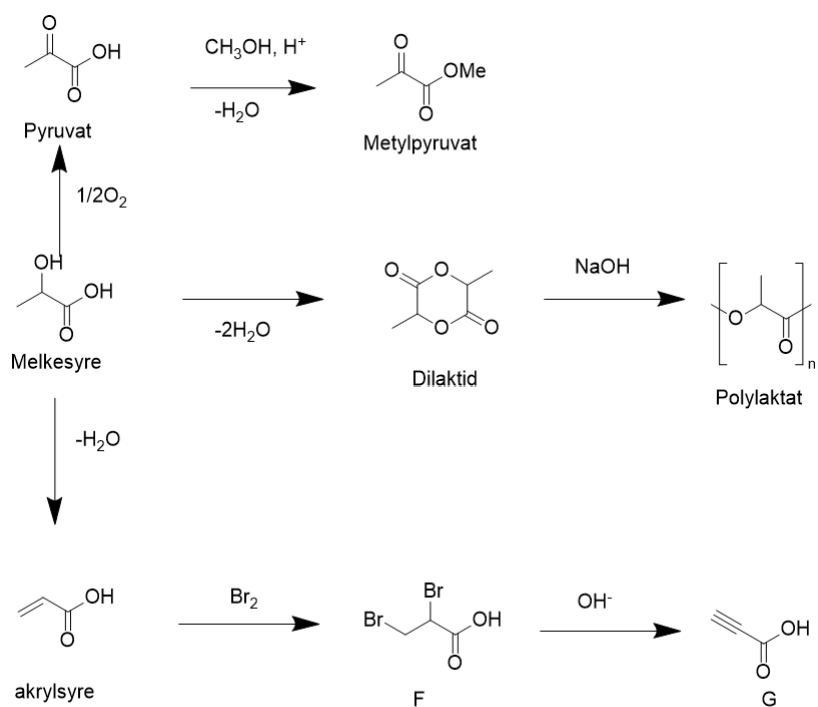
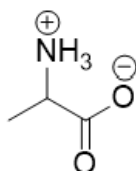


(figur ikke i ikke skala)

- f) Motsatt reaksjon (fra produkter til reaktanter) har $E_{\text{aktivering}} = \Delta H_{\text{reversert}} + E_a = -(-50 \text{ kJ/mol}) + 15 \text{ kJ/mol} = 65 \text{ kJ/mol}$.
- g) Siden $r = k [A]^2 \cdot [B]$ vil en dobling av $[A]$ gi en 4 ganger så rask reaksjon.

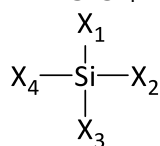
Oppgave 3

- 2-hydroxy-propansyre
- Se figur
- Kondensasjon
- Se figur
- Se figur
- Se figur
-



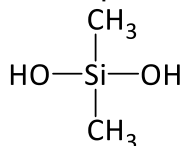
Oppgave 4

- Beregning av molekylformel fra de ulike oppgitte masseforhold gir følgende data:
A = $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ **B** = CH_3SiCl_3 **C** = HSiCl_3 **D** = $(\text{CH}_3)\text{HSiCl}_2$ **E** = $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$
F = SiCl_4 . Struktur til disse forbindelsen har generell form

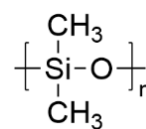


hvor X_1 , X_2 , X_3 og X_4 er enten Cl, H eller CH_3 iht listen over.

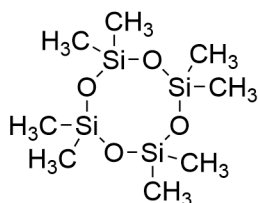
- b) Siden produkt **A** er $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ så vil reaksjon med vann danne silanolen



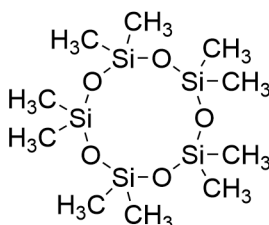
som ved vannavspalting danner polymeren med form



- c)



D₄



D₅

- d) Tilstedeværelse av **B**, **C** eller **F** når **A** polymeriseres i vann gjør at det dannes forgreninger, noen ganger også kryssbindinger mellom polymerkjeder, fordi alle disse tre stoffene inneholder tre eller fire kloratomer som alle kan hydrolyseres og fungere som punkt for polymerisering. De er derfor tri- eller tetrafunksjonelle, mens **A** er difunksjonell, og i ren form vil den kun danne en lineær kjede.
- e) Tilstedeværelse av **E** når **A** polymeriseres i vann gir kortere kjedelengde fordi **E** virker som en kjedeterminator. Når **E** reagerer inn i en voksende polymerkjede, kan den ikke polymerisere videre siden den kun har én hydroksylgruppe (fra klor).
- f) $2\text{HSiCl}_3(\text{g}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + \text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g})$

Oppgave 5

- a) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$
 $2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- b) Ved lav pH vil $[\text{OH}^{-}]$ være lav og mer $\text{Fe}(\text{OH})_3$ være oppløst
- c) Når $\text{Fe}(\text{OH})_3$ løses i vann får vi 3 mol OH^{-} for hvert mol Fe^{3+}

$$K_{sp} = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^{-}]^3$$

$$4 \cdot 10^{-38} = x \cdot (3x)^3$$

$$x = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 10^{-38}}{3^3}} \approx 1,96 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

Kommentar: Når regnestykket viser at $[\text{OH}^{-}]$ er så lav som $2 \cdot 10^{-10} \text{ M}$ så er det 500 ganger lavere enn $[\text{OH}^{-}]$ i vannet før stoffet løses opp siden $[\text{OH}^{-}] = 10^{-7} \text{ M}$ i rent vann gitt fra autoprotolysen til vann. Ideelt sett bør man ta hensyn til dette og derfor sette $[\text{OH}^{-}] = (3x + 10^{-7} \text{ M}) \approx (10^{-7} \text{ M})$ siden $x \ll 10^{-7} \text{ M}$, og da blir svaret $[\text{Fe}^{3+}] = K_{sp} / [\text{OH}^{-}]^3 = 4 \cdot 10^{-38} / (10^{-7})^3 = 4 \cdot 10^{-17} \text{ M}$.

