

# Kemiske småforsøg

Tilrettelagt og redigeret af  
*Asbjørn Petersen & Christian B. Knudsen*

Udgivet af  
Dansk Selskab for Historisk Kemi  
2019

Kemiske småforsøg Copyright (c) 2019, Dansk Selskab for Historisk Kemi. Tryk: Et  
eller andet sted Trykt i Danmark 2019 ISBN: tretten cifre

Forside illustration

Dansk Selskab for historisk Kemi Bestyrelseslisten



## **Forord.**

Bostrups klumme. Interessante forsøg. 100 året for Dansk Kemi. Dansk selskab for historisk kemi. Og sådan noget.

# Contents

1	Forord.	iii
2		3
3		5
4		7
5		9
6		11
7		13
8		15
9		17
10		19
11		21
12		23
13		25
14	Kemisk Ligevægt	27
15	Springvandsforsøget på en ny måde	29
16		31
17		33
18		35
19		37

<b>20</b>	<b>Forsøg der belyser opløselighedsproduktet</b>	<b>39</b>
<b>21</b>		<b>41</b>
<b>22</b>		<b>43</b>
<b>23</b>	<b>Hydrogenfremstilling af carbonhydrider</b>	<b>45</b>
<b>24</b>		<b>47</b>
<b>25</b>		<b>49</b>
<b>26</b>		<b>51</b>
<b>27</b>		<b>53</b>
<b>28</b>		<b>55</b>
<b>29</b>		<b>57</b>
<b>30</b>		<b>59</b>
<b>31</b>		<b>61</b>
<b>32</b>		<b>63</b>
<b>33</b>		<b>65</b>
<b>34</b>		<b>67</b>
<b>35</b>		<b>69</b>
<b>36</b>		<b>71</b>
<b>37</b>		<b>73</b>
<b>38</b>		<b>75</b>
<b>39</b>		<b>77</b>
<b>40</b>		<b>79</b>
<b>41</b>		<b>81</b>
<b>42</b>		<b>83</b>
<b>43</b>		<b>85</b>
<b>44</b>		<b>87</b>

45	89
46	91
47	93
48 Cracking på en anden måde	95
49 Nitrat (III); Nitrit	99
50 Reaktionen mellem nitrogenoxid og carbondisulfid	103
51 Phosphorescens	105
52 Perspex i gummitilstand	107
53 Tyndall-effekt	109
54 Elektrolyse af NaCl	111
55	113
56 Bittermandelolie	115
57 "Bjerrums forsøg"	119
58 Småforsøg med protolytiske reaktioner i vandige saltopløsninger	121
59 Emil Petersen – og et småforsøg	123
60 Diverse administrativt	125



















































# Kemisk Ligevægt

*Ole Bostrup*

En kemisk ligevægt kan demonstreres ved reaktionen mellem jern(III)-ioner og thiocyanat-ioner  $\text{Fe}^{3+}$  (aq) +  $\text{SCN}^-$  (aq)  $\leftrightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_2^+$  (aq)

Hvor der dannes et rødfarvet kompleks  $\text{FeSCN}_2^+$ . Til forsøget skal bruges 1M  $\text{NH}_4\text{SCN}$ , 0,1M  $\text{FeCl}_3$  og 0,1 M  $\text{AgNO}_3$  samt fast  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

- Til 100 cm<sup>3</sup> vand sættes 10 dråber 1M  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Tilsæt 10 dråber 0,1M  $\text{FeCl}_3$ . Bemærk  $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$  farven efter omrøren.
- Placer 5 reagensglas i et stativ og fyld dem halvt med opløsningen fra bægerglasset: 1. Bruges til sammenligning 2. Tilsæt nogle dråber 1M  $\text{NH}_4\text{SCN}$  3. Tilsæt nogle dråber 0,1 M  $\text{FeCl}_3$  4. Tilsæt nogle dråber 0,1 M  $\text{AgNO}_3$  5. Tilsæt en spatelfuld fast  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$



# Springvandsforsøget på en ny måde

*Peter Norrild*

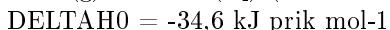
Selvom HCl-Springvandsforsøget er en elegant måde at vise hydrogenchlorids vandopløselighed på, er det muligt at udføre et forsøg over samme tema, der er endnu bedre og endnu mere instruktivt.

A. Fremstilling af HCl Fyld et reagensglas 2/3 op med en blanding af 6 g fint pulveriseret NaCl og 12 g vandfrit NaHSO4. Sæt en prop med hul i reagensglasset og forbind herefter en urinpose med reagensglasset. Ophed blandingen med en bunsenbrænder. På et par minutter fyldes urinposen med ca. 2,5 l HCl gas. Luk posen med en slangeklemme.

B. HCl + H2O? Forbind en 100 ml tragt med urinposens slange. Hæld vand i tragten og lad posen hænge ned. Luk kortvarigt op for klemhanen, så halvdelen af vandet i tragten løber ned i posen. Det siger svup! Posen skrumper ind, og i bunden har man ca. 40 ml 60-65 gradtegn varm saltsyre.

ad A. Natriumhydrogensulfat forhandles normalt som det vandholdige NaHSO4 prik H2O, der jo bedre kendes som toiletpulver. Dette kan ikke bruges til forsøget på grund af vandindholdet. Man kan hos Struers købe vandfrit NaHSO4 (Merck 6351) for en beskeden merpris. Med den beskrevne metode elimineres risikomomenter, der normalt er forbundet med fremstilling af HCl ud fra NaCl og konc. H2SO4. Reaktionen er  $\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$ . Naturligvis skal man ikke glemme, at det faste NaHSO4 også er en stærk syre.

ad B. Ved Springvandsforsøget bemærker man ikke varmetoning ved reaktionen  $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$  på grund af den store vandmængde der suges op i kolben. Ved urinpose-forsøget er det muligt at konstatere en kraftig varmetoning og heraf slutte, at  $\text{H}_2\text{O}$  reagerer med HCl. Det analoge forsøg med NH3 og H2O giver en noget mindre varmetoning.



Hældes de 40 g vand i 2,5 l HCl = 1/10 mol, udvikles der 7,50 kJ

Temperaturstigningen DELTAt findes af ligningen 40 prik DELTAt prik 4,19 = 7500 ; DELTAt = 44,7

Er vandets temperatur før forsøgets start 20 Gradtegn C, bliver denne teoretisk 64,7 gradtegn C. Den fremstillede saltsyre bliver altså mere end håndvarm, og PVC-urinposen får en noget slatten karakter. Hvis man erstatter tragten med en plast-sprøjte og tilslætter en nøje afmålt mængde vand (f.eks. 40 ml), findes varmetoningen at være i god overensstemmelse med den beregnede.

















# Forsøg der belyser opløselighedsproduktet

*Niels Berg*

1. Blyjodid,  $\text{PbI}_2$ , er velegnet til at demonstrere virkningen af fælles ioner på opløseligheden. Fremstilling af blyjodid: Opløs 1,0 g  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  i 300 ml kogende vand og tilslæt en opløsning af 4,0 g kaliumjodid i lidt vand. Udfældes der herved blyjodid, varmes indtil alt er gået i opløsning. Af den farveløse opløsning udskilles det gule blyjodid ved afkøling. Blyjodid suges fra på glasfilter og vaskes et par gange med vand. Noget af det endnu våde  $\text{PbI}_2$  kommes i en medicinflaske (500 ml), og efter tilslætning af vand lukkes flasken med prop og rystes i 10 min.

I hvert af 2 cylinderglas kommes 50 ml af den (filtrerede) mættede opløsning af  $\text{PbI}_2$ . Til det ene cylinderglas sættes lidt KI-opløsning. Der udfældes straks  $\text{PbI}_2$ . Til det andet cylinderglas sættes 1 ml mættet blynitrat-opløsning. Der Udfældes langsomt større krystaller af  $\text{PbI}_2$ .

Anm: 50 ml  $\text{PbI}_2 + 1/2 \text{ ml Pb}(\text{NO}_3)_2$ , giver fældning. 50 ml  $\text{PbI}_2 + 1 \text{ ml Pb}(\text{NO}_3)_2$ , giver fældning 50 ml  $\text{PbI}_2 + 2 \text{ ml Pb}(\text{NO}_3)_2$ , giver fældning 50 ml  $\text{PbI}_2 + 4 \text{ ml Pb}(\text{NO}_3)_2$ , giver ikke fældning

2. Sølvacetat,  $\text{CH}_3\text{COOAg}$ , kan bruges til et analogt forsøg: 0,50 g sølvnitrat og 0,40 g krystallinsk natriumacetat,  $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  \*) opløses hver for sig i 25 ml vand, hvorpå opløsningerne blandes. Der fås en omrent mættet opløsning af sølvacetat. At denne desuden indeholder  $\text{Na}^+$  og  $\text{NO}_3^-$  spiller ingen rolle. Nogle få ml tages fra for at kontrollere at der ikke sker udfældning i blandingen. Resten deles i 2 lige store dele. Den ene fældes med 2,0 g  $\text{AgNO}_3$ , den anden med 1,6 g  $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  \*\*), begge salte opløst i 5 ml vand. Der udfældes  $\text{CH}_3\text{COOAg}$  i begge portioner.

\*) eller 0,24 g vandfast salt, \*\*) eller 0,97 g vandfrit salt











# Hydrogenfremstilling af carbonhydrider

*Ole Bostrup og Ole Kramer*

**Teori** Ved kraftig opvarming af carbonhydrider dannes der umættede forbindelser, carbon og hydrogen. Ved det følgende forsøg er valgt carbonhydridet butan, som under forsøgsbetingelserne kvantitativt spaltes efter



































































































# Kemiske småforsøg

Redigeret af Ole Bostrup

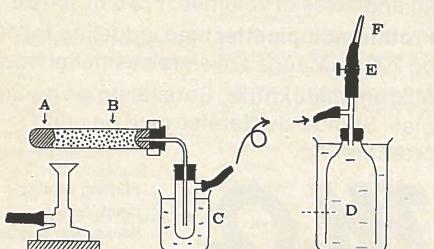
Kender De et sjovt forsøg?

Så send en kort beskrivelse til Dansk Kemi, Skelbækgade 4, 1717 København V:

## Cracking på en anden måde

Cracking af paraffinolie eller andre tunge råoliefractioner er et velkendt forsøg i skolen. Her skal der beskrives en enklere og morsom udferlelse af forsøget.

I et supremax reagensglas hældes 3 ml *paraffinolie*, hvorefter der stoppes rockwool i glasset til al paraffinolie er opsuget. Tørret *perlekatalysator* anbringes ovenpå. Reagensglasset oplænges vandret og forbindes via et kælet forlag med en »gasbeholder«. Perlekatalysatoren opnedes med en fiskehalebrænder, som efter 1 minut flyttes 1 cm til venstre, så paraffinolinien også bliver varmet op. Den dannede gas samles i gasbeholderen. I forlaget samles en væske, som kan karakteriseres på sædvanlig måde. Gassen brænder med en lysende sodende flamme p.g.a. alkendindholdet, men ledes gassen først gennem et glasrør med lidt *platin-asbest*, vil forbrændingen ske uden sodning, da alkenerne reagerer med gassens hydrogen under dannelse af alkanner. Beskyttelsesbriller!



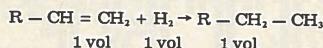
A: Paraffinolie i rockwool, B: Tørret perlekatalysator C: Kælet forlag, D: Gasbeholder (plastflaske), E: Klemme F: Spidset glasrør.

## Crackgassens sammensætning

*Apparatur og kemikalier:* 2 stk. 100 ml glasstempel (Exelo), glasrør, gummislange, tregangshane, hydrogen, 1-butlen (Fluka), platin-asbest eller platin-aktivkul.

I apparaturet, der er vist på tegningen, udføres følgende bestemmelser.

A: Apparaturet gennemsyilles med crackgas. Herefter fyldes der nøjagtigt 100 ml crackgas i stempel 1. Gassen ledes over katalysatoren til konstant volumen opnås. Volumen formindskelsen  $-\Delta V_a$  noteres.



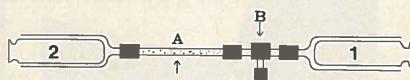
Volumen formindskelsen er et udtryk for indholdet af den komponent, der er i underskud — altså enten alken eller hydrogen. Der udføres derfor to bestemmelser mere.

B: Til stempel 2 sættes 50 ml H<sub>2</sub> og til stempel 1 100 ml crackgas. Gasserne blandes og ledes over katalysatoren. Volumen formindskelsen  $-\Delta V_b$  noteres.

