

## Oppgave 3

### Reversible reaksjoner og kjemisk likevekt

Navn og dato: Marcus Lexander 20/9/17

Labgruppe og plassnr.: 17 Onsdag

#### Sammendrag

Den kjemiske likevekten mellom jern (III) og tiocyanat, og faselikevekten mellom jod i vandig og organisk fase har blitt studert i lys av Le Châteliers prinsipp. Forskyvninger av disse likevektene kan observeres fra fargeendringer. Når kloridioner tilsettes til en løsning av jern(III) og tiocyanat forskyves likevekten mot dannelsen av **jern(III)**. Ved løsning av  $I_2$  i vann og lampeolje vil mest  $I_2$  være løst i **lampeolje**, ved tilsats av  $I^-$  ioner forskyves likevekten mot at jod er mer løst i **vann**.

#### 1 Teori

Ikke alle reaksjoner går i kun én retning, mange er - til en viss grad – reversible. Både kjemiske, fysikalske og biologiske prosesser kan være reversible og reaksjonens retning kan i stor grad påvirkes av ytre faktorer som trykk og temperatur. Tilsats av nye stoffer, eller endring i konsentrasjon av en eller flere stoffer, kan også påvirke likevekten. (1)

Massevirkningsloven (1-1), utviklet av Guldborg og Waage i 1864, sier at for en reaksjon

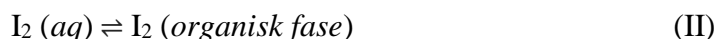


kan en likevektskonstant  $K$  defineres ved hjelp av konsentrasjon av utgangsstoff og produkter ( $[A]$  er konsentrasjonen av utgangsstoff A) og deres støkiometriske faktorer (a er støkiometrisk faktor for stoff A):

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (1-1)$$

Massevirkningsloven tilsier at hvis konsentrasjonen av et stoff forandres, vil konsentrasjonen av de andre stoffene også forandres, siden  $K$  er konstant. Dette prinsippet blir også kalt «Le Châteliers prinsipp», som også omfatter annen ytre påvirkning enn konsentrasjonsendring. (2)

Et eksempel på en prosess i likevekt er fordelingen av jod ( $I_2$ ) mellom to ikke-blandbare faser, som vann og lampeolje:



Jod er lite løselig i polare løsningsmidler og godt løselig i upolare løsningsmidler, men bindes det til jodid ( $I^-$ ) og danner et kompleksion, blir løseligheten i polare løsningsmidler som vann høy. Hvis jodid tilsettes i et to-fasesystem der jod er tilstede, vil likevekten



finne sted i konkurranse med likevekt II. Dette vil føre til at likevekt II forskyves mot den polare (vandige) siden, da jodmolekylene på denne siden i stor grad vil danne trijodid ( $I_3^-$ ). (2)

## 2 Eksperimentelt

### 2.1 Likevekten mellom $Fe^{3+}$ , $SCN^-$ og $FeSCN^{2+}$

I hvert av tre reagensrør ble det fylt 1 mL 0,05 M KSCN og fargen ble notert. Så ble det tilsatt 1 mL 0,05 M  $Fe(NO_3)_3$  i hvert av rørene og endringer noteres. Deretter ble det tilsatt 6 mL 6 M HCl i to av de tre rørene og tilsvarende mengde vann i det tredje. Løsningene ble blandet godt og fargeendringer noteres. Til slutt ble det tilsatt 2 mL 0,05 M KSCN i ett av de to rørene med HCl og tilsvarende mengde vann i de andre. Alle løsningene blandes godt og observasjoner noteres.

### 2.2 Fordeling av et oppløst stoff mellom to ikke-blandbare væsker

To like store porsjoner på ca. 5 mL av jodløsningen ble hentet i hvert sitt reagensrør. Ca. 2 mL lampeolje ble tilsatt i hvert av rørene. Det ble satt på kork og begge rørene ble godt blandet. Korken ble tatt av og observasjoner ble notert. I det ene røret ble det tilsatt et par mL 5% kaliumjodid-løsning og tilsvarende med vann i det andre. Det ble satt kork på begge rørene og de ble godt blandet. Korkene ble tatt av og forskjell mellom rørene noteres.

