

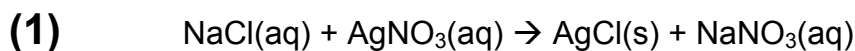
## ØVELSE 4.1

Øvelse : Saltindhold i brød

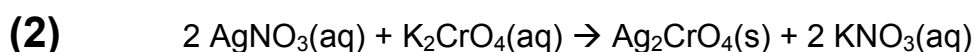
**Formål:** At bestemme saltindholdet i rugbrød, ved at bruge en fældningstitrering med sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) og med Kaliumchromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) som indikator.

**Indledning:** Menneskets "salte tårer" indeholder, ligesom andre kropsvæsker, 0,9 % salt ( $\text{NaCl}$ ). Det daglige saltbehov menes at være 3 – 8 g  $\text{NaCl}$ . Det daglige saltindtag i Danmark er imidlertid 10 – 18 g  $\text{NaCl}$  og det er betænkeligt, da en stor saltindtagelse sættes i forbindelse med forhøjet blodtryk. Hovedparten af saltindtagelsen stammer fra  $\text{NaCl}$  i de forarbejdede levnedsmidler, som vi køber flere og flere af.

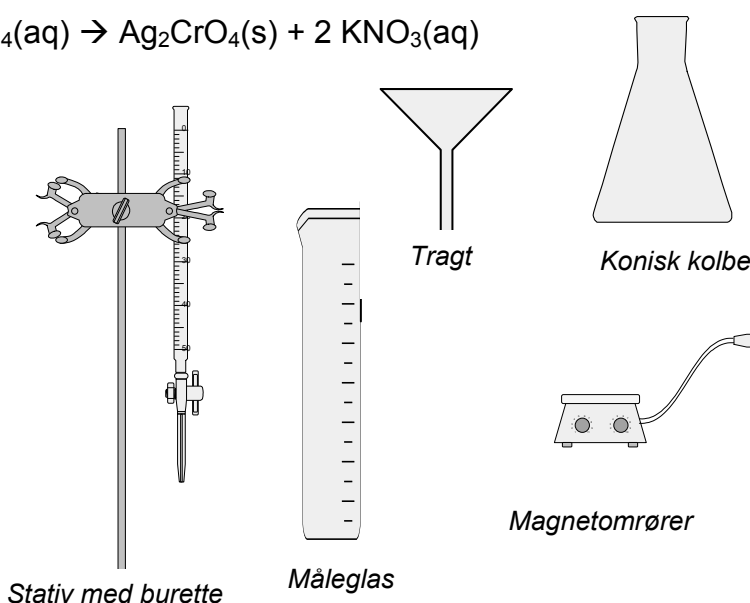
**Teori:** En opløsning, der indeholder opløst  $\text{NaCl}$ , tilsættes en indikator opløsning af  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ .  $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq})$  opløsningen er gul. Når opløsningen, der indeholder  $\text{NaCl}(\text{aq})$ , tilsættes en opløsning af sølvnitrat,  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ , reagerer sølv-ionen ( $\text{Ag}^+$ ) med chlorid-ionen ( $\text{Cl}^-$ ), og danner et hvidt bundfald af sølvchlorid ( $\text{AgCl}(\text{s})$ ). Reaktionen ser således ud:



Når alle chloride-ionerne ( $\text{Cl}^-$ ) har reageret med sølv-ionen ( $\text{Ag}^+$ ), har vi nået **ækvivalenspunktet**. Dette punkt kan vi ikke registrere uden en indikator. I dette forsøg vil overskuddet af sølv-ioner reagere med kaliumchromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) og danne et rødt bundfald sølvchromat ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ ). Reaktionen ser således ud :

**Apparatur:**

Burette  
Tragt  
Magnetomrører og magnet  
250 mL konisk kolbe  
Vægt  
Stativ  
100 mL måleglas  
spatel



**Kemikalier:**

0,1 mol/L  $\text{AgNO}_3$ , sølvnitrat  
0,1 mol/L  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , kaliumchromat  
pH –indikatorpapir  
 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ , calciumcarbonat

