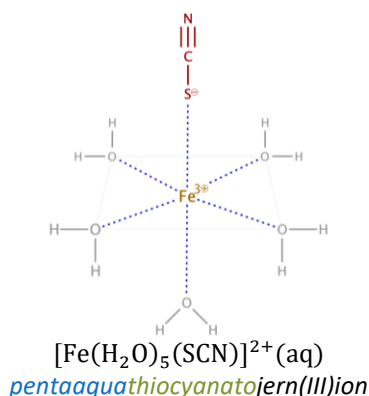


## Hvad sker der dog her?

### Kemisk ligevægt

I denne øvelse får man udleveret to opløsninger, der indeholder to ioner, der reagerer med hinanden. De to ioner er  $\text{Fe}^{3+}$  (opløsning A) og  $\text{SCN}^-$  (opløsning B). I forsøget blander man opløsningerne A og B og får dermed en ny opløsning (*opløsning C*).

Når jern(III)ioner reagerer med thiocyanationer ( $\text{SCN}^-$ ) dannes der et kompleks, som har navnet thiocyanatojern(III)ion, og som man skriver således:  $[\text{FeSCN}]^{2+}$ . Noter at man skriver [ ] rundt om kompleksionen. *Dette kompleks dannes ikke med jern(II)ioner*. Et kompleks i kemi er en sammensat partikel, som består af en metalion der er bundet til et bestemt antal ligander. I dette tilfælde er metalionen  $\text{Fe}^{3+}$  og liganden er  $\text{SCN}^-$ . En kompleks ion dannes ved, at et ledigt elektronpar fra liganden forskydes over mod metalionen. Kompleksbindingen er en *slags* kovalent binding, men begge elektroner fra bindingen kommer fra liganden. Figuren nedenfor viser hvordan jern(III)ioner kompleksbinder vand og thiocyanat. Bemærk at man ofte udelader vand, når man skriver ionen i et dokument - det så vi netop ovenfor.



Vi kan således konstatere at vi har to ioner, der danner et kompleks.

Opløsning A	Opløsning B	<i>Opløsning C</i> - dannes ved blanding af A og B
0,1 M $\text{Fe}^{3+}$ (aq)	0,1 M $\text{SCN}^-$ (aq)	$[\text{FeSCN}]^{2+}$ (aq)

Der arbejdes videre med *opløsning C*, idet man foretager forskellige *indgreb* på opløsningen. Det drejer sig om at tilføje forskellige stoffer, ændre temperaturen og *observere*, hvad der sker, når man fortynder opløsningen. Vær opmærksom på at alle observationer er af kvalitativ art.

Formålet med alle indgrebene er, at man skal forklare hvordan reaktionen, som der arbejdes med, forløber. Det er kemikerens opgave - i dette tilfælde dig som eksperimenterende og undersøgende kemiker - at benytte observationerne i alle eksperimenterne til at opstille en model for det system, som der arbejdes med. Hvad er det der sker, ved de forskellige indgreb? Hvordan kan vi opstille en model, som forklarer alle observationerne?

*Start med at* gennemføre den serie af forsøg, som er beskrevet i vejledningen. Derefter er der mulighed for selv at designe forsøg.

Den første serie af forsøg finder primært sted i *mikroskala*.

## APPARATUR

- Syv 2 mL centrifugerør i holder
- Konisk kolbe, 100 mL
- Måleglas 100 mL
- To måleglas, 10 mL
- Engangspipetter
- Spatel eller mikroske
- Bægerglas til vand- og isbad
- To ens bægerglas, 50 mL
- Elkedel og isbad
- Termometer

## KEMIKALIER

- 0,1 M jern(III)nitrat,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  (aq)
- 0,1 M kaliumthiocyanat, KSCN (aq)
- 0,1 M sølv(I)nitrat,  $\text{AgNO}_3$  (aq)
- 0,01 M sølv(I)nitrat,  $\text{AgNO}_3$  (aq)
- jern(III)nitrat,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  (fs)
- ascorbinsyre (s)
- kaliumthiocyanat, KSCN (s)
- farvet vand (0,002 M  $\text{KMnO}_4$ )

## RISICI OG SIKKERHED

- Man er iført kittel og briller ved alle forsøg.
- 0,01 og 0,1 M sølv(I)nitrat virker ætsende og giver sorte pletter på hud og tøj.
- kaliumthiocyanat er farlig ved indånding, hudkontakt eller indånding og kan udvikle meget giftig gas ved kontakt med syre.
- jern(III)nitrat kan irritere hud og øjne.

## AFFALDSHÅNDTERING

- Overskydende volumen af opløsning C overføres til affaldsbeholderen med uorganisk affald.
- Fra centrifugerørene:  
Indeholder røret ikke sølv overføres opløsningen til affaldsbeholderen med uorganisk affald.  
Indeholder røret sølv overføres opløsningen til affaldsbeholderen med sølvholdigt affald.

