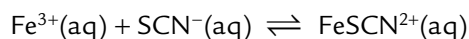




6. Bestemmelse af en ligevægtskonstant

Formålet med dette eksperiment er at bestemme ligevægtskonstanten for ligevægten:



I ligevægten indgår på venstre side den farveløse thiocyanat, SCN^{-} , og jern(III)-ionen, Fe^{3+} , der kun er svagt farvet i fortyndet opløsning. Til gengæld har den komplekse ion FeSCN^{2+} en intens rød farve.

Den aktuelle stofmængdekonzentration af FeSCN^{2+} kan bestemmes ved brug af spektrofotometri.

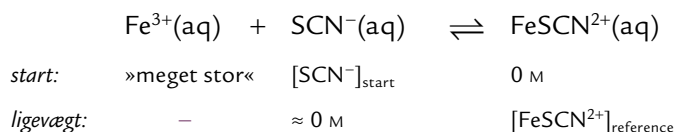
Først optages et absorptionsspektrum for en opløsning, der »kun« indeholder FeSCN^{2+} . Ud fra absorptionsspektret bestemmes den bølgelængde, hvor der er maksimal absorption. Ved den fundne bølgelængde måles herefter absorbansen A for en række opløsninger, der indeholder forskellige stofmængdekonzentrationer af FeSCN^{2+} .

Hvis den aktuelle stofmængdekonzentration af FeSCN^{2+} ikke er for høj, gælder Lambert-Beers lov, se *Basiskemi B* side 186:

$$A = \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot [\text{FeSCN}^{2+}]$$

hvor A er absorbansen ved en given bølgelængde, ε_{λ} er den molare ekstinktionskoefficient for FeSCN^{2+} ved den pågældende bølgelængde, og l er lysvejens længde. Når der måles ved en bestemt bølgelængde og med en konstant lysvej, ses det, at A og $[\text{FeSCN}^{2+}]$ er proportionale.

Ved eksperimentet fremstilles indledningsvis en *referenceopløsning*, hvor den aktuelle stofmængdekonzentration af FeSCN^{2+} er kendt: $[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{reference}}$. Denne referenceopløsning fremstilles ved tilsætning et stort overskud af Fe^{3+} til en lille mængde SCN^{-} . Ifølge Le Chateliers princip vil ligevægten være forskudt helt mod højre. De aktuelle stofmængdekonzentrationer anføres under reaktionskemaet:



I referenceopløsningen kan det med god tilnærmelse antages, at alle SCN^{-} -ionerne har reageret, og dermed at:

$$[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{reference}} = [\text{SCN}^{-}]_{\text{start}}$$

Hvis absorbansen for referenceopløsningen måles, fås:

$$A_{\text{reference}} = \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot [\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{reference}} \quad (1)$$

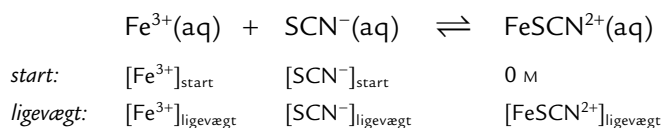
Når absorbansen $A_{\text{ligevægt}}$ for en vilkårlig ligevægtsblanding måles med et indhold af FeSCN^{2+} , giver Lambert-Beers lov:

$$A_{\text{ligevægt}} = \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot [\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{ligevægt}} \quad (2)$$

Ved eksperimentet holdes ε_{λ} og l konstante, og ved at kombinere formlerne (1) og (2) fås:

$$[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{ligevægt}} = \frac{A_{\text{ligevægt}}}{A_{\text{reference}}} \cdot [\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{reference}}$$

Referenceopløsningen indeholder som nævnt et stort overskud af Fe^{3+} . I vores ligevægtsblandinger benytter vi nogenlunde lige store mængder af Fe^{3+} og SCN^- . Koncentrationerne anføres under reaktionskemaet:



Når der er ligevægt, gælder det, at

$$[\text{Fe}^{3+}]_{\text{ligevægt}} = [\text{Fe}^{3+}]_{\text{start}} - [\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{ligevægt}}$$

og

$$[\text{SCN}^-]_{\text{ligevægt}} = [\text{SCN}^-]_{\text{start}} - [\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{ligevægt}}$$

Herefter kan reaktionsbrøken bestemmes i et antal ligevægtsblandinger.