**Forsøgsbeskrivelse:**

1. Den koniske kolbe vejes – notér vægten i skemaet
2. Smulder ca. 5 g brød ned i den koniske kolbe.
3. Den koniske kolbe med brød vejes – notér vægten i skemaet
4. Tilsæt ca. 50 mL demi. vand
5. Kom magneten i kolben og sæt kolben på magnetomrøreren og lad opløsningen omrører i 10 min.
6. I ventetiden fyldes en burette med 0,1 M sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ).
7. Husk at nulestille buretten.
8. Efter 10 min. omrøring måles pH-værdien i væsken i den koniske kolbe, med universalindikatorpapir.
9. pH skal ligge mellem 6 – 8.
10. Hvis pH er under 6 tilsættes en spatelfuld calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3(\text{s})$ )
11. Tilsæt ca. 5 mL kaliumchromat-opløsning ( $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq})$ ) til den koniske kolbe.
12. Titrer nu med sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ) fra buretten, til der fremkommer en blivende rødbrun farve. I er nu nået til **ækvivalenspunktet**.
13. Notér forbruget af sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ) i skemaet.
14. Notér varedeklarationens oplysning om indholdet af NaCl i brødet

**Resultater :**

Massen af koniskkolbe g	Massen af koniskkolbe og brød g	Massen af brød g	Koncentrationen af $\text{AgNO}_3$ (se på flasken)	Forbrug af $\text{AgNO}_3$ mL V	Varedeklarationen g NaCl pr.100 g brød

**Beregninger:**

$V(\text{AgNO}_3)$ L	$n(\text{AgNO}_3)$ mol	$N(\text{NaCl})$ mol	$M(\text{NaCl})$ g/mol	$m(\text{NaCl})$ g	Masse-% NaCl

1. Omregn forbruget af sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) til liter.
2. Ud fra koncentrationen af sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) og forbruget af sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), skal du beregne stofmængden af sølvnitrat,  $n(\text{AgNO}_3)$ .  
For at gøre dette skal du bruge formlen:  $n(\text{AgNO}_3) = c(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3)$
3. Hvilken stofmængde af NaCl indeholder brødet ?  
Af reaktionsskema (1) side 55 ses det, at 1  $\text{AgNO}_3$  reagerer med 1 NaCl  
 $n(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3)$
4. Beregn molarmassen af NaCl,  $M(\text{NaCl})$ .  
Molarmassen beregnes ved hjælp af grundstoffernes periodiskesystem
5. Beregn massen af NaCl i brødet,  $m(\text{NaCl})$ .  
For at beregne massen af NaCl i brødet skal du bruge formlen:  
 $m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \times M(\text{NaCl})$
6. Beregn massen af NaCl i brødet i masse-%.  
$$\text{Masse-\% NaCl} = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{brød})} \times 100\%$$
7. Sammenlign resultatet fra (6) med varedeklarationen.

**Fejlkilder :**

Hvad kan årsagerne være til at resultatet ikke passer med varedeklarationen?

## ØVELSE 4.2

## Øvelse: lodtal for fedtstoffer

## Indledning

Et fedtstofs ernæringsmæssige sundhed bestemmes af hvilke fedtsyrer, der indgår i fedtstoffet. Fedtstoffets "sundhed" er stærkt afhængigt af antallet af dobbeltbindinger i fedtsyrerne. Er fedtsyrerne mættede fedtsyrer, dvs. uden dobbeltbindinger, er de med til at øge risikoen for udvikling af hjerte-karsygdomme. Indeholder fedtsyrerne én eller flere dobbeltbindinger, er de med til at sænke risikoen for udvikling af hjerte-karsygdomme.

Tre polyumættede fedtsyrer er livsnødvendige nemlig: linolsyre, linolensyre og arachidonsyre.