**EKSPERIMENTELT**

Tag fotografier løbende under eksperimentet - de skal benyttes ved det skriftlige dokument - evt. i en form hvor man konverterer observationerne til tegninger.

Fyld ca. 100 mL demineraliseret vand i en 100 mL konisk kolbe. Tilsæt først 5 mL 0,1 M  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  (opløsning A) og derefter 5 mL 0,1 M KSCN (opløsning B). Sørg for blanding. Noter iagttagelserne i skemaet. Skriv jeres navne, klasse og dato på kolben.

lagttagelser	
Er reaktionshastigheden stor eller lille? Begrund svaret.	

**Skriv numrene 1-7 på centrifugerørene.** Noget af opløsningen fra den koniske kolbe overføres nu til de syv centrifugerør, der fyldes med ca. 1 mL af *opløsning C* (1 mL er markeret på rørene). Seks af centrifugerørene anvendes i de følgende forsøg, mens **det syvende (det med nummeret 7) gemmes til farvesammenligning - altså som reference.**

Gem resten af *opløsning C* i kolben. Det skal bruges senere til flere forsøg, bl.a. et fortyndingseksperiment. *Det anbefales nu at tage fotografier løbende*, da de skal bruges til dokumentation og bearbejdning senere.

*Delforsøg 1*

Tilsæt lidt fast  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  til centrifugerøret. Brug en lille ske til dette. Sørg for at stoffet kommer i opløsning. *Sammenlign* nu farven i røret med farven i rør 7. Hold evt. rørene op mod en hvid kittel eller et stykke hvidt papir. Noter iagttagelsen og udfyld skemaet.

Centrifugerør 1	
Tilsat til centrifugerøret	
lagttagelse	

*Delforsøg 2a (testforsøg uden opløsning C)*

Dette forsøg udføres i et separat centrifugerør.

Ascorbinsyre (C-vitamin) reducerer  $\text{Fe}^{3+}$  til  $\text{Fe}^{2+}$ . Udfør først et lille *testforsøg*: Overfør 1 mL 0,1 M  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  opløsning op til et centrifugerør. Tilsæt en **meget lille** mængde ascorbinsyre, dog tilstrækkeligt til, at man ser en synlig ændring. Noter iagttagelsen og udfyld skemaet.

Testforsøg i centrifugerør	
Tilsat til centrifugerøret	
Iagttagelse	

*Delforsøg 2b (forsøget som hører til serien med opløsning C)*

Tilsæt til centrifugerør 2 en **meget lille** mængde ascorbinsyre. Noter iagttagelsen og udfyld skemaet. Husk at sammenligne med centrifugerør 7.

Centrifugerør 2	
Tilsat til centrifugerøret	
Iagttagelse	

*Delforsøg 3*

Tilsæt lidt fast KSCN. Som tidligere skal man sørge for at stoffet kommer i opløsning, og man noterer ændringen i forhold til centrifugerør 7. Noter iagttagelsen og udfyld skemaet.

Centrifugerør 3	
Tilsat til centrifugerøret	
Iagttagelse	

*Delforsøg 4a (testforsøg uden opløsning C)*

Dette forsøg udføres i et separat centrifugerør.

Overfør 1 mL 0,1 M KSCN opløsning til et centrifugerør. Tilsæt en meget lille dråbe 0,1 M AgNO<sub>3</sub>. (Hvis intet observeres, tilsættes der ekstra dråber.) *Gentag evt.* hele forsøget ved at tilsætte nogle dråber 0,01 M AgNO<sub>3</sub>. Noter iagttagelserne og skriv et ionreaktionsskema her:

Udfyld desuden skemaet her.

Testforsøg i centrifugerør	
Tilsat til centrifugerør	
Iagttagelse	

*Delforsøg 4b (forsøget som hører til serien med opløsning C)*

Tilsæt til centrifugerør 4 en meget lille dråbe 0,1 M AgNO<sub>3</sub>. (Hvis intet observeres tilsættes der ekstra dråber.) Noter iagttagelsen og udfyld skemaet. Husk at sammenligne med centrifugerør 7. Tag et ekstra centrifugerør med blanding C og *gentag evt.* forsøget med 0,01 M AgNO<sub>3</sub> - men tilsæt flere dråber her.

Centrifugerør 4	
Tilsat til centrifugerør	
Iagttagelse	

*Delforsøg 5 og 6*

Kog noget vand i en elkedel og overfør det kogende vand til et lille måleglas. Placer centrifugerør 5 i varmebadet og lad det være placeret her i et par minutter. Sammenlign med centrifugerør 7 (man skal kunne observere en forskel.)