C: Til stempel 2 sættes 50 ml buten og til stempel 1 100 ml crackgas. Gasserne blandes og ledes over katalysatoren.  $-\Delta V_c$  noteres.

Måleeksempler:

- $-\Delta V_a = 32 \text{ ml}$  Hydrogen
- $-\Delta V_b = 44 \text{ ml}$  Alken
- $-\Delta V_c = 33 \text{ ml}$  Hydrogen



A: Glasrør med Pt-katalysator,  
B: Tregangshane

I dette eksempel er vol.forholdet H<sub>2</sub>/alken/alkan = 32/44/24. Forsøg C har ikke været nødvendigt i dette tilfælde, men gassens sammensætning varierer en del fra forsøg til forsøg.

Peter Norrild

# Cracking på en anden måde

*dansk kemi vol 61 iss 1 p 34*

*Peter Norrild*

Cracking af paraffinolie eller andre tunge råoliefractioner er et velkendt forsøg i skolen. Her skal der beskrives en enklere og morsom udførelse af forsøget.

I et supremax reagensglas hældes 3 ml paraffinolie, hvorefter der stoppes rockwool i glasset til al paraffinolie er opsuget. Tørret perlekatalysator anbringes ovenpå. reagensglasset opspændes vandret og forbindes via et kølet forlag med en "gasbeholder". perlekatalysatoren ophedes med en fiskehalebrænder, som efter 1 minut flyttes 1 cm til venstre, så paraffinolien også bliver varmet op. Den dannede gas samles i gasbeholderen. I forlaget samles en væske, som kan karakteriseres på sædvanlig måde. Gassen brænder med en lysende sodende flamme p.g.a. alkenindholdet, men ledes gassen først gennem et glasrør med lidt platin-asbest, vil forbrændingen ske uden sodning, da alkenerne reagerer med gassens hydrogen under dannelsen af alkaner. Beskyttelsesbriller!

## Crackgassens sammensætning

Apparatur og kemikalier: 2 stk. 100 ml glasstempel (Exelo), glasrør, gummislange, tregangshane, hydrogen, 1-buten (Fluka), platin-asbest eller platin-aktivkul. I appareturet, der er vist på tegningen, udføres følgende bestemmelser. A: Apparetet gennemskyldes med crackgas. Herefter fyldes der nøjagtigt 100 ml crackgas i stempel 1. Gassen ledes over katalysatoren til konstant volumen opnås. Volumen formindskelsen -Delta Va noteres.



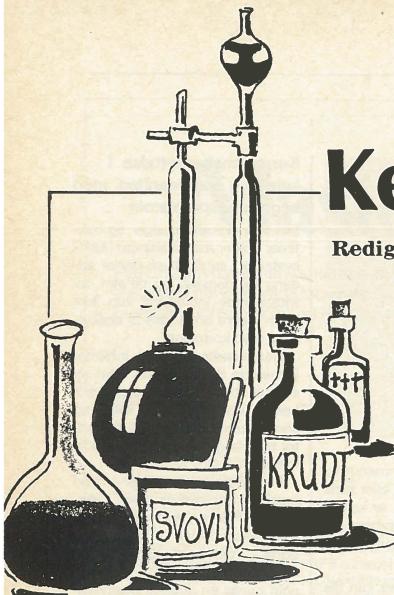
Volumen formindskelsen er et udtryk for indholdet af den komponent, der er i underskud - altså enten alekn eller hydrogen. Der udføres derfor to bestemmelser mere.

B: Til stempel 2 sættes 50 ml H<sub>2</sub> og til stempel 1 100 ml crackgas. Gassernes blandes og ledes over katalysatoren. Volumen formindskelsen -Delta V<sub>b</sub> noteres. C: Til stempel 2 sættes 50 ml buten og til stempel 1 100 ml crackgas. Gasserne blandes og ledes over katalysatoren. - Delta V<sub>c</sub> noteres. Måleeksempl: - Delta V<sub>a</sub> = 32 ml Hydrogen -Delta V<sub>b</sub> = 44 ml Alken -Delta V<sub>c</sub> = 33 ml Hydrogen

I dette eksempel er volforholdet H<sub>2</sub>/alken/alkan = 32/44/24. Forsøg C har ikke været nødvendigt i dette tilfælde, men gassens sammensætning varierer en del fra forsøg til forsøg.

noter til illustration 1: A: Paraffinolie i rockwool, B: Tørret perlekatalysator D:  
Kølet forlag, D: Gasbeholder (plastflaske), E: Klemme F: Spidset glasrør.

Noter til illustration 2: A: Glasrør med Pt-katalysator, B: tregangshane



# Kemiske småforsøg

Redigeret af Ole Bostrup

Kender De et sjovt forsøg?

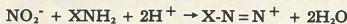
Så send en kort beskrivelse til Dansk Kemi, Skelbækgade 4, 1717 København V:

## Nitrat(III); Nitrit

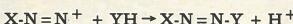
### Teori

De seneste års interesse i at kunne påvise små mængder nitrit (nitrat(III),  $\text{NO}_2^-$ ) i fødemidler har gjort det aktuelt at finde et demonstrationsforsøg, der kan vise diazotiseringsmetoden.

Nitrit danner med aminer ( $\text{XNH}_2$ ) diazonium ioner



Diazonium ioner regerer med aminer og phenoler ved en koblingsproses under dannelse af azofarvestoffer



### Reagenser

*Sulfanilsyre til nitrit bestemmelse.* Opløs 0,5 g sulfanilsyre (4-aminobenzensulfonsyre) i en blanding af 15 cm<sup>3</sup> konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm<sup>3</sup> udkøgt vand.

*a-naphthylamin til nitrit bestemmelse.* Opløs 0,2 g a-naphthylamin (1-amino-naphthalen) i 20 cm<sup>3</sup> kogende vand. Den kogende opløsning dekanteres fra eventuelt uoplost stof over i en blanding af 15 cm<sup>3</sup> konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm<sup>3</sup> udkøgt vand.

2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$

fast 1,3-diamino-benzen (m-phenylenediamin)

### Demonstrationsforsøg

To 5-liter bægerglas fyldes op med lunkent vand fra vandhanen. En spatelspids 1,3-diamino-benzen opløses i lidt af svovlsyre i et reagensglas, og opløsningen sættes til det ene bægerglas.

Til det andet bægerglas sættes 10 cm<sup>3</sup> af sulfanilsyre opløsningen og 10 cm<sup>3</sup> a-naphthylamin opløsning.

Til begge bægerglas sættes nogle korn natriumnitrit ( $\text{NaNO}_2$ ), og indholdet røres om med en glastang.

Efter nogen tid vil opløsningen i det første bægerglas antage en brun farve og opløsningen i det andet bægerglas en rød farve.

Ole Bostrup

Litteratur: H. Haraldsen: »Fag Forum». Norsk Lektorlag. Oslo 1976, s. 19.

## Olie i vand emulsioner med praktiske anvendelser (skønhedscreme)

Den landskendte **KEMIVA** creme fremstilles efter følgende opskrift:

60 g friturefedt	fedtfase
10 g paraffinolie	
10 g stearinlys	vandfase
5 g triethanolamin	
10 g glycerol	vandfase
105 g vand	

Fedtfasen og vandfasen opvarmes til 70°C. Under kraftig omrøring hældes fedtfasen langsomt i vandfasen. Omrøringen fortsættes under afkøling af blandingen. Når temperaturen er under 20°C i emulsionen, tilsættes der parfume og farve efter individuel smag. Emulgatoren er triethanolammonium-stearat, som dannes ved sammenblanding af faserne.

Inspireret af varedeklarationen på Irmalil-produkterne kan man fremstille den mere komplicere creme, KEMI-LIL.

80 g paraffin el. paraffinolie	fedtfase
5 g glyceryl-monostearat	
5 g stearylalkohol	vandfase
10 g stearinlys	
5 g triethanolamin	vandfase
10 g propylenglycol	
85 g vand	

Blandes som nævnt under Kemiva. Emulgatorerne er glyceryl-monostearat, stearylalkohol samt triethanolammonium-stearat, som dannes ved blandingen.

Begge emulsioner er O/V (olie i vand emulsioner).

Peter Norrild



## Nitrat (III); Nitrit

dansk kemi vol 61 iss 2 p 62

### Teori

De seneste års interesse i at kunne påvise små mængder nitrit (nitrat(III), NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) i fødemidler har gjort det aktuelt at finde et demonstrationsforsøg, der kan vise diazoteringsmetoden. Nitrit danner med aminer (XNH<sub>2</sub>) diazonium ioner

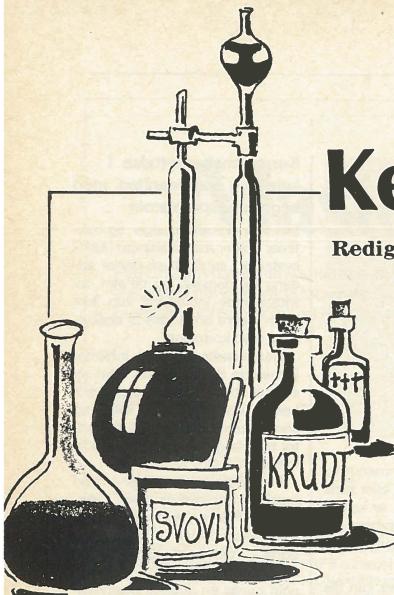


Diazonium ioner reagerer med aminer og phenoler ved en koblingsproces under dannelse af azofarvestoffer X-N=N<sup>+</sup> + YH → X-N=N-Y + H<sup>+</sup>

Reagenser Sulfanilsyre til nitrit bestemmelse. Opløs 0,5 g sulfanilsyre (4-aminobenzensulfon) i en blanding af 15 cm<sup>3</sup> konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm<sup>3</sup> udkogt vand. a-naphthylamin til nitrit bestemmelse. Opløs 0,2 g a-naphthylamin (1-amino-naphthalen) i 20 cm<sup>3</sup> kogende vand. Den kogende opløsning dekanteres fra eventuelt uopløst stof over i en blanding af 15 cm<sup>3</sup> konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm<sup>3</sup> udkogt vand. 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fast 1,3-diamino-benzen (m-phenylenediamin)

Demonstrationsforsøg To 5-liter bægerglas fyldes op med lunkent vand fra vandhanen. En spatelspids 1,3-diamino-benzen opløses i lidt af svovlsyre i et reagensglas, og opløsningen sættes til det ene bægerglas. Til det andet bægerglas sættes 10 cm<sup>3</sup> af sulfanilsyre opløsningen og 10 cm<sup>3</sup> a-naphthylamin opløsning. Til begge bægerglas sættes nogle korn natriumnitrit (NaNO<sub>2</sub>) og indholdet røres om med en glasstang. Efter nogen tid vil opløsningen i det første bægerglas antage en brun farve og opløsningen i det andet bægerglas en rød farve.

Forfatter: Ole Bostrup. Litteratur: H. Haraldsen: "Fag Forum". Norsk Lektorlag. Oslo 1976, s. 19.



# Kemiske småforsøg

Redigeret af Ole Bostrup

Kender De et sjovt forsøg?

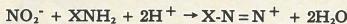
Så send en kort beskrivelse til Dansk Kemi, Skelbækgade 4, 1717 København V:

## Nitrat(III); Nitrit

### Teori

De seneste års interesse i at kunne påvise små mængder nitrit (nitrat(III),  $\text{NO}_2^-$ ) i fødemidler har gjort det aktuelt at finde et demonstrationsforsøg, der kan vise diazotiseringsmetoden.

Nitrit danner med aminer ( $\text{XNH}_2$ ) diazonium ioner



Diazonium ioner regerer med aminer og phenoler ved en koblingsproces under dannelse af azofarvestoffer



### Reagenser

*Sulfanilsyre til nitrit bestemmelse.* Opløs 0,5 g sulfanilsyre (4-aminobenzensulfonsyre) i en blanding af 15 cm<sup>3</sup> konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm<sup>3</sup> udkøgt vand.

*a-naphthylamin til nitrit bestemmelse.* Opløs 0,2 g a-naphthylamin (1-amino-naphthalen) i 20 cm<sup>3</sup> kogende vand. Den kogende opløsning dekanteres fra eventuelt uoplost stof over i en blanding af 15 cm<sup>3</sup> konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm<sup>3</sup> udkøgt vand.