Ved at måle, hvor meget diiod ( $I_2$ ) eller dibrom ( $Br_2$ ) et fedtstof kan reagere med, kan man få et mål for antallet af dobbelt bindinger i fedtstoffets fedtsyrer. Iodtallet bruges som et mål for hvor mange dobbeltbindinger der er i fedtsyrerne.

Et fedtstofs **iodtal** er defineret som massen af diiod ( $I_2$ ) i gram, der kan reagere med 100 g af fedtstoffet.

$$I_t = \frac{m(I_2)}{100q_{\text{fedtstof}}}$$

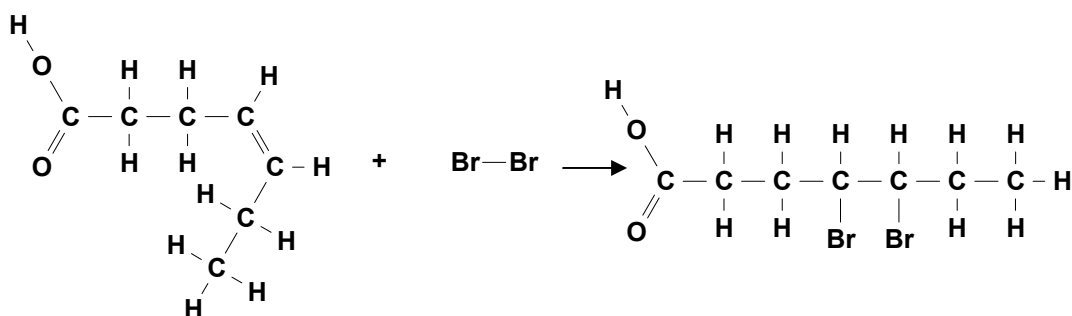
Iodtallet ændrer sig ofte med fedtstoffets alder afhængigt af, hvordan det lagres. Dobbeltbindinger kan nemlig brydes ved oxidation af atmosfærens oxygen.

## Formål

At bestemme iodtallet for et fedtstof.

## Teori

Selvom det er iodtallet, der skal bestemmes, bruger man at lade normalt dibrom ( $\text{Br}_2$ ) reagere med fedtstoffet, da denne reaktion er hurtigere og dibrom ( $\text{Br}_2$ ) reagerer efter samme princip som diiod ( $\text{I}_2$ ) (se side 50).



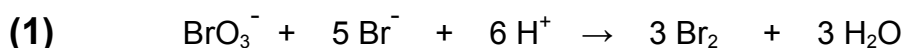
Derefter omregnes den reagerede mængde dibrom til den ækvivalente mængde diiod.

Man kan ikke direkte bestemme hvor meget dibrom ( $\text{Br}_2$ ), der har reageret med dobbeltbindingerne, men man kan beregne hvor meget dibrom ( $\text{Br}_2$ ), der ikke har reageret med dobbeltbindingerne, hvis man ved hvor meget dibrom ( $\text{Br}_2$ ) man har fra start. Derfor tilsættes fedtstoffet en kendt mængde dibrom ( $\text{Br}_2$ ) og man sørger for at der tilsættes mere brom ( $\text{Br}_2$ ) end der kan reagere med dobbeltbindingerne (man siger at man tilsætter et overskud af dibrom( $\text{Br}_2$ )).

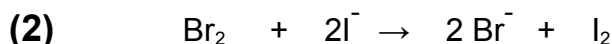
I vores forsøg vil en del af dibromet altså reagere med dobbelt-bindingerne, men der vil også være noget dibrom tilbage, altså et overskud af dibrom.

Ved at bestemme hvor stor en mængde dibrom ( $\text{Br}_2$ ), der er tilbage, kan man bestemme mængden af dibrom ( $\text{Br}_2$ ), der har reageret med dobbeltbindingerne ved at trække overskuddet af dibrom ( $\text{Br}_2$ ) fra den tilsatte kendte mængde af dibrom.

