

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		5
3		7
4		9
5		11
6		13
7		15
8		17
9		19
10		21
11		23
12		25
13		27
14	Kemisk Ligevægt	29
15	Springvandsforsøget på en ny måde	31
16		33
17		35
18		37
19		39

20	Forsøg der belyser opløselighedsproduktet	41
21		43
22		45
23	Hydrogenfremstilling af carbonhydrider	47
24		49
25		51
26		53
27		55
28		57
29		59
30		61
31		63
32		65
33		67
34		69
35		71
36		73
37		75
38		77
39		79
40		81
41		83
42		85
43		87
44		89

45	91
46	93
47	95
48 Cracking på en anden måde	97
49 Nitrat (III); Nitrit	101
50 Reaktionen mellem nitrogenoxid og carbondisulfid	105
51 Phosphorescens	107
52 Perspex i gummitilstand	109
53 Tyndall-effekt	111
54 Elektrolyse af NaCl	113
55	115
56 Bittermandelolie	117
57 "Bjerrums forsøg"	121
58 Småforsøg med protolytiske reaktioner i vandige saltopløsninger	123
59 Emil Petersen – og et småforsøg	125
60 Diverse administrativt	127

Kemisk Ligevægt

Ole Bostrup

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

Hvor der dannes et rødfarvet kompleks FeSCN_2^+ . Til forsøget skal bruges 1M NH_4SCN , 0,1M FeCl_3 og 0,1 M AgNO_3 samt fast Na_2HPO_4 .

- Til 100 cm³ vand sættes 10 dråber 1M NH_4SCN . Tilsæt 10 dråber 0,1M 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 NH_4SCN 3. Tilsæt nogle dråber 0,1 M FeCl_3 4. Tilsæt nogle dråber 0,1 M AgNO_3 5. Tilsæt en spatelfuld fast Na_2HPO_4

Springvandsforsøget på en ny måde

Peter Norrild

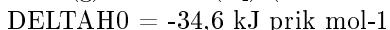
Selvom HCl-Springvandsforsøget er en elegant måde at vise hydrogenchlorids vandopløselighed på, er det muligt at udføre et forsøg over samme tema, der er endnu bedre og endnu mere instruktivt.

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 H_2O 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, 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 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 PbI_2 . Til det ene cylinderglas sættes lidt KI-opløsning. Der udfældes straks PbI_2 . Til det andet cylinderglas sættes 1 ml mættet blynitrat-opløsning. Der Udfældes langsomt større krystaller af 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, CH_3COOAg , 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 Na^+ og 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 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 CH_3COOAg 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

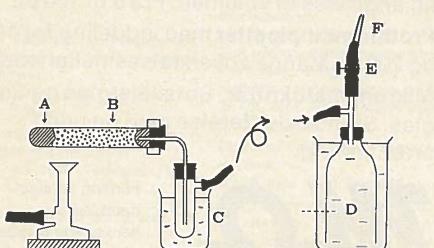
Kender De et sjovt forsøg?

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!



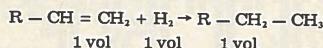
A: Paraffinolie i rockwool, B: Tørret perlekatalysator C: Kælet forlag, D: Gasbeholder (plastflaske), E: Klemme F: Spidset glasrør.

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.



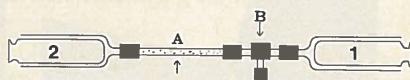
Volumen formindskelsen er et udtryk for indholdet af den komponent, der er i underskud — altså enten alken eller hydrogen. Der udføres derfor to bestemmelser mere.

B: Til stempel 2 sættes 50 ml H₂ 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 H₂/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 dannelse 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 gennemskylles 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.



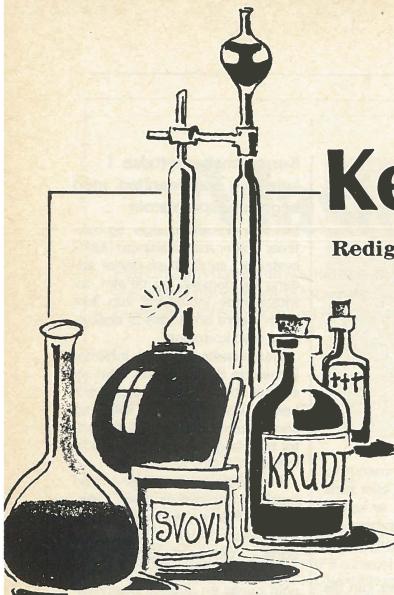
Volumen formindskelsen er et udtryk for indholdet af den komponent, der er i underskud - altså enten alekn eller hydrogen. Der udføres derfor to bestemmelser mere.

B: Til stempel 2 sættes 50 ml H₂ og til stempel 1 100 ml crackgas. Gassernes 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. Måleeksempel: - Delta V_a = 32 ml Hydrogen -Delta V_b = 44 ml Alken -Delta V_c = 33 ml Hydrogen

I dette eksempel er volforholdet H₂/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?

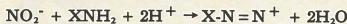
Så send en kort beskrivelse til Dansk Kemi, Skelbækgade 4, 1717 København V:

Nitrat(III); Nitrit

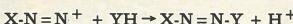
Teori

De seneste års interesse i at kunne påvise små mængder nitrit (nitrat(III), NO_2^-) i fødemidler har gjort det aktuelt at finde et demonstrationsforsøg, der kan vise diazotiseringsmetoden.