- d) $n_{\text{Fe}} = \frac{0,64 \text{ g}}{159,69 \text{ g/mol}} \cdot 2 = 8,0155 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 159,69 \text{ g/mol}$)

$$m_{\text{Fe}} = 8,0155 \text{ g} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,448 \text{ g}$$

$$m\% = \frac{0,448 \text{ g}}{3 \text{ g}} = 14,9\%$$

Oppgave 6

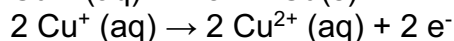
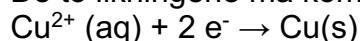
- a) $M_m = m/n$, $n(\text{oseltamivirfosfat}) = m/M_m = 75 \text{ mg}/312,2 \text{ g/mol} = 0,240 \text{ mmol}$
 $m(\text{NA}) = n \cdot M_m = 0,240 \text{ mmol} \cdot 51572,9 \text{ g/mol} = \underline{12389 \text{ mg} \approx 12,4 \text{ g}}$
- b) $140 \text{ nM} = 0,00014 \text{ mM}$, $0,00014 = [\text{NA}][\text{oseltamivir}]/[\text{NA-oseltamivir}]$,
 Siden K_D er så lav er det enklest å anta at alt går over til bundet form, og så regne på hvor mye som løses igjen, altså: $0,00014 = x \cdot x/(1-x)$, forenkler ved å si at $x \ll 1$, gir $x = \sqrt{0,00014} = 0,0118 \text{ mM} \approx 0,012 \text{ mM}$ (2.grads ligning gir 0,01176).
 $[\text{Na-oseltamivir}] = 1 \text{ mM} - 0,012 \text{ mM} = \underline{0,988 \text{ mM}}$ og $0,988/1 \cdot 100\% = \underline{99\%}$
- c) A: karbohydrat; B: aminosyre (protein); C: nukleotid (nukleinsyre); D: aminosyre (protein) [Ekstra info: A: galaktose, B: fenylalanin, C: deoksyctyidinmonofosfat, D: metionin]

Oppgave 7

- a) $3 \text{ Cu}^{2+} (\text{aq}) + \text{Al} (\text{s}) \rightarrow 3 \text{ Cu}^+ (\text{aq}) + \text{Al}^{3+} (\text{aq})$.
- b) Al (s) blir oksidert, Cu^{2+} blir redusert.
- c) $E^\circ_{\text{celle}} = 0,15 \text{ V} - (-1,66 \text{ V}) = 1,81 \text{ V}$
- d) Når $[\text{Cu}^{2+}] = 0,10 \text{ M}$ så tilsvarer det forbruk av $0,90 \text{ M Cu}^{2+}$ og dermed dannelse av $0,90 \text{ M Cu}^+$ og $0,90/3 = 0,30 \text{ M Al}^{3+}$. De nye konsentrasjonene er dermed $[\text{Cu}^+] = 1,00 \text{ M} + 0,90 \text{ M} = \underline{1,90 \text{ M}}$, og $[\text{Al}^{3+}] = 1,00 \text{ M} + 0,30 \text{ M} = \underline{1,30 \text{ M}}$.
- e) $0,30 \text{ M Al}^{3+}$ økning i $0,5 \text{ liter}$ tilsvarer $0,15 \text{ mol aluminium}$, og med atommasse 27 g/mol blir det 4,05 gram (mistet masse, omdannet til Al^{3+}).
- f) Bruker Nernst likning og får

$$E = 1,81 - \frac{8,314 \cdot 298,15}{3 \cdot 96485} \ln \left(\frac{1,3 \times 1,90^3}{0,10^3} \right) = 1,81 - (0,08) = \underline{1,73 \text{ V}}$$

- g) De to likningene må kombineres (adderes) på følgende måte:



Dermed er $n = 2$, mens $E_{\text{celle}} = 0,34 - 0,16 \text{ V} = 0,18 \text{ V}$

Ved likevekt er $E = 0$, og innsatt i Nernst-likningen får vi da

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln(K) = (0,34 - 0,16) - \frac{8,314 \cdot 298,15}{2 \cdot 96485} \ln(K) = 0$$

Vi finner følgende uttrykk for $\ln K$:

$$\ln(K) = \frac{0,18 \cdot 2 \cdot 96485}{8,314 \cdot 298,15} = 14$$

og videre

$$K \approx e^{14} \approx 1,2 \cdot 10^6$$

Kommentar: Det er også mulig å finne K ved å bruke en kombinasjon av følgende to sammenhenger: $\Delta G^0 = -n F E^\circ_{\text{celle}}$ hvor $E^\circ_{\text{celle}} = 0,18 \text{ V}$, og n og F er som i Nernst-ligningen over, og videre at $K = e^{-\Delta G/RT}$.