2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$

fast 1,3-diamino-benzen (m-phenylenediamin)

### Demonstrationsforsøg

To 5-liter bægerglas fyldes op med lunkent vand fra vandhanen. En spatelspids 1,3-diamino-benzen opløses i lidt af svovlsyre i et reagensglas, og opløsningen sættes til det ene bægerglas.

Til det andet bægerglas sættes 10 cm<sup>3</sup> af sulfanilsyre opløsningen og 10 cm<sup>3</sup> a-naphthylamin opløsning.

Til begge bægerglas sættes nogle korn natriumnitrit ( $\text{NaNO}_2$ ), og indholdet røres om med en glastang.

Efter nogen tid vil opløsningen i det første bægerglas antage en brun farve og opløsningen i det andet bægerglas en rød farve.

Ole Bostrup

Litteratur: H. Haraldsen: »Fag Forum». Norsk Lektorlag. Oslo 1976, s. 19.

## Olie i vand emulsioner med praktiske anvendelser (skønhedscreme)

Den landskendte **KEMIVA** creme fremstilles efter følgende opskrift:

60 g friturefedt	fedtfase
10 g paraffinolie	
10 g stearinlys	vandfase
5 g triethanolamin	
10 g glycerol	vandfase
105 g vand	

Fedtfasen og vandfasen opvarmes til 70°C. Under kraftig omrøring hældes fedtfasen langsomt i vandfasen. Omrøringen fortsættes under afkøling af blandingen. Når temperaturen er under 20°C i emulsionen, tilsættes der parfume og farve efter individuel smag. Emulgatoren er triethanolammonium-stearat, som dannes ved sammenblanding af faserne.

Inspireret af varedeklarationen på Irmalil-produkterne kan man fremstille den mere komplicere creme, KEMI-LIL.

80 g paraffin el. paraffinolie	fedtfase
5 g glyceryl-monostearat	
5 g stearylalkohol	vandfase
10 g stearinlys	
5 g triethanolamin	vandfase
10 g propylenglycol	
85 g vand	

Blandes som nævnt under Kemiva. Emulgatorerne er glyceryl-monostearat, stearylalkohol samt triethanolammonium-stearat, som dannes ved blandingen.

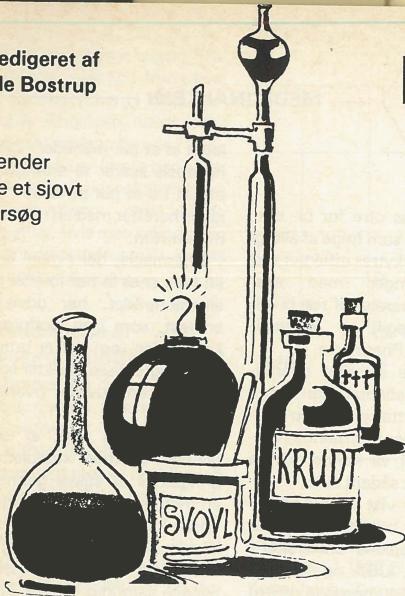
Begge emulsioner er O/V (olie i vand emulsioner).

Peter Norrild

nr to

Redigeret af  
Ole Bostrup

Kender  
De et sjovt  
forsøg



Send det til Dansk Kemi,  
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

## Reaktionen mellem nitrogenoxid og carbondisulfid

### Teori

Carbondisulfid kan oxideres af nitrogenoxid under fri-gørelse af energi. Det følgende forsøg er oprindeligt ud-tænkt af Berzelius (1825), men er senere omformet af Le Chatelier.

### Fremgangsmåde

Et kraftigt glasrør, ca. 5 cm i diameter, 1,5 m langt og for-synt med en gummidprop fyldes med nitrogenoxid over vand og lukkes med en anden gummidprop. Der må helst ikke være vand i røret. Nogle  $cm^3$  carbondisulfid tilsættes og bringes til at fordampe ved at ryste røret. Røret anbringes

lodret, den øverste prop fjernes, og indholdet antændes. Forbrændingen, der sker med en intensiv blå flamme (bånd-spektret af S) forløber uden støj indtil midten af røret, hvorefter der høres et fløjt, og en detonationsbølge sætter ind. En perspex skærm bør placeret mellem rørets nedre del og publikum. Detonationsbølgens natur er ikke fuldt forstået, men det kan nævnes, at medens normale forbrændingshastigheder er 30-40 km/time, er hastigheden i detonationsbølgen 10.000 km/time.

S. E. Harnung

# Kemiske småforsøg

## Knaldgas-ekspllosion uden risiko

Til demonstration af, at blandinger af hydrogen og oxygen eksploderer ved antændelse, har man sådvanligvis brugt det såkaldte eudiometerrør, fremstillet af tykvægget glas eller, i nyere udgaver, af plastik.

Da knaldgas-ekspllosionen er meget voldsom, bør man holde sig langt fra det stokiometriske forhold, f.eks. foreslås en blanding af 8 ml  $H_2$  og 16 ml  $O_2$ .

Alligevel giver det et ordentligt ryk i røret, og det kan evt. sprænges, hvorfor det tilrådes at dække det med et håndklæde inden antændelsen. Det tager jo lidt af fornøjelsen fra tilskuerne! Apparatet koster nogle hundrede kroner, men så er der også mulighed for at måle de forbrugte gasmængder og for at se de vandræber, der er dannet i røret.

Vil man nøjes med at demonstrere reaktionen kvalitativt, kan det gøres på en meget billig, simpel og ufarlig, men alligevel ganske effektiv måde ved brug af en lille, f.eks. 10 ml, plasticsprøje (injektionssprøje uden nål).

Fra hydrogenflasken eller fra en urinpose med hydrogen fyldes sprøjen op. Sørg for, at det virkelig er hydrogen og ikke luft fra slangerne! Stemplet trykkes tilbage, så der er ca. 6,5 ml  $H_2$  i sprøjen, og man holder en finger på spidsen, så det ikke stikker af. Nu fyldes sprøjen på samme måde helt op med ca. 3,5 ml oxygen.

Med fingeren for mundingen vender man den nogle gange, så de to gasser blædes (vigtigt!). Derpå dypes sprøtespidsen i lidt sæbe- eller sulfopløsning, og med et let tryk på stemplet frembringer man en lille boble på spidsen.

Sprøjen fastgøres med spidsen nedad i en stativklemme, og en flamme føres hen til sæbeboden. Ledsaget af et ordentligt knald slýnges stemplet nu op i loftet. Skulle det lille, lette plastic-stemplet derefter falde ned mellem tilskuerne, sker der ingen som helst skade ved det. Sprøjen vil normalt være ubeskadiget og kunne bruges igen.

H. C. Helt

## Galvaniske elementer

Tag en citron, æble eller anden frugt. Sæt to galvaniserede sørøm ind i frugten. Mål spændingsforskellen med et følsomt voltmeter. Intet udslag.

Gentag forsøget med to kobbertræde indsat i frugten. Intet udslag.

Gentag forsøget med ét galvaniseret sørøm og én kobbertræd. Udslag.

Jann Kvalö, der har fremdraget dette forsøg beretter, at man med succes kan benytte sådanne galvaniske elementer, når man skal demonstrere serie- og parallelkobling.

Ole Bostrup

Litteratur:  
J. Kvalö. Skolforum. Oslo. 16 (1977) 783.

# Reaktionen mellem nitrogenoxid og carbondisulfid

*Dansk Kemi 62, 3, 1981, p. 70*

Forfatter: S. E. Harnung

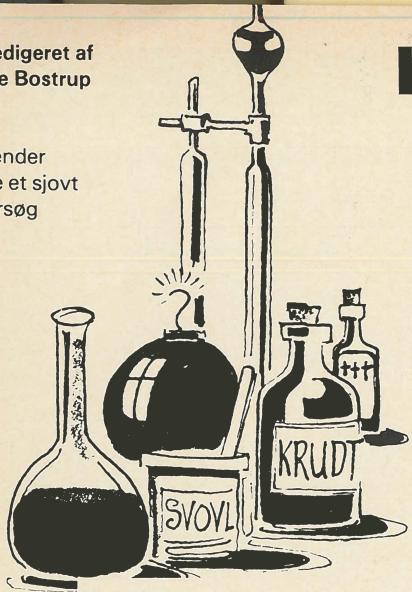
Teori carbondisulfid kan oxideres af nitrogenoxid under frigørelse af energi. Det efterfølgende forsøg er oprindeligt udtænkt af Berzelius (1825), men er senere omformet af Le Chatelier.

Fremgangsmåde

Et kraftigt glasrør, ca. 5 cm i diameter, 1,5 m langt og forsynet med en gummiprop fyldes med nitrogenoxid over vand og lukkes med en anden gummiprop. Der må helst ikke være vand i røret. Nogle cm<sup>3</sup> carbondisulfid tilskættes og bringes til at fordampe ved at ryste røret. Røret anbringes lodret, den øverste prop fjernes, og indholdet antændes. Forbrændingen, der sker med en intensiv blå flamme (båndspektret af S) forløber uden støj indtil midten af røret, hvorefter der høres et fløjt, og en detonationsbølge sætter ind. En perspex skærm bør placeres mellem rørets nedre del og publikum. detonationsbølgens natur er ikke fuldt forstået, men det kan nævnes, at medens normale forbrændingshastigheder er 30-40 km/time, er hastigheden i detonationsbølgen 10.000 km/time.

Redigeret af  
Ole Bostrup

Kender  
De et sjovt  
forsøg



Send det til Dansk Kemi,  
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

## Phosphorescens

### Teori

Et phosphorecerende stof er et stof, som, når det belyses, udsender lys af en anden farve end det indfaldende. Efter at belysningen er ophørt, vedbliver stoffet endnu nogen tid at lyse.

Strontiumsulfid kan fremstilles af strontiumcarbonat og svovl.  
 $16 \text{ SrCO}_3 + 3\text{S}_8 \rightarrow 16\text{SrS} + 8\text{SO}_2 + 16\text{CO}_2$ .  
Ved en passende iblanding af kalium og mangan forbindelser er strontiumsulfid phosphorescerende.

### Fremgangsmåde

10 g strontiumcarbonat (0,068 mol  $\text{SrCO}_3$ ), 10 g svovlpulver (0,039 mol  $\text{S}_8$ ), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol  $\text{KCl}$ ) og 0,04 g mangan (II)-chlorid tetrahydrat (0,0002 mol  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) pulveriseres og blændes i en morter.

Blandingen overføres til en procelænsdigel med låg, som herefter i 30 minutter opvarmes i stinkskab over en bunsenbrænder (ved ca.  $800^\circ\text{C}$ ).

Ole Bostrup

## HENSCHEL kedler



Nye og brugte dampkedler på lager. Varmoliekedler. Projektering, installation, service reparation, reservedele.

**BOURVANIL COMPAGNIET**  
Avedøreholmen 66, 2650 Hvidovre  
(01) 781755

# Kemiske småforsøg

## Perspex i gummitilstand

af Ole Kramer, H.C. Ørsted Institutet

En plexiglasstang, ca 30 cm lang, holdes i den ene ende og opvarmes over en bunsenbrænder med trådnet.

Efter et stykke tid synker den frie ende, fordi materialet bliver blødt, **termoplastisk**.

Efter yderligere opvarmning kan man ved at trække i begge ender vise, at **gummitilstanden** er nået.

Bemærk, at perspex ikke er krydsbundet, og det vil derfor gå i stykker hvis det holdes strakt for længe.

### Litteratur:

1. O. Kramer. Dansk Kemi. (1981) 113
2. L. Mandelkern: »An Introduction to Macromolecules«. Springer. Ny 1972.

## Tyndall-effekt

af Ole Bostrup

### Indledning

I denne serie småforsøg er tidligere omtalt, hvorledes man kan demonstrere Tyndall-effekt ved hjælp af mælk i vand.

I det følgende gengives den klassiske opskrift, hvor fænomenet demonstreres ved hjælp af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spredte Tyndall-lys blåt.

g sodiumthiosulfat pentahydrat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) i  $700 \text{ cm}^3$  vand. Til denne væske sættes  $5 \text{ cm}^3$  konc saltsyre.

I købet af ca 30 sekunder begynder dannelsen af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spredte Tyndall-lys blåt.

Efter ca 5 minutter forsvinder effekten, idet der er dannet for meget svovl.

### Litteratur:

1. O. Bostrup. Dansk Kemi (1981) 132
2. E.K. Bacon. J. Chem. Ed. 25(1948) 251
3. H.N. Aleya & F.B. Dutton: »Tested Demonstrations in Chemistry«. Easton 1960, s. 81.