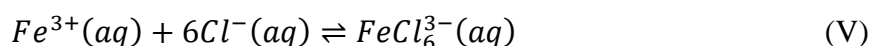
### 3 Resultater

#### 3.1 Likevekten mellom $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{SCN}^-$ og $\text{FeSCN}^{2+}$

Vi ser at ved tilsats av  $\text{Fe}^{3+}$  ioner blir løsningen en sterk mørk rødfarge. Dette er fordi jerntiocyanat komplekset som dannes i likevekten (IV) har en sterk rødfarge. Denne likevekten er da gitt ved:



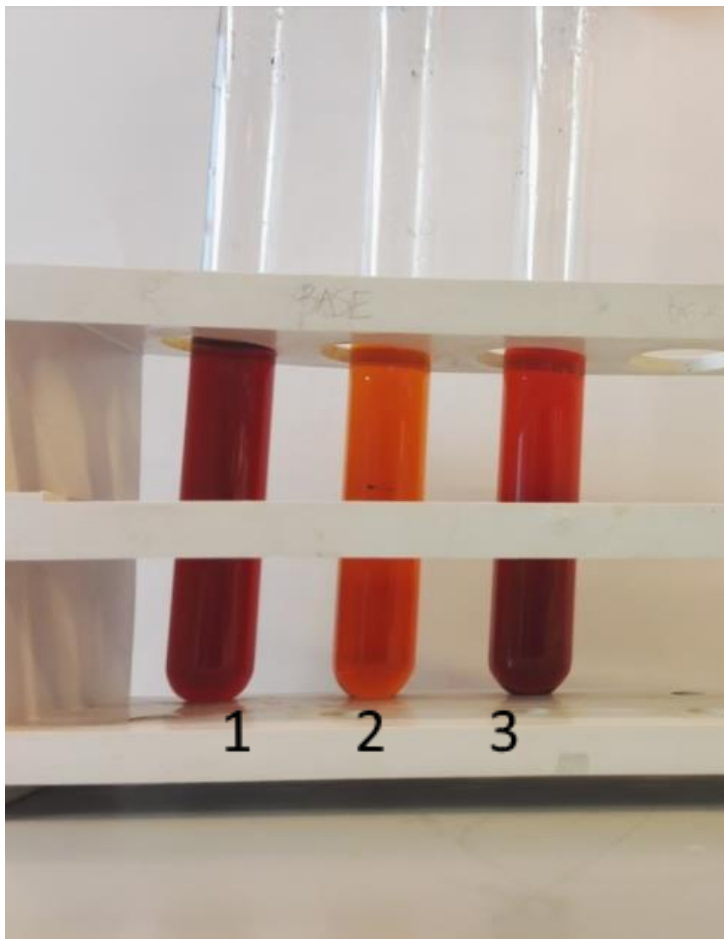
Ved tilsats av HCl vil klorioner danne et kompleksjon med jernionene ved følgende likevekt:



Siden denne likevekten da skyves mot høyre vil konsentrasjonen av jernioner synke. Som resultat av dette vil da i følge Le Châteliers prinsipp den første likevekten (IV) skyves mot venstre, altså vil konsentrasjonen av det røde jerntiocyanat komplekset minke og fargen vil bli svakere. Det motsatte skjer når vi tilsetter mer KSCN. Ved tilsats av tiocyanat ioner vil den første likevekten (IV) skyves mot høyre og fargen blir da sterkere.

**Tabell 3.1:** Fargeendringer av løsningene ved ulike tilsatser av stoff

Løsning	Tilsats	Reaksjons- ligning	Observasjon (Før/etter)
$\text{SCN}^-(\text{aq})$	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$	IV	Fargeløs/Sterk mørk rød, nesten svart
$\text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$	HCl (aq)	V	Rød/Lys rødbrun
$\text{FeCl}_6^{3-}(\text{aq})$	$\text{SCN}^-(\text{aq})$	IV	Lys rødbrun/Nesten like rød som rør nr. 1



Figur 1:

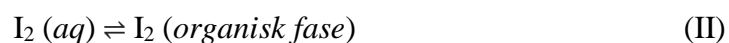
1:  $\text{KSCN} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

2:  $\text{KSCN} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{HCl}$

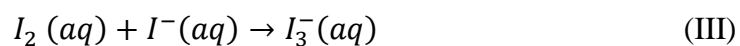
3:  $\text{KSCN} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{HCl} + \text{enda mer KSCN}$

### 3.2 Fordeling av et oppløst stoff mellom to ikke-blandbare væsker

Når det tilsettes lampeolje i jodløsningen vil mye av den oppløste joden gå over til å være løst i oljen siden løsligheten av jod er høyere i upolare organiske løsemidler enn i vann. Dette kan vises med følgende likevekt:



Ved tilsats av kaliumjodid vil dette løses opp i vannløsningen og jodidionene vil danne trijodidioner med jod ved følgende likevekt:

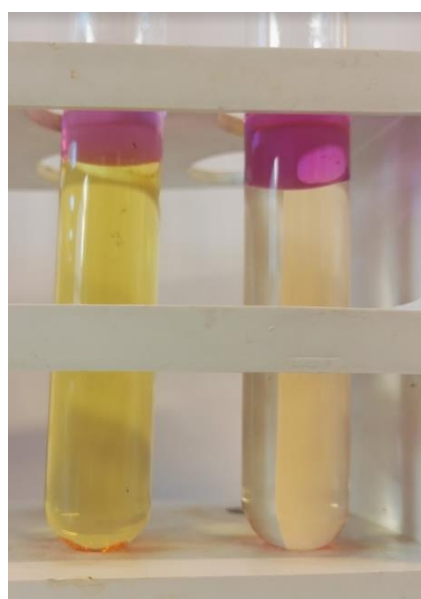


Som resultat av dette vil konsentrasjonen av jod i vannløsningen minke og den første likevekten vil forskyves mot venstre, altså mye av joden som er løst i oljen vil gå over til å være løst i vann.

Ved tilsats av vann i løsningen uten kaliumjodid observerte vi lite/ingen fargeendring. I teorien vil løsligheten av jod i vann øke ved volumøkning slik at litt av joden oppløst i oljen vil gå over til å være oppløst i vann. Denne endringen er så ubetydelig at det ikke var observerbart.

**Tabell 3.2:** Fargeendringer i ulike jodløsninger ved tilsats av ulike stoff

Løsning	Tilsats	Reaksjons- ligning	Observasjon (Før/etter)
$I_2(aq)$	lampeolje	II	Sterk gulbrunfarget vannløsning/svakere gulfarget vannløsning og rosa oljefase
$I_2(aq)$ og lampeolje	KI ( $aq$ )	III	Svak gulfarget vannløsning og rosa oljefase/Svakere rosafarget olje
$I_2(aq)$ og lampeolje	vann	II	Nesten ingen endring, mulig litt lysere vannløsning



Figur 2:

Til venstre: vandig jodløsning under jod oppløst i lampeolje.

Til høyre: Samme som til venstre med tilsatt kaliumjodid.

## Litteraturreferanser

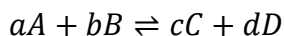
1. Chang, R. og Goldsby, K. A., *General Chemistry: The Essential Concepts*, 7<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, New York, **2014**, kapittel 15.
2. Hafskjold, B. og Madland, E., *Laboratoriekurs i KJ1000 Generell kjemi*, 4. utgave, NTNU, Trondheim, **2017**.

## Vedlegg 1: Svar på kontrollspørsmål

### Kontrollspørsmål

1. Skriv reaksjonsligningen for en generell kjemisk likevekt. Vis hvordan likevektskonstanten,  $K$ , blir uttrykt.

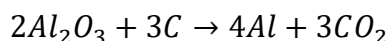
Hvis en har en generell kjemisk likevekt med Stoffer {A, B, C, D} og koeffisienter {a, b, d, c}



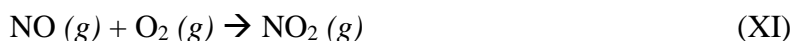
vil likevektskonstanten  $k$  være uttrykt med

$$k = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

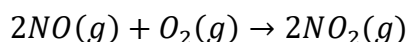
2. Balanser følgende reaksjon:



3. 0,8 mol NO (g) blandes med 0,5 mol O<sub>2</sub> (g). Gassene reagerer med hverandre ifølge ligningen



- a) Balansér reaksjonsligningen.



- b) Anta at reaksjonen går fullstendig til høyre. Hvor mange mol er det da av hver komponent?

For å finne hvilket stoff som er i underskudd deler vi stoffmengden til hvert stoff på koeffisienten i reaksjonsligningen og sammenligner. Vi finner da at det

laveste blir NO siden  $0,8/2$  er  $0,4$  som er mindre enn  $0,5$ . All NO blir da brukt opp og  $0,4$  mol  $O_2$  og det blir dannet  $0,8$  mol  $NO_2$ . Etter reaksjonen blir da stoffmengden til hver komponent da:

NO: 0 mol

$O_2$ :  $0,1$  mol

$NO_2$ :  $0,8$  mol

- c) Anta at totaltrykket etter blanding, men før reaksjonen har gått er  $1$  bar. Hva er trykket etter reaksjonen? Reaksjonen skjer i en beholder med konstant volum og temperatur.

Før reaksjonen er det  $1,3$  mol gass og etter er det bare  $0,9$  altså er trykket etter reaksjonen  $0,9 / 1,3 * 1$  bar som er  $0,69$  bar og med antal gjeldene siffer gitt i oppgaven  $0,7$  bar