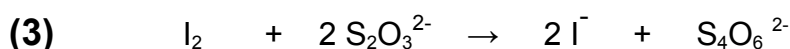
Dibromet der skal reagere med dobbeltbindingerne, dannes ved at lade en bestemt mængde  $\text{BrO}_3^-$  (Bromat-ion) reagere med overskud af  $\text{Br}^-$  (Bromid-ion) i sur opløsning:



Dibrom ( $\text{Br}_2$ ) reagerer med dobbeltbindingerne i fedtstoffet, jo mere dibrom ( $\text{Br}_2$ ) der reagerer jo flere dobbelt-bindinger er der. Den mængde dibrom ( $\text{Br}_2$ ) der ikke reagerer ved forsøget er overskuddet af dibrom ( $\text{Br}_2$ ). Overskuddet af dibrom ( $\text{Br}_2$ ) kan ikke direkte bestemmes. Først må det omdannes til den ækvivalente mængde diiod ( $\text{I}_2$ ):



Mængden af diiod ( $\text{I}_2$ ) kan bestemmes ved at titrere med en opløsning af natriumthiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) og bruge stivelse som indikator. Reaktionsskemaet for reaktionen mellem diiod ( $\text{I}_2$ ) og thiosulfat ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) er følgende:



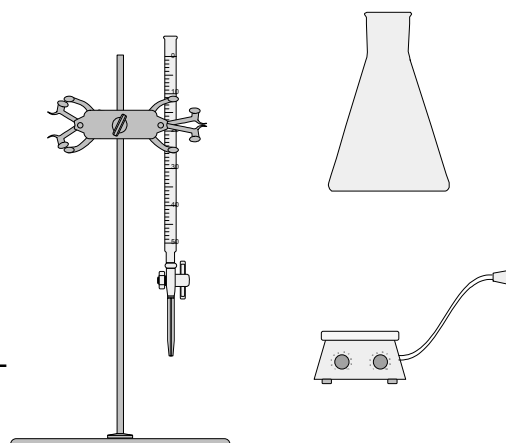
## MATERIALER:

### Kemikalier

fedtstof;  
0,100 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   
0,50 M KI  
0,100 M  $\text{BrO}_3^-$   
KBr (s)  
2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
1% stivelse  
petroleumsether.

### Apparatur

250 mL konisk kolbe  
alu-folie  
prop  
burette  
stativ  
10,0 mL pipette  
måleglas, 10 mL, 25 mL  
magnetomrører



**SIKKERHED:**

Arbejdet skal foregå i **stinkskab**.

**Addition af dibrom**

1. Afvej fedtstoffet (0,5 g hvis flydende, 1,0 g hvis fedtstoffet er på fast form) med en nøjagtighed på 0,001 g. – Notér i tabellen
2. Opløs fedtstoffet i 20 mL petroliumether.
3. Tilsæt med pipette 10,0 mL 0,100 M  $\text{KBrO}_3^-$  opløsning og 1 g KBr (præcist).
4. KBr opløses ved omrystning ( undgå at fedtstoffet kommer op af kolbens sidder)
5. Tilsæt 10 mL 2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
6. Sæt prop på kolben,
7. Pak kolben ind i stanniol
8. Lad den stå under konstant omrøring i ca.  $\frac{1}{2}$  time. Dibrom bliver nu adderet til dobbeltbindingerne.

Når kolben tages frem fra mørket, skal der stadig være lidt af bromfarven tilbage. Ellers har den afvejede fedtstofmængde været for stor, og det er ikke sikkert, at alle dobbeltbindingerne har reageret med brom. Selv om indholdet er farveløst, kan der være en meget lille rest brom, og det kan betale sig at fortsætte som angivet under titrering. Men hvis indholdet forbliver farveløst selv efter tilsætning af stivelse, må forsøget laves om med en mindre fedtstofmængde.