Annoder 02-42 22 96

# Phosphorescens

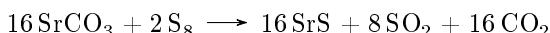
1981-62-9-226

Ole Bostrup

## Teori

Et phosphorecerende stof er et stof, som, når det belyses, udsender lys af en anden farve end det indfaldende. Efter at belysningen er ophört, vedbliver stoffet endnu nogen tid at lyse.

Strontiumsulfid kan fremstilles af strontiumcarbonat og svovl.



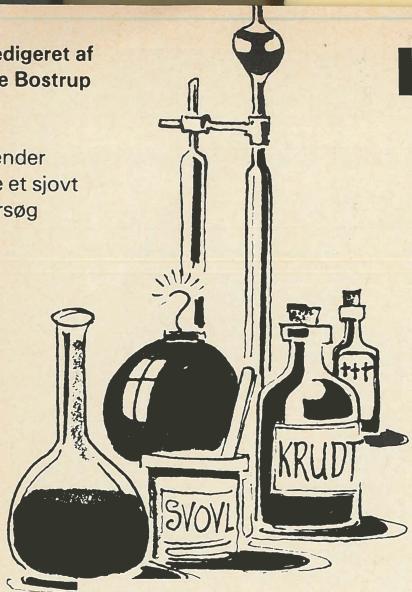
Ved en passende iblanding af kalium og mangan forbindelser er strontiumsulfid phosphorescerende.

## Fremgangsmåde

10 g strontiumcarbonat (0,068 mol  $\text{SrCO}_3$ ), 10 g svovlpulver (0,039 mol  $\text{S}_8$ ), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol KCl) og 0,4 g mangan (II)- chlorid tetrahydrat (0,0002 mol  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ) pulveriseres og blandes i en morter. Blandingen overføres til en porcelænsdigel med låg, som herefter i 30 minutter opvarmes i stinkskab over en bunsenbrænder (ved ca. 800 gradtegn C).

Redigeret af  
Ole Bostrup

Kender  
De et sjovt  
forsøg



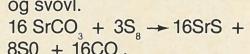
Send det til Dansk Kemi,  
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

## Phosphorescens

### Teori

Et phosphorecerende stof er et stof, som, når det belyses, udsender lys af en anden farve end det indfaldende. Efter at belysningen er ophørt, vedbliver stoffet endnu nogen tid at lyse.

Strontiumsulfid kan fremstilles af strontiumcarbonat og svovl.



Ved en passende iblanding af kalium og mangan forbindelser er strontiumsulfid phosphorescerende.

### Fremgangsmåde

10 g strontiumcarbonat (0,068 mol  $\text{SrCO}_3$ ), 10 g svovlpulver (0,039 mol  $\text{S}_8$ ), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol  $\text{KCl}$ ) og 0,04 g mangan (II)-chlorid tetrahydrat (0,0002 mol  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) pulveriseres og blændes i en morter.

Blandingen overføres til en procelænsdigel med låg, som herefter i 30 minutter opvarmes i stinkskab over en bunsenbrænder (ved ca.  $800^\circ\text{C}$ ).

Ole Bostrup

## HENSCHEL kedler



Nye og brugte dampkedler på lager. Varmoliekedler. Projektering, installation, service reparation, reservedele.

**BOURVANIL COMPAGNIET**

Avedøreholmen 66, 2650 Hvidovre

(01) 781755

# Kemiske småforsøg

## Perspex i gummitilstand

af Ole Kramer, H.C. Ørsted Institutet

En plexiglasstang, ca 30 cm lang, holdes i den ene ende og opvarmes over en bunsenbrænder med trådnet.

Efter et stykke tid synker den frie ende, fordi materialet bliver blødt, **termoplastisk**.

Efter yderligere opvarmning kan man ved at trække i begge ender vise, at **gummitilstanden** er nået.

Bemærk, at perspex ikke er krydsbundet, og det vil derfor gå i stykker hvis det holdes strakt for længe.

Litteratur:

1. O. Kramer. Dansk Kemi. (1981) 113
2. L. Mandelkern: »An Introduction to Macromolecules«. Springer. Ny 1972.

## Tyndall-effekt

af Ole Bostrup

### Indledning

I denne serie småforsøg er tidligere omtalt, hvorledes man kan demonstrere Tyndall-effekt ved hjælp af mælk i vand.

I det følgende gengives den klassiske opskrift, hvor fænomenet demonstreres ved hjælp af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spreder Tyndall-lys blåt.

g sodiumthiosulfat pentahydrat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) i  $700 \text{ cm}^3$  vand. Til denne væske sættes  $5 \text{ cm}^3$  konc saltsyre.

I købet af ca 30 sekunder begynder dannelsen af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spreder Tyndall-lys blåt.

Efter ca 5 minutter forsvinder effekten, idet der er dannet for meget svovl.

Litteratur:

1. O. Bostrup. Dansk Kemi (1981) 132
2. E.K. Bacon. J. Chem. Ed. 25(1948) 251
3. H.N. Aleya & F.B. Dutton: »Tested Demonstrations in Chemistry«. Easton 1960, s. 81.

Annoder 02-42 22 96

# Perspex i gummitilstand

*Dansk Kemi 62, 3, 1981, p. 70*

*Ole Kramer, H.C. Ørsted Institutet*

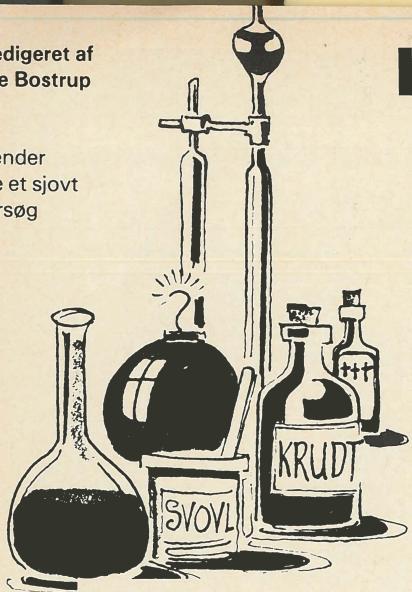
En plexiglasstang, ca 30 cm lang, holdes i den ene ende og opvarmes over en bunsenbrænder med trådnet. Efter et stykke tid synker den frie ende, fordi materialet bliver blødt, **termoplastiks** Efter yderligere opvarmning kan man ved at trække i begge ender vise, at gummitilstanden er nået.

Bemærk at perspex ikke er krydsbundet, og det vil derfor gå i stykker hvis det holdes strakt for længe.

Litteratur: 1. O. Kramer. Dansk Kemi, (1981) 113 2. L. Mandelkern: "An Introduction to Macromolecules". Springer, Ny 1972.

Redigeret af  
Ole Bostrup

Kender  
De et sjovt  
forsøg



Send det til Dansk Kemi,  
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

## Phosphorescens

### Teori

Et phosphorecerende stof er et stof, som, når det belyses, udsender lys af en anden farve end det indfaldende. Efter at belysningen er ophørt, vedbliver stoffet endnu nogen tid at lyse.

Strontiumsulfid kan fremstilles af strontiumcarbonat og svovl.  
 $16 \text{ SrCO}_3 + 3\text{S}_8 \rightarrow 16\text{SrS} + 8\text{SO}_2 + 16\text{CO}_2$ .  
Ved en passende iblanding af kalium og mangan forbindelser er strontiumsulfid phosphorescerende.

### Fremgangsmåde

10 g strontiumcarbonat (0,068 mol  $\text{SrCO}_3$ ), 10 g svovlpulver (0,039 mol  $\text{S}_8$ ), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol  $\text{KCl}$ ) og 0,04 g mangan (II)-chlorid tetrahydrat (0,0002 mol  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) pulveriseres og blændes i en morter.

Blandingen overføres til en procelænsdigel med låg, som herefter i 30 minutter opvarmes i stinkskab over en bunsenbrænder (ved ca.  $800^\circ\text{C}$ ).

Ole Bostrup

## HENSCHEL kedler



Nye og brugte dampkedler på lager. Varmoliekedler. Projektering, installation, service reparation, reservedele.

**BOURVANIL COMPAGNIET**

Avedøreholmen 66, 2650 Hvidovre

(01) 781755

# Kemiske småforsøg

## Perspex i gummitilstand

af Ole Kramer, H.C. Ørsted Institutet

En plexiglasstang, ca 30 cm lang, holdes i den ene ende og opvarmes over en bunsenbrænder med trådnet.

Efter et stykke tid synker den frie ende, fordi materialet bliver blødt, **termoplastisk**.

Efter yderligere opvarmning kan man ved at trække i begge ender vise, at **gummitilstanden** er nået.

Bemærk, at perspex ikke er krydsbundet, og det vil derfor gå i stykker hvis det holdes strakt for længe.

Litteratur:

1. O. Kramer. Dansk Kemi. (1981) 113
2. L. Mandelkern: »An Introduction to Macromolecules«. Springer. Ny 1972.

## Tyndall-effekt

af Ole Bostrup

### Indledning

I denne serie småforsøg er tidligere omtalt, hvorledes man kan demonstrere Tyndall-effekt ved hjælp af mælk i vand.

I det følgende gengives den klassiske opskrift, hvor fænomenet demonstreres ved hjælp af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spredte Tyndall-lys blåt.

g sodiumthiosulfat pentahydrat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) i  $700 \text{ cm}^3$  vand. Til denne væske sættes  $5 \text{ cm}^3$  konc saltsyre.

I købet af ca 30 sekunder begynder dannelsen af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spredte Tyndall-lys blåt.

Efter ca 5 minutter forsvinder effekten, idet der er dannet for meget svovl.

Litteratur:

1. O. Bostrup. Dansk Kemi (1981) 132
2. E.K. Bacon. J. Chem. Ed. 25(1948) 251
3. H.N. Aleya & F.B. Dutton: »Tested Demonstrations in Chemistry«. Easton 1960, s. 81.

Annoder 02-42 22 96

## Tyndall-effekt

*Dansk Kemi 62, 9, 1981, p. 226*

*Ole Bostrup*

Indledning I denne serie småforsøg er tidligere omtalt, hvorledes man kan demonstrere Tyndall-effekt ved hjælp af mælk i vand. I det følgende gengives den klassiske opskrift, hvor fænomenet demonstreres ved hjælp af kolloidt svovl, der dannes ved at sætte saltsyre til natriumthiosulfat

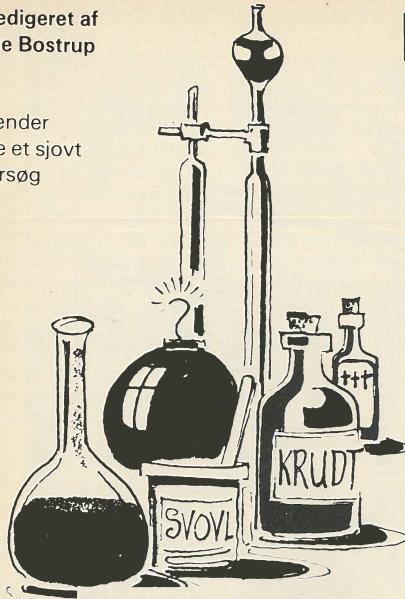
$$\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3$$

Fremgangsmåde Som lyskilde benyttes en stavlygte eller et lysbilledeapparat. Lyset sendes gennem et 1 liter bægerglas og opfanges på en hvid væg eller skærm. I bægerglasset opløses 5 g natriumthiosulfat pentahydrat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) i 700 cm<sup>3</sup> vand. Til dene væske sættes 5 cm<sup>3</sup> konc saltsyre. I købet af ca 30 sekunder begynder dannelsen af kolloidt svovl. Lyspletten på skærmen bliver rød, og det spredte Tyndall-lys blåt. Efter ca 5 minutter forsvinder effekten, idet der er dannet for meget svovl.

Litteratur: 1. O. Bostrup. Dansk Kemi (1981) 132 2. E.K. Bacon. J.Chem.Ed. 25(1948)251 3. H.N. Alyea & F.B. Dutton: "Tested Demonstrations in Chemistry". Easton 1960, s. 81.

Redigeret af  
Ole Bostrup

Kender  
De et sjovt  
forsøg

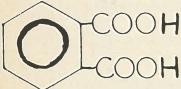


Send det til Dansk Kemi,  
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

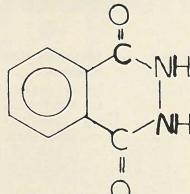
## Kemoluminescens

### Teori

Kemiske processer, der foregår under lysudvikling, uden at temperaturen ligger over omgivelsernes, siges at foregå under kemoluminescens.



