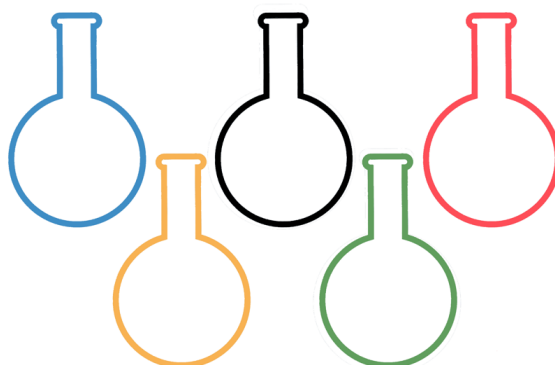


FASIT
2. UTTAKSPRØVE



til den
54. internasjonale kjemiolympiaden
2022



www.kjemiolympiaden.no

Oppgave 1 (20 poeng)

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

Oppgave 2 (16 poeng)

a) H: +I O: – I.

b) $3\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{Fe}(\text{s}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

c) Potensialet blir +0,98 V. Så oksidasjonen av sølv med hydrogenperoksid som oksidasjonsmiddel er spontan.

d) $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

e) Oks: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ –0,70 V.

Red: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ +1,78 V

f) $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ +1,08 V.

Potensialet er positivt, så reaksjonen er spontan.

g) 2,3-dihydroksybutandisyre (2,3-dihydroksybutan-1,4-disyre godtas).

h) 1,87 L.

Oppgave 3 (16 poeng)

a) $4\text{K}(\text{s}) + \text{SiF}_4(\text{g}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 4\text{KF}(\text{s})$ Kaliumfluorid er biproduktet.

b) $\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + \text{e}^-$ E° : 2,93.

E° reaksjon = 2,93–1,37 = 1,56 V

c) 4 elektron i reaksjonen vert då:

$\Delta G = -4 \cdot 96458 \cdot 1,56 = -602 \text{ kJ/mol}$. Sidan ΔG er negativ er reaksjonen spontan

d) Sidan silisium har oksidasjonstal +IV og oksygen har -II, må thorium ha +IV som oksidasjonstal.

Oppgave 4 (16 poeng)

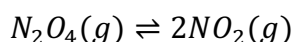
- a) Glyphosat = **E**
- b) 2,4-D = **D**
- c) Mecoprop = **C**, MCPA = **B**
- d) Dicamba = **F**, pendimetalin = **A**

Oppgave 5 (16 poeng)

a) Nitrogendioksid og dinitrogentetraoksid

b) Midtpunktene for positiv og negativ ladning sammenfaller ikke for nitrogendioksidmolekylet. Dette gir molekylet et permanent dipolmoment. Det vil derfor være dipol-dipol bindinger mellom molekylene når stoffet er på flytende form. Dinitrogentetraoksidmolekylet har derimot ikke noe permanent dipolmoment. I hovedsak vil det være London dispersjonskrefter mellom molekylene.

c) Den balanserte reaksjonsligningen er:



Ved likevekt har vi $[N_2O_4] = 0,100 - x$ og $[NO_2] = 2x$. Innsatt i likevektsuttrykket gir dette ligningen:

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(2x)^2}{0,100 - x} = \frac{4x^2}{0,100 - x} = 5,95 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 4x^2 + 5,95 \cdot 10^{-3}x - 5,95 \cdot 10^{-4} = 0$$

som har løsningene $x = -0,01296 \frac{mol}{L}$ og $x = 0,01148 \frac{mol}{L}$, hvorav bare den siste er fysisk mulig.