**Titration**

1. Kolben tilsættes nu 20 mL 0,50 M KI-opløsning, og dannelsen af  $\text{I}_2$  kan iagttages. Reaktion **(2)** side 59
2. Der titreres herefter med 0,100 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Da iod er mere opløselig i 1,1,1-trichlorethan end i vandfasen, skal der omrøres grundigt med magnetomrører under titreringen.
3. Titreringstempoet nedsættes, efterhånden som iodfarven (rødlig) bliver svagere.
4. Når iodfarven er næsten forsvundet, tilsættes ca. 10 dråber stivelse, hvorved opløsningen bliver sort/blå.
5. Titrer langsomt videre til kolbens indhold bliver helt farveløst (også 1,1,1-trichlorethan-fasen).

**Resultater**

Fedtstof	
Afvejet mængde fedtstof	g
Tilsat volumen $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	mL

**Resultatbehandling**

1. Bestem den stofmængde  $S_2O_3^{2-}$ , der er tilsat ved ækvivalenspunktet. Udnyt at I kender koncentrationen af  $Na_2S_2O_3$ -opløsningen.
2. Bestem den stofmængde  $I_2$  der er ækvivalent hermed ved hjælp af reaktion (3).
3. Bestem den stofmængde  $Br_2$ , og dermed overskuddet af  $Br_2$ , der er ækvivalent med stofmængden af  $I_2$  ved hjælp af formel (2).
4. Bestem den stofmængde  $Br_2$  der er blevet tilsat ved starten af forsøget ved hjælp af formel (1). (Anvendt mængde  $Br_2$ )
5. Bestem nu den stofmængde  $Br_2$ , der er blevet optaget af carbon-carbondobbeltbindingerne i den afvejede fedtstofmængde.  
(mængden af  $Br_2$  til addition = anvendt mængde af  $Br_2$  - overskuddet af  $Br_2$ ).
6. Resultaterne føres ind i nedenstående skema.

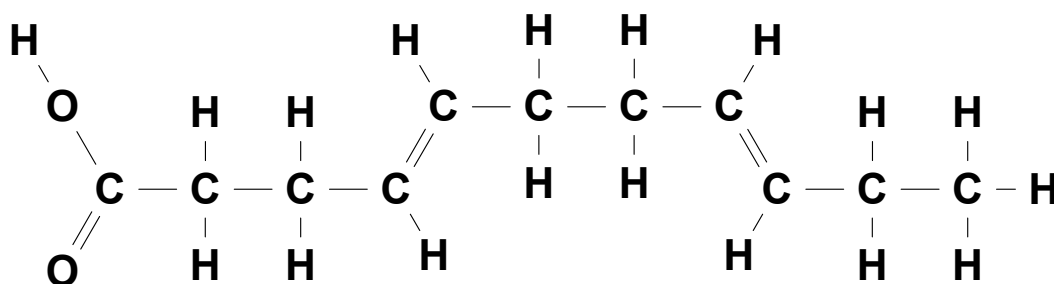
	Beregninger og kommentarer til beregningerne	
1. Stofmængden af $S_2O_3^{2-}$		mol
2. Den ækvivalente stofmængde af $I_2$		mol
3. Stofmængden af $Br_2$ (Den mængde der er i overskud)		mol
4. Stofmængden af $Br_2$ (Den mængde der er blevet anvendt i forsøget)		mol
5. Stofmængden af $Br_2$ (Den mængde der er optaget i fedtstoffet)		mol
8 Stofmængden af $Br_2$ pr. gram fedtstof (Den mængde der er optaget pr gram fedtstoffet)		mol/g

7. Beregn stofmængden af dibrom ( $\text{Br}_2$ ) der er optaget per gram fedtstof.
8. Hvad er stofmængden af dobbeltbindinger i fedtstoffet?
9. Udfra stofmængden af dobbeltbindinger per gram fedtstof og udfra den molare masse for  $\text{I}_2$  bestemmes iodtallet for fedtstoffet.

Fedtstof	Iodtal beregnet	Iodtal tabel (se side 50)

## Diskussion

1. Opskriv et reaktionsskema der viser hvordan brom reagerer med dobbeltbindingerne i følgende molekyle:



2. Sammenlign forsøgsresultaterne med tabelværdier, kommenter forsøgsresultatet og giv en vurdering af fedtstoffernes ernæringsmæssige værdi.