Phthalsyre, (1,2-benzendicarboxylsyre) danner med hydrazin stoffet phthalsyrehydrazid (1,4-dioxo-1,2,3,4-tetrahydrophthalazin), der også kaldes lumínl.



Luminol kan oxideres af hydrogenperoxid, men hastigheden for denne proces er lille. Derfor bruger man kaliumhexacyanoferrat (III) som katalysator.

Ved oxidationen fremkommer exiterende radikaler, som henfalder under blåt lys.

### Fremgangsmåde

Et 2-liter cylinderglas fyldes med en ca. 10% opløsning af hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ). Der tilstsættes et par spatler

Ole Bostrup &  
Jørgen F. Petersen

Litteratur: F. Kenny & R. B. Kintz: Analytical Chemistry. 23 (1951) 339.

# Kemiske småforsøg

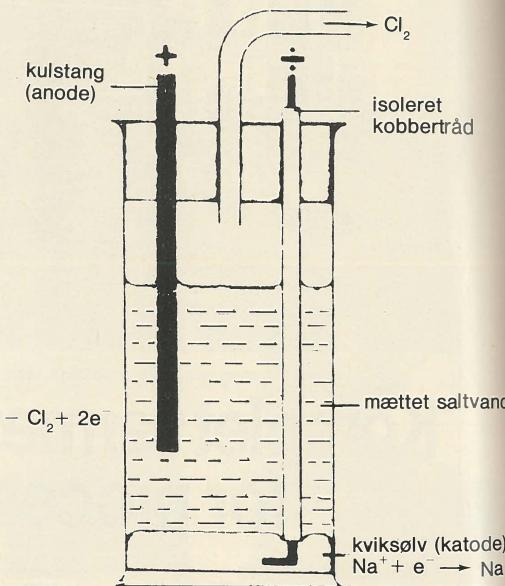
## Elektrolyse af NaCl

Elektrolysen af NaCl foregår på Dansk Sojakagefabrik efter en metode, hvis princip kan illustreres med følgende forsøg.

### Fremstilling af en chloralkali-elektrolysecelle

I et 250 ml cylinderglas hældes lidt kviksølv. Glasset

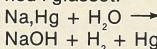
fyldes næsten med en mættet opløsning af NaCl og lukkes med en prop, hvori der er anbragt en kulstang, et glasrør og en isoleret kobber-ledning, der er afisoleret i den ende, der stikker ned i kviksølvet. Se tegningen.



Trin 1. Kulelektronen forbindes med plus-polen på en 6 V spændingskilde. Kobbertråden (d.v.s. kviksølvelektronen) forbinder med minus. Der ses straks en chlorudvikling på kulstangen. (På grund af stor strømtæthed dannes der også lidt hydrogen på kviksølvooverfladen).

Trin 2. Efter 10 min.'s forløb fjernes spændingskilden og proppen tages ud. Saltvandet dekanteres forsigtigt fra og erstattes af rent vand. Den dannede forbindelse af Na og Hg, som kal-

des Na-amalgam reagerer med vand, når der hældes nogle stykker af en kulstang ned i glasset.



Der frigøres hydrogen under dannelse af NaOH. Trin 1 og 2 køres på fabrikken kontinuerligt, idet kviksølvet flyder rundt i et kredsløb. Gem kviksølvet til »næste gang« i en lukket polyethylenflaske.

Litteratur: L. Engels & P. Norrild: »Lærervejledning til Stoffer i hverdagen«. Spørg Naturaen 6. Gyldendal Kb. 1980.

## **Elektrolyse af NaCl**

**1981-62-8 190**

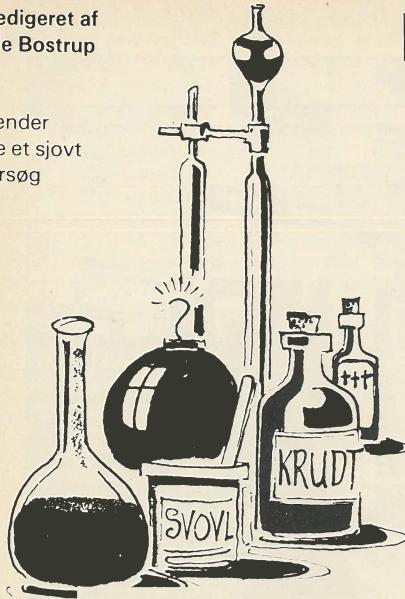
Elektrolysen af NaCl foregår på Dansk Sojakagefabrik efter en metode, hvis princip kan illustreres med følgende forsøg. Fremstilling af en chlor-alkali-elektrolysecelle. I et 250 ml cylinderglas hældes lidt kviksølv. Glasset fyldes næsten med en mættet opløsning af NaCl og lukkes med en prop, hvori der er anbragt en kulstang, et glasrør og en isoleret kobberledning, der er afisoleret i den ende, der stikker ned i kviksølvet. Se tegningen.

**OG HER SKAL VI SÅ HAVE INDSAT EN ILLUSTRATION**

Trin 1. Kulelektroden forbides med plus-polen på en 6 V spændingskilde.

Redigeret af  
Ole Bostrup

Kender  
De et sjovt  
forsøg

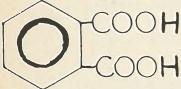


Send det til Dansk Kemi,  
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

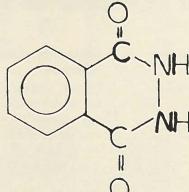
## Kemoluminescens

### Teori

Kemiske processer, der foregår under lysudvikling, uden at temperaturen ligger over omgivelsernes, siges at foregå under kemoluminescens.



Phthalsyre, (1,2-benzendicarboxylsyre) danner med hydrazin stoffet phthalsyrehydrazid (1,4-dioxo-1,2,3,4-tetrahydrophthalazin), der også kaldes lumínl.



Luminol kan oxideres af hydrogenperoxid, men hastigheden for denne proces er lille. Derfor bruger man kaliumhexacyanoferrat (III) som katalysator.

Ved oxidationen fremkommer exiterende radikaler, som henfalder under blåt lys.

### Fremgangsmåde

Et 2-liter cylinderglas fyldes med en ca. 10% opløsning af hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ). Der tilstsættes et par spatler

luminol, og der røres rundt, til alt er oplost. Derefter tilstsættes der base, til pH er mellem 12 og 13.

Tilskuerne samles om glasset, og der mørklægges.

Et par store krystaller af kaliumhexacyanoferrat(III) ( $K_4[Fe(CN)_6]$ ) tilstsættes.

Ole Bostrup &  
Jørgen F. Petersen

Litteratur: F. Kenny & R. B. Kintz: Analytical Chemistry. 23 (1951) 339.

# Kemiske småforsøg

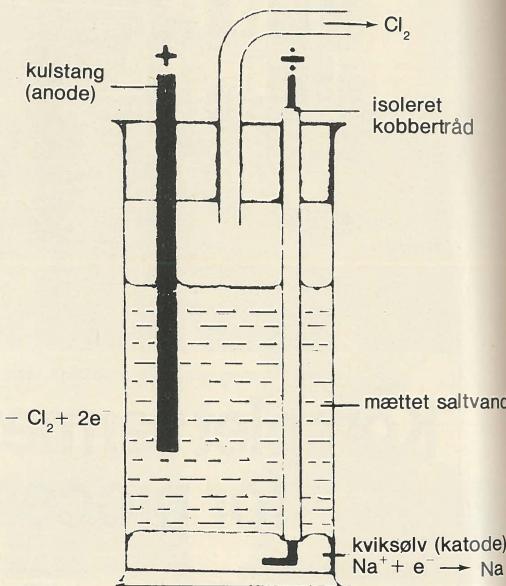
## Elektrolyse af NaCl

Elektrolysen af NaCl foregår på Dansk Sojakagefabrik efter en metode, hvis princip kan illustreres med følgende forsøg.

### Fremstilling af en chloralkali-elektrolysecelle

I et 250 ml cylinderglas hældes lidt kviksølv. Glasset

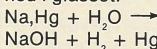
fyldes næsten med en mættet opløsning af NaCl og lukkes med en prop, hvori der er anbragt en kulstang, et glasrør og en isoleret kobber-ledning, der er afisoleret i den ende, der stikker ned i kviksølvet. Se tegningen.



Trin 1. Kulelektronen forbindes med plus-polen på en 6 V spændingskilde. Kobbertråden (d.v.s. kviksølvelektronen) forbinder med minus. Der ses straks en chlorudvikling på kulstangen. (På grund af stor strømtæthed dannes der også lidt hydrogen på kviksølloverfladen).

Trin 2. Efter 10 min.'s forløb fjernes spændingskilden og proppen tages ud. Saltvandet dekanteres forsigtigt fra og erstattes af rent vand. Den dannede forbindelse af Na og Hg, som kal-

des Na-amalgam reagerer med vand, når der hældes nogle stykker af en kulstang ned i glasset.



Der frigøres hydrogen under dannelse af NaOH. Trin 1 og 2 køres på fabrikken kontinuerligt, idet kviksølet flyder rundt i et kredsløb. Gem kviksøvet til »næste gang« i en lukket polyethylenflaske.

Litteratur: L. Engels & P. Norrild: »Lærervejledning til Stoffer i hverdagen«. Spørg Naturaen 6. Gyldendal Kbh. 1980.

*1981-62-8 192*

**Ikke elektrolyse ting.**

# Bittermandelolie

Af Ole Bostrup

Nogle dråber bittermandelolie (bemærk duften af mandler) hældes på en glasplade, der befinner sig på en tændt overheadprojektor. Billedet af dråben fokuseres på et lærræd.

Efter få minutters forløb kan man se, at der af olien dannes et fast stof. Efter en time er al oleje omdannet til et krystallinsk hvidt stof. Samtidig er lugten af mandler forsvundet [2].

## Opdagelseshistorie

I det Kongelige Videnskabernes Selskab holdt professor H.A. Vogel i Berlin 1817 foredrag om en række kemiske forsøg, han havde udført med bitre mandler. Han havde knust dem til et pulver og derefter hældt vand på.

Blandingen havde haft underkastet en destillation. I forlaget, der var kølet med sne, fik han opsamlet en blanding af en oleje og vand. Da væsken ikke var blandbare, var det ikke svært at skille den tungerede oleje fra det lettere vand. Olien fik naturligt nok navnet bittermandelolie.

Vogel udførte en række forsøg med bittermandelolie. Han var især stolt af at have opdaget, at bittermandelolie ved at henligge i luften utsættes for lys blev til et krystallinsk stof [1].

## Benzoesyre

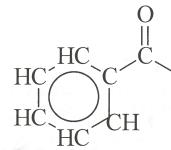
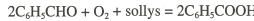
Carl Heinrich Stange viste i 1823, at det hvide krystallinske stof, der dannedes af bittermandelolen, var benzoesyre.

Justus von Liebig og Friedrich Wöhler blev interesserede i det åbenbare slægtskab mellem bittermandelolie og benzoesyre. I 1832 begyndede de i Giessen at udføre en række forsøg, der viste, at der eksisterede en hel klasse af stoffer, der tilhørte samme familie.

Ikke blot bittermandelolen men også benzoylchlorid, benzoylbromid, benzamid og benzoysulfid indeholder den samme gruppe af atomer, som fik navnet benzoil [3].

## Modern beskrivelse

Bittermandelolie er benzaldehyd  $C_6H_5CHO$ . Det faste stof, der dannes, er benzoesyre  $C_6H_5COOH$ . Vogels forsøg, der i forenklet form er beskrevet ovenfor, kan beskrives ved reaktionsskemaet



## Litteratur

1. H.A. VOGEL 1817: Versuche über die bittern Mandeln. *J. Chemie und Physik* 20: 59-74.
2. O. BOSTRUP; P. KJELDSEN 1993: *Organisk kemiske reaktioner* (Herning: Systime): 39.
3. W. SYKUBA 1981: *Der historische Weg der Chemie* 2 (Leipzig: VEB): 44

Vægt%	Massefylde (g/mL)	$C_{NaCl}$ (g/L)	$C_{H_2O}$ (g/L)	$\Delta C_{H_2O}$ (g/L)
4	1,0268	41,072	985,728	(0)
18	1,1319	203,742	928,158	57,570
26	1,1972	311,272	885,928	99,800

første artikel om salt i april), og det må deres osmotiske apparat være gearet til. Nu kan man indvende, at vandgradienten indefra og ud må være ca. 1/3 af saltgradienten udefra og ind (jfr. tabellens tal), men det opvises rigeligt af, at diffusionskoeficienten for vand er en eller to størrelsesordener større end for salt. Det synes jeg, i al beskedenhed, er en mere rimelig forklaring end a)'s afgivelse af ikke-bundet vand.«

## Mit forsøg - samt simulering af saltoptaget

Mit saltningsforsøg forløb ikke som herre Schormüllers som det fremgår af figur 5. På trods af rettidig udvist omhu fik min sild ulivsså undervejs, idet der kom en åbning i den ene side. Nogen af maveindholdet kan være svært ud - lagen blev brunlig efterhånden. I hvert fald udeblev den fase, hvor vægten gav sig til at stige igen, om end der var tilløb hertil efter nogen få døgners forløb. En anden mulighed er selvfølgelig, at jeg kan være løbet ind i en anoreksisk sind?