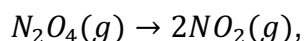
Stoffmengden nitrogendioksid ved likevekt blir:

$$n_{NO_2} = [NO_2] \cdot V = 2 \cdot 0,01148 \frac{mol}{L} \cdot 2,00L = 0,04592 \text{ mol}$$

som gir massen

$$m_{NO_2} = M_{m(NO_2)} \cdot n_{NO_2} = (14,01 + 2 \cdot 16,00) \frac{g}{mol} \cdot 0,04592 \text{ mol} = 2,113 \text{ g} \approx 2,11 \text{ g}$$

d) Vi snur den andre reaksjonsligningen, noe som gjør at vi må skifte fortegn for ΔH° , og legger den så sammen med den første. Det gir netto reaksjonsligningen:

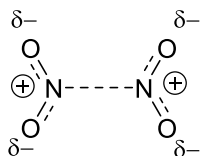


$$\text{med } \Delta H^\circ = (66,18 + (-9,16)) \frac{kJ}{mol} = (66,18 - 9,16) \frac{kJ}{mol} = 57,2 \frac{kJ}{mol}.$$

Fordi $\Delta H^\circ > 0$, er prosessen endoterm

e) I reaksjonsenergiagrammet for reaksjonen $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$, vil produktene ligge høyere i energi enn reaktanten. Det gjør at energibarrieren som må overvinnes for å gå fra reaktant til produkt nødvendigvis må være høyere enn energibarrieren for den motsatte reaksjonen. Følgelig må det være reaksjon 2 som har den laveste aktiveringsenergien.

f) I overgangstilstanden må bindingen mellom de to nitrogenatomene være delvis brutt:



g) For hvert N_2O_4 -molekyl som spaltes, dannes det to NO_2 -molekyler. Fordi antall molekyler i gassfase øker, vil også entropien til systemet øke.

Den molare entropiendringen under standard betingelser (reaktanten og produktet er tilstede i sine standardtilstander, dvs. et partialtrykk på 1 bar, og temperaturen er konstant), er:

$$\Delta S^o = 2S_{NO_2}^o - S_{N_2O_4}^o = 2 \cdot 240,06 \frac{J}{Kmol} - 304,29 \frac{J}{Kmol} = 175,83 \frac{J}{Kmol}$$

Fordi $\Delta S^o > 0$, øker entropien i systemet som følge av spaltingsprosessen.

h) For at spaltingsprosessen skal være spontan (under standard betingelser), må $\Delta G^o < 0$. Dette gir:

$$\Delta G^o = \Delta H^o - T\Delta S^o < 0 \Leftrightarrow T > \frac{\Delta H^o}{\Delta S^o} = \frac{57200 \frac{J}{mol}}{175,83 \frac{J}{Kmol}} = 325,31K \approx 325K (52^oC)$$

Alternativt svar (med $\Delta S^o = 180 \frac{J}{Kmol}$):

$$T > \frac{\Delta H^o}{\Delta S^o} = \frac{57200 \frac{J}{mol}}{180 \frac{J}{Kmol}} = 317,78K \approx 318K (45^oC)$$

Oppgave 6 (16 poeng)

a) Mellom -324 og -282 mV

b) $1,00/11478 \cdot 69913 = 6,09 \text{ mg}$

c) Fortynning: $[TrxR] = 5,00 \cdot 0,50/1,00 = 2,5 \text{ mM}$ og $[Trx] = 1,00 \cdot 0,50/1,00 = 0,5 \text{ mM}$

Det finnes et par ulike måter å beregne dette på.

Likevektsskjema:

	TrxR-Trx	->	TrxR	+	Trx
Start:	0		2,5		0,5
Fullstendig:	0,5		2,0		0
Likevekt:	0,5-x		2,0+x		x

$$0,020 = (2,0+x) \cdot x / (0,5-x), x \ll 0,5, \text{ gir } x = 0,0050 \text{ mM}, 0,0050/0,5 \cdot 100\% = 1,0\%$$

Alternativ utregning:

	TrxR-Trx	->	TrxR	+	Trx
Start:	0		2,5		0,5
Likevekt:	y		2,5-y		0,5-y

$$0,020 = (2,5-y) \cdot (0,5-y) / (y), \text{ må løse 2. gradsligningen, gir } x = 0,495 \text{ mM}, 0,0050/0,5 \cdot 100\% = 1,0\%$$

d) A: ATP (adenosintrifosfat); B: aminosyre (cystein), C: karbohydrat (glukose)