Med noget is og et lille bægerglas laves et isbad. Placer centrifugerør 6 i isbadet. Lad centrifugerøret stå et godt stykke tid og sammenlign løbende med centrifugerør 7. Noter iagttagelsen og udfyld skemaet.

Centrifugerør 5 - opvarmning	
Iagttagelse	

Centrifugerør 6 - nedkøling	
Iagttagelse	

**Forsøgene i 7a og 7b gennemføres sammen med et andet hold.**

**Man skal være meget opmærksom mht. observationer i de to efterfølgende forsøg 7a og 7b.**

#### Delforsøg 7a

Placer to ens (samme type) 50 mL bægerglas ved siden af hinanden på et stykke hvidt papir, og fyld dem næsten halvt op med farvet vand. Væsken skal stå nøjagtig lige højt i de to glas.

Placer ansigtet over de to glas og se ned gennem opløsningerne - løft evt. begge glas lidt op fra papiret.

Sammenlign farveintensiteterne. De skal naturligvis være ens.

Nu fordobles volumen i det ene bægerglas ved tilsætning af rent demineraliseret vand.

Sammenlign og beskriv farveintensiteterne. Se denne gang både oppe fra på samme måde som før og fra siden.

Ved fortyndingen ændres *stofmængden af farvestoffet* naturligvis ikke.

Forsøg uden opløsning C				
	Indgreb			
	Før fortynding		Efter fortynding	
	Set fra siden	Set fra oven	Set fra siden	Set fra oven
lagttagelse				

#### Delforsøg 7b

Udfør et helt tilsvarende forsøg med *blanding C* fra den koniske kolbe.

Forsøg med opløsning C				
	Indgreb			
	Før fortynding		Efter fortynding	
	Set fra siden	Set fra oven	Set fra siden	Set fra oven
lagttagelse				

### EGET DESIGN AF EKSTRA FORSØG

Der er nu mulighed for selv at designe forsøg, der kan belyse, hvad der sker i de enkelte delforsøg. Det kan fx være et forsøg, som man ikke synes gav et entydigt resultat, og hvor man gerne vil gennemføre eksperimentet på en anden måde. Tal med underviseren før forsøget gennemføres - evt. skal der bruges andet udstyr.

Anbefalingen er herefter, at man arbejder med spørgsmålene i afsnittet EFTERBEHANDLING.

## EFTERBEHANDLING

Nu skal data efterbehandles og evt. skal der udføres ekstra forsøg.

Som afslutning skal man udfærdige et skriftligt dokument, der forklarer observationerne i alle tilfælde - altså i alle deleksperimenterne. Dette kræver udvikling af teori, bl.a. *ligevægtsloven* og *reaktionsbrøken*, som finder sted i forløbet, men tænk allerede nu over at dokumentere jeres tanker.

Der er nu blevet udført en del mindre forsøg. Tag udgangspunkt i den første blanding, der blev lavet. Her er inspiration til at arbejde med observationerne fra forsøget.

- Hvilke farver havde opløsningerne med  $\text{Fe}^{3+}$  (opløsning A) og  $\text{SCN}^-$  (opløsning B)?
- Man blandede de to opløsninger - hvilken farve havde denne opløsning, som vi kalder opløsning C?
- Hvad er det, der giver denne farve? Tænk her på, at de to ioner reagerer.
- Ved tilsætningerne til centrifugerørene benytter man i de fleste tilfælde faste stoffer. Hvorfor tilsætter man ikke fortyndede opløsninger af de forskellige stoffer i stedet for?
- De forsøg der er udført er udgangspunktet for, at man skal finde et system i observationerne. Man har observeret hvad der sker makroskopisk - farveændringerne - men hvad sker der på nanoniveau?

- **Hvordan kan man på nanoniveau forklare observationerne i de forsøg, der er udført?**

Her er det vigtigt, at man tænker over, hvad man ved. Følgende ioner er involveret i reaktionerne:  $\text{Fe}^{3+}$  og  $\text{SCN}^-$ . Desuden dannes der et kompleks:  $[\text{FeSCN}]^{2+}$ .

- Vi har tidligere arbejdet med at tegn og farvelægge, hvad der sker på nanoniveau i forsøg. Det skal man også gøre her. Tegn centrifugerør og benyt tegninger med ioner, kompleksion og indgreb til at vise, hvad der foregår i forsøgene.
- **Vigtigt:** Der udvikles som allerede skrevet teori under forløbet, som gør, at man kan forklare indgrebene fra teorien. Den teori *skal* inkluderes i de endelige betragtninger over, hvad der foregår i dette eksperiment, og de betragtninger skal indgå i det endelige skriftlige dokument. Det betyder helt specifik, at man skal inkludere overvejelser om ligevægtskonstant, reaktionsbrøk og Le Chateliers princip ved indgrebene.