Når nu naturen, det billige skidt, ikke vil makre ret, så må man jo til at modellere i stedet. Det har jeg derfor gjort. I Appendix har jeg vist det ligningssystem, jeg har syslet med for min stakkels sid. Resultatet fremgår af figur 6. Ifølge denne simulering skal der bruges en værdi for D på  $10^{-11} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ , for tidsforløbet begynder at ligne herren Schormüllers for 25% saltopløsning (1. serie i diagrammet).

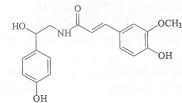
## Nyt om...

### kræftbekæmpelse

Paul J. Hergenrother har sammen med to studerende på University of Illinois fremstillet det på figuren viste amid. Stoffet synes at være effektivt ved bekæmpelsen af kræft. Det skal kunne dræbe syge celler og skåne rasker.

Bos

2003: Molecule selectively kills cancer cells. *Chemical & Engineering News*. 1. December: 33



**SKANLAB**

**Retsch®**  
Reproducerbar formaling  
og kornstørrelsesanalyse



Tlf. 47 38 10 14 [www.skanlab.com](http://www.skanlab.com)

# Bittermandelolie

*85 nr. 5, s. 46*

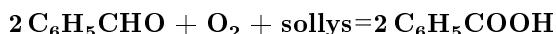
Nogle dråber bittermandelolie (bemærk duften af mandler) hældes på en glasplade, der befinner sig på en tændt overheadprojektor. Billedet af dråben fokuseres på et lærred. Efter få minutters forløb kan man se, at der af olien dannes et fast stof. Efter en time er al olie omdannet til et krystallinsk hvidt stof. Samtidig er lugten af mandler forsvundet [2].

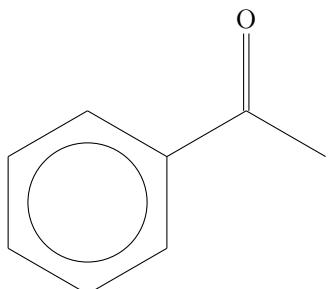
## Opdagelseshistorie

I det Kongelige Videnskabernes Selskab holdt professor H.A. Vogel i Berlin 1817 foredrag om en række kemiske forsøg, han havde udført med bitre mandler. Han havde knust dem til et pulver og derefter hældt vand på. Blandingen havde han underkastet en destillation. I forlaget, der var kølet med sne, fik han opsamlet en blanding af en olie og vand. Da væskerne ikke var blandbare, var det ikkesvært at skille den tungere olie fra det lettere vand. Olien fik naturligt nok navnet bittermandelolie. Vogel udførte en række forsøg med bittermandelolie. Han var især stolt af at have opdaget, at bittermandelolie ved at henligge i luften utsat for lys blev til et krystallinsk stof [1].

Benzoesyre Carl Heinrich Stange viste i 1823, at det hvide krystallinske stof, der dannedes af bittermandelolien, var benzoesyre. Justus von Liebig og Friedrich Wöhler blev interesserede i det åbenbare slægtskab mellem bittermandelolie og benzoesyre. I 1832 begyndte de i Giesen at udføre en række forsøg, der viste, at der eksisterede en hel klasse af stoffer, der tilhørte samme familie. Ikke blot bittermandelolien men også benzoylchlorid, benzoylbromid, benzamid og benzoylsulfid indeholdt den samme gruppe af atomer, som fik navnet benzoyl [3].

Moderne beskrivelse Bittermandelolie er benzaldehyd  $C_6H_5CHO$ . Det faste stof, der dannes, er benzoesyre  $C_6H_5COOH$ . Vogels forsøg, der i forenklet form er beskrevet ovenfor, kan beskrives ved reaktionsskemaet





Litteratur H.A. Vogel, 1817: Versuche über die bittern Mandeln. J.Chemie und Physik 20: 59-74 O.Bostrup, P.Kjeldsen 1993, Organisk kemiske reaktioner (Herning: Systime): 39 W. Strube 1981: Der historische Weg der Chemie 2 (Leipzib: VEB):44

## »Bjerrums forsøg«

Af Børge Riis Larsen

Kemikeren Niels Bjerrums navn møder vi i kemilærebøgerne i forbindelse med de såkaldte Bjerrum-diagrammer. Men han har også ophavsmænd til andet. Det var eksempelvis ham, der foreslagde at logaritmene syrestyrkekonstanten  $K_s$  til  $pK_s$ . Han viste, at aminosyrer eksisterer som amfoioner og dermed har saltka-



Kobber(II)sulfat-vand (1/5) og kobber(II)nitrat-vand (1/3) er begge blå forbindelser, men med forskellige nuancer. Kobber(II)chlorid-vand (1/2) er grøn.

rakter. Desuden begrundede han, at stærke elektrolytter i forbindelse med vandig opløsning er fuldstændig dissocierede i ioner. Det er beskrevet i et kapitel i den netop udkomne bog om Niels Bjerrum [1].

Ved præsentationen heraf den 19.november 2004 på H.C. Ørsted Institutet viste jeg »Bjerrums forsøg«, som beskrives i det følgende.

Som nævnt var det Bjerrum, der fremsatte påstanden om elektrolytternes fuldstændige dissociation. Man har i mange år ment, at det skete ved et kemikermøde i London i 1909; men det skete faktisk året før ved en af de forelæsninger, han holdt i forbindelse med konkurrencen om et professorat i kemi. Her dystede han mod sin gamle skole- og studiekammerat J.N. Brønsted [2].

Påstanden, har Tovborg Jensen skrevet, kan indses at være korrekt blot ved at betragte tre lige fortynede opløsninger af kobber(II)chlorid, kobber(II)sulfat og kobber(II)nitrat og konstatere, at de har helt samme farve. Det må så betyde, at de indeholder samme mængde af samme kobberforbindelse - den friehydratiserede kobber(II)-ion. Bjerrum havde tidligere vist, at to forskellige ioner eller molekyler aldrig blot tilsærmelsesvis har samme farve [3].

### Eksperimentelt

Man afvejer

1. 1,25 g (5,0 mmol) kobber(II)sulfat-vand (1/5),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
2. 1,21 g (5,0 mmol) kobber(II)nitrat-vand (1/3),  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
3. 0,85 g (5,0 mmol) kobber(II)chlorid-vand (1/2),  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Man konstaterer, at de tre forbindelser har forskellige farver.

Dernæst overføres de tre salte til tre 50 mL målekolber, som fyldes til stregen med demineraliseret vand. Man vil nu - efter at det hele er opløst - iagttagge, at de tre opløsninger har præcis samme farve.

### Referencer

1. B. Riis Larsen: *Bjerrum og skolen*. I: A. Kildebæk Nielsen (red.): *Niels Bjerrum (1879-1958). Liv og værk*. Udgivet som Historisk-kemiske skrifter nr. 15 af Dansk Selskab for Historisk Kemi (2004).
2. Om deres skoletid i Metropolitanskolen i 1890'erne henviser jeg til mit kapitel *Brønsted, Bjerrum og Metropolitanskolen* p. 30-44 i: B. Riis Larsen (red.): *J.N. Brønsted – en dansk kemiker* udgivet som Historisk-kemiske skrifter nr. 8 af Dansk Selskab for Historisk Kemi (1997).
3. A. Tovborg Jensen: *C. T. Barfoed, Odin T. Christensen og Niels Bjerrum. Tre kemikere ved den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole i København 1858-1949*. I: B. Jerslev (red.): *Kemien i Danmark III. Danske kemikere*. (Kbh. 1968 - Nyt Nordisk Forlag. Arnold Busck).



De tre vandige opløsninger med samme koncentration af den frie hydratiserede kobber(II)-ion har helt samme farve.  
Foto: Martin Riis Larsen.

**Rietschle Thomas**  
Vakuumpumper  
Lavtrykskompressorer  
Sidekanalblæsere  
[www.rtpumps.dk](http://www.rtpumps.dk)  
e-mail: [rtpumpsdk@rtpumps.com](mailto:rtpumpsdk@rtpumps.com)  
+45 59 44 40 50

**SIRE P100** **HEMEL**  
Hurtigere end HPLC  
Enklere end spectrotometri  
En brøkdel af prisen!  
  
[www.chemel.com](http://www.chemel.com)

**www.mikrolab.dk**  
Alt i udstyr og tilbehør til laboratoriet  
Vi bygger også kundespecificeret udstyr  
Spørg først ML - det betaler sig!  
 MIKROLAB AARHUS



# "Bjerrums forsøg"

*Dansk Kemi 86, 3, 2005, p. 40*

Af Børge Riis Larsen

Kemikeren Niels Bjerrums navn møder vi i kemilærebøgerne i forbindelse med de såkaldte Bjerrum-diagrammer. Men han var også ophavsmand til andet. Det var eksempelvis ham, der foreslog at logaritmene syrestyrkekonstanten  $K_s$  til  $pK_s$ . Han viste at aminosyrer eksisterer som amfoioner og dermed har saltkarakter. Desuden begrundede han, at stærke elektrolytter i fortyndet vandig oplosning er fuldstændig dissocierede i ioner. Det er beskrevet i et kapitel i den netop udkomne bog om Niels Bjerrum [1]. Ved præsentationen heraf den 19. november 2004 på H.C. Ørsted Institutet viste jeg "Bjerrums forsøg", som beskrives i det følgende.

Som nævnt var det Bjerrum, der fremsatte påstanden om elektrolytternes fuldstændige dissociation. Man har i mange år ment, at det skete ved et kemikermøde i London i 1909; men det skete faktisk året før ved en af de forelæsninger, han holdt i forbindelse med konkurrencen om et professorat i kemi. Her dystede han mod sin gamle skole- og studiekammerat J.N. Brønsted [2].

Påstanden, har Tovborg Jensen skrevet, kan indsese at være korrekt blot ved at betragte tre lige fortyndede oplosninger af kobber(II)chlorid, kobber(II)sulfat og kobber(II)nitrat og konstatere, at de har helt samme farve. Det må så betyde, at de indeholder samme mængde af samme kobberforbindelse - den frie hydratiserede kobber(II)-ion. Bjerrum havde tidligere vist, at to forskellige ioner eller molekyler aldrig blot tilnærmelsesvis har samme farve [3].

Eksperimentelt

Man afvejer

1. 1,25 g (5,0 mmol) kobber(II)sulfat-vand (1/5),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
2. 1,21 g (5,0 mmol) kobber(II)nitrat-vand (1/3),  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
3. 0,85 g (5,0 mmol) kobber(II)chlorid-vand (1/2),  $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Man konstaterer, at de tre forbindelser har forskellige farver.

Dernæst overføres de tre salte til tre 50 mL målekolber, som fyldes til stregen med demineraliseret vand. Man vil nu - efter at det hele er opløst - iagttagge, at de tre oplosninger har præcis samme farve.

Referencer 1. B. Riis Larsen: Bjerrum og skolen. I A. Kildebæk Nielsen (red.): Niels Bjerrum (1879-1958). Liv og værk. Udgivet som Historisk-kemiske skrifter nr. 15 af Dansk Selskab for Historisk Kemi (2004). 2. Om deres skoletid i Metropolitanskolen i 1890'erne henviser jeg til mit kapitel Brønsted, Bjerrum og Metropolitanskolen p. 30-40 i: B. Riis Larsen (red.): J.N. Brønsted - en dansk kemiker udgivet som Historisk-kemiske skrifter nr. 8 af Dansk Selskab for Historisk Kemi (1997). 3. A. Tovborg Jensen: C.T. Barfoed, Odin T. Christensen og Niels Bjerrum. Tre kemikere ved den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole i København 1858-1949. I: B. Jerslev (red.): Kemien i Danmark III. Danske Kemikere. (Kbh. 1968 - Nyt Nordisk Forlag. Arnold Busck).