APPARATUR

- Spektrofotometer
- Kuvetter
- 5 bægerglas, 25 mL
- Pipette, 1-5 mL
- Spatler

KEMIKALIER

- 0,0020 M jern(III)nitrat, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- 0,20 M jern(III)nitrat, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- 0,0020 M kaliumthiocyanat, KSCN

RISICI

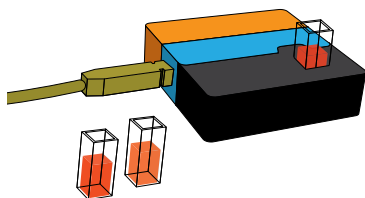
- 0,0020 M kaliumthiocyanat kan udvikle meget giftig gas ved kontakt med syre.

EKSPERIMENTELT

Tænd for spektrofotometeret. Følg nøje vejledningen for det anvendte spektrofotometer, når apparatet indstilles og kalibreres – kalibreringen skal ske med demineraliseret vand.

Lav referenceopløsningen ved at blande 9,0 mL 0,20 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ med 1,0 mL 0,0020 M KSCN i et 25 mL bægerglas.

Fyld en kuvette med referenceopløsning. Optag et absorptionspektrum, og bestem den bølgelængde, hvor absorbansen er størst. Ved de følgende absorbansmålinger skal spektrofotometeret indstilles til at måle ved denne bølgelængde.



Figur 6.1. Spektrofotometer og kuvetter.

| |
|---|
| Bølgelængde λ , hvor FeSCN^{2+} har absorptionsmaksimum/nm |
| |

Mål absorbansen for referenceopløsningen, og notér resultatet samt opløsningens farve i skemaet nedenfor.

Fremstil i fire 25 mL bægerglas ligevægtsblandinger ved at sammenblende 0,0020 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ med 0,0020 M KSCN og demineraliseret vand med den sammensætning, der er angivet i skemaet. Efter grundig omrøring måles opløsningernes absorbans.

| | Reference | Nr. 1 | Nr. 2 | Nr. 3 | Nr. 4 |
|---|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Volumen 0,20 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ /mL | 9,0 | | | | |
| Volumen 0,0020 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ /mL | | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Volumen 0,0020 M KSCN/mL | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Volumen H_2O /mL | 0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0 |
| Absorbans | | | | | |
| Opløsningens farve | | | | | |

EFTERBEHANDLING

1. Opskriv ligevægtsloven for ligevægten. Angiv enheden for K_c .
2. Beregn $[\text{SCN}^-]_{\text{start}}$ i referenceopløsningen. Hvad er $[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{reference}}$?
3. Beregn $[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{ligevægt}}$ i opløsningerne 1 til 4 ud fra de målte absorbanser, og notér resultaterne i skemaet nedenfor.
4. Beregn $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{start}}$ i opløsningerne 1 til 4.
5. Beregn $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{ligevægt}}$ for opløsningerne 1 til 4.
6. Beregn $[\text{SCN}^-]_{\text{start}}$ og $[\text{SCN}^-]_{\text{ligevægt}}$ i opløsningerne 1 til 4.
7. Beregn reaktionsbrøken for opløsningerne 1 til 4.
8. Sammenlign de fire beregnede reaktionsbrøker og kommentér.

| | Reference | Nr. 1 | Nr. 2 | Nr. 3 | Nr. 4 |
|--|-----------|-------|-------|-------|-------|
| $[\text{SCN}^-]_{\text{start}}$ | | | | | |
| $[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{reference}}$ | | | | | |
| $[\text{FeSCN}^{2+}]_{\text{ligevægt}}$ | | | | | |
| $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{start}}$ | | | | | |
| $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{ligevægt}}$ | | | | | |
| $[\text{SCN}^-]_{\text{ligevægt}}$ | | | | | |
| Reaktionsbrøk | | | | | |

9. Hvilken værdi for ligevægtskonstanten K_c kan angives på grundlag af eksperimentet?

| |
|-------|
| K_c |
| |