# Småforsøg med protolytiske reaktioner i vandige saltopløsninger

87 2 18

Saltes reaktion med vand.

De anførte forsøg er en del af en samling, der blev udviklet under ledelse af R.W. Asmussen på Kemisk Laboratorium B på DTU i 1950'erne  
Den protolytiske tilstand i opløsninger af salte er bestemt af de tilstede-værende ioners protolytiske karakter.

Ved brug af protolytiske indikatorer kan man danne sig et skøn over vandige saltopløsningers pH-værdi. De protolytiske indikatorer skifter farve i et for hver indikator karakteristisk område.

Forberedelse

Ved forsøgene får man brug for

indikatorer: methylorange · bromthymolblåt · phenolphthalein

salte: jernalun · aluminiumnitrat · natriumchlorid natriumhydrogencarbonat · natriumcarbonat natriumsulfid

Fremgangsmåde

Følgende opløsninger fremstilles:

1. 4 reagensglas fyldes halvt med vand, og 4-5 dråber methylorange tilsættes. Til hvert enkelt glas sættes hhv. én spatelfuld 1) jernalun, 2) aluminiumnitrat, 3) natriumhydrogencarbonat og 4) natriumchlorid.

2. Til 4 reagensglas med vand og 4-5 dråber bromthymolblåt sættes hhv. én spatelfuld 1) aluminiumnitrat, 2) natriumchlorid, 3) natriumhydrogencarbonat og 4) natriumcarbonat.

3. Til 4 reagensglas med vand og 4-5 dråber phenolphthalein sættes hhv. en spatelfuld 1) natriumchlorid, 2) natriumhydrogencarbonat, 3) natriumcarbonat og 4) natriumsulfid.

Litteratur

R.W. Asmussen m.fl. 1955: Vejledning til øvelser i Kemi for M, B og E. Polyteknisk Forening: 47.



## Emil Petersen – og et småforsøg

*Dansk Kemi 2006, 87(5) p 46*

»Kobbersulfat prøves for Jern; 2 Gr. opløses i Vand, der tilsættes lidt Salpetersyre og Opløsningen inddampes. Derefter overmættes den med Ammoniak og fi ltreres; et Indhold af Jern vil da vise sig som en rød-brun Rest af Jerntveiltehydrat paa Filtret«. Ovenstående småforsøg er beskrevet af Emil Petersen og offentliggjort i hans Titreranalytiske Methoder, der udkom i 1905. Emil Petersen blev født den 12. april 1856. Han blev døbt Christian Emil Ulrich Petersen, men undlod altid mellemnavnene og kaldte sig Emil Petersen – så det vil vi også gøre her. Emil Petersen blev optaget på Den Polytekniske Læreanstalt og bestod kandidateksamen i Anvendt Naturvidenskab i 1879. Han var derefter en kort tid ansat ved Elghammars Järnvärk i Småland, hvor han udarbejdede en metode til fremstilling af vanadiumpræparerter af slaggen fra malm fra Taberg. Han rejste tilbage til Danmark og bestod studenteksamen i 1881. I 1888 blev han dr.phil. på afhandlingen Vanadinet og dets nærmeste Analoger.

I 1870-1872 var han frivillig lærling i marinen, 1872-1874 elev på søofficersskolen. 1881-1882 assistent for S.M. Jørgensen ved Kemisk Laboratorium på Den Polytekniske Læreanstalt og 1882-1883 i Paris, hvor han studerede naturvidenskabshistorie.

Efter hjemkomsten skrev han en artikelserie i »Tilskueren« om franske naturvidenskabsmænd. 1885-1893 assistent ved Universitetets kemiske laboratorium, 1895-1901 docent og 1901-1907 professor samme sted.

Hans helbred var ikke godt: Den 2. juli 1907 døde han 51 år gammel – alt for ung. Af mange historikere omtales han som ham, der indførte Den Fysiske Kemi i Danmark.



## Diverse administrativt

Skriftstørrelsen skal være 11. Hvilken font? Vistnok Times Roman-font

Vi skal nok kigge på margener også.

Pakken chemformula giver adgang til:  $3\text{H}_2\text{O}$

$\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

$\text{AgCl}_2^-$

$\text{H}_2\text{(aq)}$

Se gerne <https://tex.stackexchange.com/questions/384610/how-to-write-a-chemical-formula>

Vi skal have separat sidenummerering på de første sider med små romertal. Og ingen sidenummerering på den allerførste side.

Der er rod med nogle af pdf'erne, der er vendt på hovedet. De kan vendes ved hjælp af programmet pdf mix tools.

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
1	2018	99	8	NA	
2	2018	99	7	NA	
3	2018	99	6	NA	
4	2018	99	5	NA	
5	2018	99	4	NA	
6	2018	99	3	NA	
7	2018	99	2	NA	
8	2018	99	1	NA	
9	2017	98	11/12	NA	
10	2017	98	10	NA	
11	2017	98	9	NA	
12	2017	98	8	NA	
13	2017	98	6/7	NA	
14	2017	98	5	NA	
15	2017	98	4	NA	
16	2017	98	3	NA	
17	2017	98	1/2	NA	
18	2016	97	12	NA	
19	2016	97	11	NA	
20	2016	97	10	NA	
21	2016	97	9	NA	
22	2016	97	8	NA	
23	2016	97	6/7	NA	
24	2016	97	5	NA	
25	2016	97	4	NA	
26	2016	97	3	NA	
27	2016	97	1/2	NA	
28	2015	96	12	NA	
29	2015	96	11	NA	
30	2015	96	10	NA	
31	2015	96	9	NA	
32	2015	96	8	NA	
33	2015	96	6/7	NA	
34	2015	96	5	NA	
35	2015	96	4	NA	
36	2015	96	3	NA	
37	2015	96	1/2	NA	
38	2014	95	12	NA	
39	2014	95	11	NA	
40	2014	95	10	NA	
41	2014	95	9	NA	
42	2014	95	8		
43	2014	95	6/7		
44	2014	95	5		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
45	2014	95	4		
46	2014	95	3		
47	2014	95	1/2		
48	2013	94	12		
49	2013	94	11		
50	2013	94	10		
51	2013	94	9		
52	2013	94	8		
53	2013	94	6/7		
54	2013	94	5		
55	2013	94	4		
56	2013	94	3 sup		
57	2013	94	3		
58	2013	94	1/2		
59	2012	93	12		
60	2012	93	11 tl		
61	2012	93	11		
62	2012	93	10		
63	2012	93	8		
64	2012	93	9		
65	2012	93	6/7		
66	2012	93	5		
67	2012	93	4		
68	2012	93	3		
69	2012	93	1/2tll		
70	2012	93	1/2		
71	2011	92	12		
72	2011	92	11		
73	2011	92	10		
74	2011	92	9		
75	2011	92	8		
76	2011	92	6/7		
77	2011	92	5		
78	2011	92	4		
79	2011	92	3		
80	2011	92	1/2		
81	2010	91	12	NA	
82	2010	91	11		
83	2010	91	10		
84	2010	91	9		
85	2010	91	8		
86	2010	91	6/7		
87	2010	91	5		
88	2010	91	4		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
89	2010	91	3		
90	2010	91	1/2	NA	
91	2009	90	12	NA	
92	2009	90	11		
93	2009	90	10		
94	2009	90	9		
95	2009	90	8		
96	2009	90	6/7		
97	2009	90	5		
98	2009	90	4	NA	
99	2009	90	3	NA	
100	2009	90	2		
101	2009	90	1		
102	2008	89	12	NA	
103	2008	89	11		
104	2008	89	10	NA	
105	2008	89	9	NA	
106	2008	89	8	NA	
107	2008	89	6/7	NA	
108	2008	89	5	NA	
109	2008	89	4	NA	
110	2008	89	3		
111	2008	89	2	NA	
112	2008	89	1	NA	
113	2007	88	12	NA	
114	2007	88	11	NA	
115	2007	88	10	NA	
116	2007	88	9	NA	
117	2007	88	8	NA	
118	2007	88	6/7	NA	
119	2007	88	5	NA	
120	2007	88	4	NA	
121	2007	88	3	NA	
122	2007	88	2	NA	
123	2007	88	1	NA	
124	2006	87	12	NA	
125	2006	87	11	NA	
126	2006	87	10	NA	
127	2006	87	9	65	<a href="https://ipaper.ipapercms.dk/Tech">https://ipaper.ipapercms.dk/Tech</a>
128	2006	87	8	31	<a href="https://ipaper.ipapercms.dk/Tech">https://ipaper.ipapercms.dk/Tech</a>
129	2006	87	6/7	NA	
130	2006	87	5	46	<a href="https://ipaper.ipapercms.dk/Tech">https://ipaper.ipapercms.dk/Tech</a>
131	2006	87	4	NA	
132	2006	87	3	38	2006-87-3-38

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
133	2006	87	2	18	<a href="https://ipaper.ipapercms.dk/Tech/2006-87-1-38">https://ipaper.ipapercms.dk/Tech/2006-87-1-38</a>
134	2006	87	1	38	2005-86-12-32
135	2005	86	12	32	
136	2005	86	11	NA	
137	2005	86	10	NA	
138	2005	86	9		
139	2005	86	8	37	2005-86-8-37
140	2005	86	6/7	39	
141	2005	86	5		
142	2005	86	4		
143	2005	86	3	40	2005-86-3-40
144	2005	86	2		
145	2005	86	1		
146	2004	85	12		
147	2004	85	11		
148	2004	85	10	NA	
149	2004	85	9	54	
150	2004	85	8	39	
151	2004	85	6/7	NA	
152	2004	85	5	46	2005-85-5-46
153	2004	85	4		
154	2004	85	3	40	
155	2004	85	2	27	
156	2004	85	1		
157	2003	84	12		
158	2003	84	11		
159	2003	84	10		
160	2003	84	9		
161	2003	84	8		
162	2003	84	6/7		
163	2003	84	5		
164	2003	84	4		
165	2003	84	3		
166	2003	84	2		
167	2003	84	1	NA	
168	2002	83	12		
169	2002	83	11		
170	2002	83	10		
171	2002	83	9		
172	2002	83	8		
173	2002	83	6/7		
174	2002	83	5s		
175	2002	83	5		
176	2002	83	4		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
177	2002	83	3		
178	2002	83	2		
179	2002	83	1		
180	2001	82	12		
181	2001	82	11		
182	2001	82	10		
183	2001	82	9t		
184	2001	82	9		
185	2001	82	8		
186	2001	82	6/7		
187	2001	82	5t		
188	2001	82	5		
189	2001	82	4		
190	2001	82	3t		
191	2001	82	3		
192	2001	82	2		
193	2001	82	1		
194	2000	81	12		
195	2000	81	11		
196	2000	81	10		
197	2000	81	9t		
198	2000	81	9		
199	2000	81	8		
200	2000	81	6/7		
201	2000	81	5		
202	2000	81	4t		
203	2000	81	4		
204	2000	81	3t		
205	2000	81	3		
206	2000	81	2		
207	2000	81	1		
208	1999	80	12		
209	1999	80	11		
210	1999	80	10		
211	1999	80	9		
212	1999	80	8		
213	1999	80	6/7		
214	1999	80	5		
215	1999	80	4		
216	1999	80	3		
217	1999	80	2		
218	1999	80	1		
219	1998	79	12		
220	1998	79	11		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
221	1998	79	10		
222	1998	79	9t		
223	1998	79	9		
224	1998	79	8		
225	1998	79	6/7		
226	1998	79	5		
227	1998	79	4	NA	
228	1998	79	3		
229	1998	79	2	NA	
230	1998	79	1		
231	1997	78	12		
232	1997	78	11		
233	1997	78	10		
234	1997	78	9		
235	1997	78	8		
236	1997	78	6/7		
237	1997	78	5	NA	
238	1997	78	4		
239	1997	78	3		
240	1997	78	2		
241	1997	78	1		
242	1996	77	12		
243	1996	77	11		
244	1996	77	10		
245	1996	77	9		
246	1996	77	8		
247	1996	77	6/7		
248	1996	77	5		
249	1996	77	4		
250	1996	77	3		
251	1996	77	2		
252	1996	77	1		
253	1995	76	12		
254	1995	76	11		
255	1995	76	10		
256	1995	76	9		
257	1995	76	8		
258	1995	76	6/7		
259	1995	76	5		
260	1995	76	4		
261	1995	76	3		
262	1995	76	2		
263	1995	76	1		
264	1994	75	12		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
265	1994	75	11		
266	1994	75	10		
267	1994	75	9		
268	1994	75	8		
269	1994	75	6/7		
270	1994	75	5		
271	1994	75	4		
272	1994	75	3		
273	1994	75	2		
274	1994	75	1		
275	1993	74	12		
276	1993	74	11		
277	1993	74	10		
278	1993	74	9		
279	1993	74	8		
280	1993	74	6/7		
281	1993	74	5		
282	1993	74	4		
283	1993	74	3		
284	1993	74	2		
285	1993	74	1		
286	1993	74	reg		
287	1992	73	12		
288	1992	73	11		
289	1992	73	10		
290	1992	73	9		
291	1992	73	8		
292	1992	73	6/7		
293	1992	73	5		
294	1992	73	4		
295	1992	73	3		
296	1992	73	2		
297	1992	73	1		
298	1991	72	12		
299	1991	72	11		
300	1991	72	10		
301	1991	72	9		
302	1991	72	8		
303	1991	72	6/7		
304	1991	72	5		
305	1991	72	4		
306	1991	72	3		
307	1991	72	2		
308	1991	72	1		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
309	1990	71	12		
310	1990	71	11		
311	1990	71	10		
312	1990	71	9		
313	1990	71	8		
314	1990	71	6/7		
315	1990	71	5		
316	1990	71	4		
317	1990	?	3		
318	1990	?	2		
319	1990	?	1		
320	1989	70	12		
321	1989	70	11		
322	1989	70	10		
323	1989	70	9		
324	1989	70	8		
325	1989	70	6/7		
326	1989	70	5		
327	1989	70	4		
328	1989	70	3		
329	1989	70	2		
330	1989	70	1		
331	1988	69	12		
332	1988	69	11		
333	1988	69	10		
334	1988	69	9		
335	1988	69	8		
336	1988	69	6/7		
337	1988	69	5		
338	1988	69	4		
339	1988	69	3		
340	1988	69	2		
341	1988	69	1		
342	1987	68	12		
343	1987	68	11		
344	1987	68	10		
345	1987	68	9		
346	1987	68	8		
347	1987	68	6/7		
348	1987	68	5		
349	1987	68	4		
350	1987	68	3		
351	1987	68	2		
352	1987	68	1		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
353	1986	67	12		
354	1986	67	11		
355	1986	67	10		
356	1986	67	9		
357	1986	67	8		
358	1986	67	6/7		
359	1986	67	5		
360	1986	67	4		
361	1986	67	3		
362	1986	67	2		
363	1986	67	1		
364	1985	66	12		
365	1985	66	11		
366	1985	66	10		
367	1985	66	9		
368	1985	66	8		
369	1985	66	6/7		
370	1985	66	5		
371	1985	66	4		
372	1985	66	3		
373	1985	66	2		
374	1985	66	1		
375	1984	65	12		
376	1984	65	11		
377	1984	65	10	282	1984-65-10-282
378	1984	65	9		
379	1984	65	8		
380	1984	65	6/7		
381	1984	65	5		
382	1984	65	4		
383	1984	65	3		
384	1984	65	2		
385	1984	65	1		
386	1983	64	12		
387	1983	64	11		
388	1983	64	10		
389	1983	64	9		
390	1983	64	8		
391	1983	64	6/7		
392	1983	64	5		
393	1983	64	4		
394	1983	64	3		
395	1983	64	2		
396	1983	64	1		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
397	1982	63	12		
398	1982	63	11		
399	1982	63	10		
400	1982	63	9		
401	1982	63	8		
402	1982	63	6/7		
403	1982	63	5		
404	1982	63	4		
405	1982	63	3		
406	1982	63	2		
407	1982	63	1		
408	1982	63	6/7		
409	1981	62	1	24	1981-62-1-24
410	1981	62	2	42-43	1981-62-2-42, 1981-62-2-43
411	1981	62	3	70-71	1981-62-3-70, 1981-62-3-71
411.5	1981	62	3	70-71	1981-62-3-70, 1981-62-3-71
412	1981	62	4	113	1981-62-4-113
413	1981	62	5	132	1981-62-5-132
414	1981	62	6/7	168	1981-62-67-168
415	1981	62	8	190	1981-62-8-190
415	1981	62	8	190	1981-62-8-190
416	1981	62	9	226	1981-62-9-226
416	1981	62	9	226	1981-62-9-226
416	1981	62	9	226	1981-62-9-226
417	1981	62	10	240-241	1981-62-10-240, 1981-62-10-241
418	1981	62	11	278	1981-62-11-278
419	1981	62	12	320	1981-62-12-320
420	1980	61	1	34	1980-61-1-34
421	1980	61	2	62	1980-61-2-62
421	1980	61	2	62	1980-61-2-62
422	1980	61	3	86	1980-61-3-86
423	1980	61	4	NA	NA
424	1980	61	5	154	1980-61-5-154
425	1980	61	6/7	174	1980-61-67-173, 1980-61-67-174
426	1980	61	8	192f	1980-61-8-192, 1980-61-8-193
427	1980	61	9	216f	1980-61-9-216, 1980-61-9-217
428	1980	61	10	250	1980-61-10-250
429	1980	61	11	279	1980-61-11-279
430	1980	61	12	305	1980-61-12-305
431	1979	60	1	34	1979-60-1-34
431	1979	60	1	34	1979-60-1-34
432	1979	60	2	58	1979-60-2-58
432	1979	60	2	58	1979-60-2-58
432	1979	60	2	58	1979-60-2-58

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
432	1979	60	2	58	1979-60-2-58
433	1979	60	3	94	1979-60-3-94
433	1979	60	3	94	1979-60-3-94
433	1979	60	3	94	1979-60-3-94
434	1979	60	4	118	1979-60-4-118
435	1979	60	5	154	1979-60-5-154
435	1979	60	5	154	1979-60-5-154
436	1979	60	6/7	186	1979-60-67-186
436	1979	60	6/7	186	1979-60-67-186
438	1979	60	8	214	1979-60-8-214
438	1979	60	8	214	1979-60-8-214
439	1979	60	9	254	1979-60-9-254
439	1979	60	9	254	1979-60-9-254
440	1979	60	10	286	1979-60-10-286
440	1979	60	10	286	1979-60-10-286
441	1979	60	11	322	1979-60-11-322
441	1979	60	11	322	1979-60-11-322
441	1979	60	11	322	1979-60-11-322
441	1979	60	11	322	1979-60-11-322
442	1979	60	12	354	1979-60-12-354
442	1979	60	12	354	1979-60-12-354
442	1979	60	12	354	1979-60-12-354
442	1979	60	12	354	1979-60-12-354
443	1978	59	1	38	1978-59-1-38
443	1978	59	1	38	1978-59-1-38
443	1978	59	1	38	1978-59-1-38
443	1978	59	1	38	1978-59-1-38
444	1978	59	2	74	1978-59-2-74
445	1978	59	3	114	1978-59-3-114
445	1978	59	3	114	1978-59-3-114
446	1978	59	4	NA	
447	1978	59	5	NA	
448	1978	59	6/7	238	1978-59-67-238
448	1978	59	6/7	238	1978-59-67-238
450	1978	59	8	278	1978-59-8-278
450	1978	59	8	278	1978-59-8-278
451	1978	59	9	322	1978-59-9-322
452	1978	59	10	358	1978-59-10-358
452	1978	59	10	358	1978-59-10-358
453	1978	59	11	394	1978-59-11-394
454	1978	59	12	430	1978-59-12-430
454	1978	59	12	430	1978-59-12-430
454	1978	59	12	430	1978-59-12-430
455	1977	58	1		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
456	1977	58	2		
457	1977	58	3		
458	1977	58	4		
459	1977	58	5		
460	1977	58	6		
461	1977	58	7		
462	1977	58	8		
463	1977	58	9		
464	1977	58	10		
465	1977	58	11		
466	1977	58	12		
467	1976	57	1		
468	1976	57	2		
469	1976	57	3		
470	1976	57	4		
471	1976	57	5		
472	1976	57	6		
473	1976	57	7		
474	1976	57	8		
475	1976	57	9		
476	1976	57	10		
477	1976	57	11		
478	1976	57	12		
479	1975	56	1		
480	1975	56	2		
481	1975	56	3		
482	1975	56	4		
483	1975	56	5		
484	1975	56	6		
485	1975	56	7		
486	1975	56	8		
487	1975	56	9		
488	1975	56	10		
489	1975	56	11		
490	1975	56	12		
491	1974	55	1		
492	1974	55	2		
493	1974	55	3		
494	1974	55	4		
495	1974	55	5		
496	1974	55	6		
497	1974	55	7		
498	1974	55	8		
499	1974	55	9		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
500	1974	55	10		
501	1974	55	11		
502	1974	55	12		
503	1973	54	1		
504	1973	54	2		
505	1973	54	3		
506	1973	54	4		
507	1973	54	5		
508	1973	54	6		
509	1973	54	7		
510	1973	54	8		
511	1973	54	9		
512	1973	54	10		
513	1973	54	11		
514	1973	54	12		
515	1972	53	1		
516	1972	53	2		
517	1972	53	3		
518	1972	53	4		
519	1972	53	5		
520	1972	53	6		
521	1972	53	7		
522	1972	53	8		
523	1972	53	9		
524	1972	53	10		
525	1972	53	11		
526	1972	53	12		
527	1971	52	1		
528	1971	52	2		
529	1971	52	3		
530	1971	52	4		
531	1971	52	5		
532	1971	52	6		
533	1971	52	7		
534	1971	52	8		
535	1971	52	9		
536	1971	52	10		
537	1971	52	11		
538	1971	52	12		
539	1970	51	1		
540	1970	51	2		
541	1970	51	3		
542	1970	51	4		
543	1970	51	5		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
544	1970	51	6		
545	1970	51	7		
546	1970	51	8		
547	1970	51	9		
548	1970	51	10		
549	1970	51	11		
550	1970	51	12		
551	1969	50	1		
552	1969	50	2		
553	1969	50	3		
554	1969	50	4		
555	1969	50	5		
556	1969	50	6		
557	1969	50	7		
558	1969	50	8		
559	1969	50	9		
560	1969	50	10		
561	1969	50	11		
562	1969	50	12		
563	1968	49	1		
564	1968	49	2		
565	1968	49	3		
566	1968	49	4		
567	1968	49	5		
568	1968	49	6		
569	1968	49	7		
570	1968	49	8		
571	1968	49	9		
572	1968	49	10		
573	1968	49	11		
574	1968	49	12		
575	1967	48	1		
576	1967	48	2		
577	1967	48	3		
578	1967	48	4		
579	1967	48	5		
580	1967	48	6		
581	1967	48	7		
582	1967	48	8		
583	1967	48	9		
584	1967	48	10		
585	1967	48	11		
586	1967	48	12		
587	1966	47	1		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
588	1966	47	2		
589	1966	47	3		
590	1966	47	4		
591	1966	47	5		
592	1966	47	6		
593	1966	47	7		
594	1966	47	8		
595	1966	47	9		
596	1966	47	10		
597	1966	47	11		
598	1966	47	12		
599	1965	46	1	NA	
600	1965	46	2	NA	
601	1965	46	3	NA	
602	1965	46	4	NA	
603	1965	46	5	NA	
604	1965	46	6	NA	
605	1965	46	7	NA	
606	1965	46	8	NA	
607	1965	46	9	NA	
608	1965	46	10	NA	
609	1965	46	11	NA	
610	1965	46	12	NA	
611	1964	45	1		
612	1964	45	2		
613	1964	45	3		
614	1964	45	4		
615	1964	45	5		
616	1964	45	6		
617	1964	45	7		
618	1964	45	8		
619	1964	45	9		
620	1964	45	10		
621	1964	45	11		
622	1964	45	12		
623	1963	44	1	NA	
624	1963	44	2	NA	
625	1963	44	3	NA	
626	1963	44	4	NA	
627	1963	44	5	NA	
628	1963	44	6	NA	
629	1963	44	7	NA	
630	1963	44	8	NA	
631	1963	44	9	NA	

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	PDF/Link
632	1963	44	10	NA	
633	1963	44	11	NA	
634	1963	44	12	NA	
635	1962	43	1	NA	
636	1962	43	2	NA	
637	1962	43	3	NA	
638	1962	43	4	NA	
639	1962	43	5	NA	
640	1962	43	6	NA	
641	1962	43	7	NA	
642	1962	43	8	NA	
643	1962	43	9	NA	
644	1962	43	10	NA	
645	1962	43	11	NA	
646	1962	43	12	NA	