Nitrit danner med aminer (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 cm³ konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm³ udkøgt vand.
a-naphthylamin til nitrit bestemmelse. Opløs 0,2 g a-naphthylamin (1-amino-naphthalen) i 20 cm³ kogende vand. Den kogende opløsning dekanteres fra eventuelt uoplost stof over i en blanding af 15 cm³ konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm³ udkøgt vand.

2 M H_2SO_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 cm³ af sulfanilsyre opløsningen og 10 cm³ a-naphthylamin opløsning.

Til begge bægerglas sættes nogle korn natriumnitrit (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, *KEMILIL*.

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), NO₂⁻) i fødemidler har gjort det aktuelt at finde et demonstrationsforsøg, der kan vise diazoteringsmetoden. Nitrit danner med aminer (XNH₂) diazonium ioner

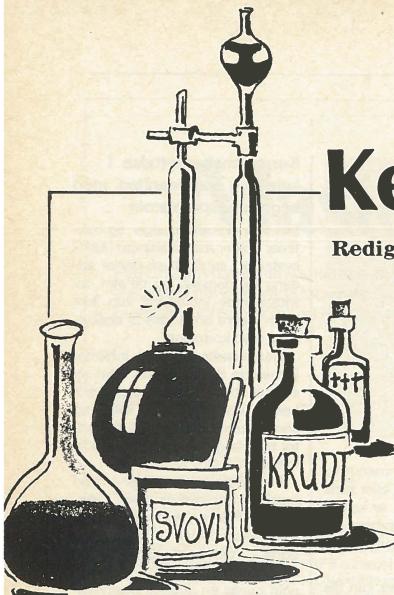


Diazonium ioner reagerer med aminer og phenoler ved en koblingsproces under dannelse af azofarvestoffer X-N=N⁺ + YH → X-N=N-Y + H⁺

Reagenser Sulfanilsyre til nitrit bestemmelse. Opløs 0,5 g sulfanilsyre (4-aminobenzensulfon) i en blanding af 15 cm³ konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm³ udkogt vand. a-naphthylamin til nitrit bestemmelse. Opløs 0,2 g a-naphthylamin (1-amino-naphthalen) i 20 cm³ kogende vand. Den kogende opløsning dekanteres fra eventuelt uopløst stof over i en blanding af 15 cm³ konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm³ udkogt vand. 2 M H₂SO₄ 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 cm³ af sulfanilsyre opløsningen og 10 cm³ a-naphthylamin opløsning. Til begge bægerglas sættes nogle korn natriumnitrit (NaNO₂) 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?

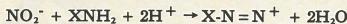
Så send en kort beskrivelse til Dansk Kemi, Skelbækgade 4, 1717 København V:

Nitrat(III); Nitrit

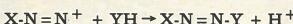
Teori

De seneste års interesse i at kunne påvise små mængder nitrit (nitrat(III), NO_2^-) i fødemidler har gjort det aktuelt at finde et demonstrationsforsøg, der kan vise diazotiseringsmetoden.

Nitrit danner med aminer (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 cm³ konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm³ udkøgt vand.

a-naphthylamin til nitrit bestemmelse. Opløs 0,2 g a-naphthylamin (1-amino-naphthalen) i 20 cm³ kogende vand. Den kogende opløsning dekanteres fra eventuelt uoplost stof over i en blanding af 15 cm³ konc eddikesyre (iseddike) og 135 cm³ udkøgt vand.

2 M H_2SO_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 svovlsyren i et reagensglas, og opløsningen sættes til det ene bægerglas.

Til det andet bægerglas sættes 10 cm³ af sulfanilsyre opløsningen og 10 cm³ a-naphthylamin opløsning.

Til begge bægerglas sættes nogle korn natriumnitrit (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, *KEMILIL*.

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.

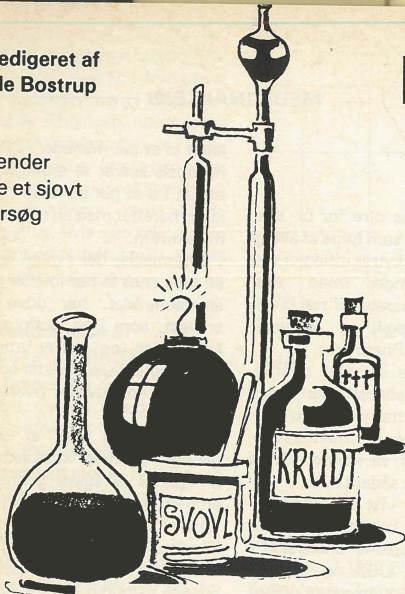
Begge emulsioner er O/V (olie i vand emulsioner).

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 fordampes 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-stempelet 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

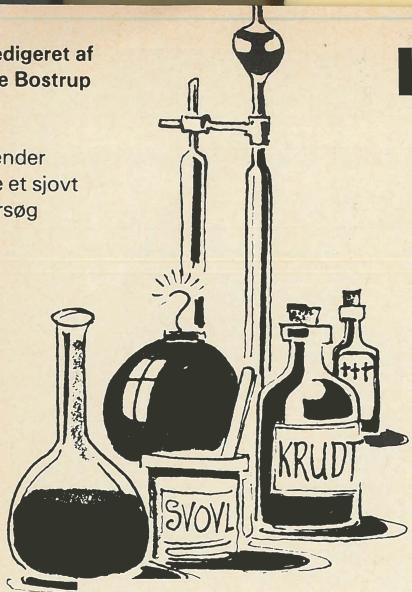
Teori carbondisulfid kan oxideres af nitrogenoxid under frigørelse af energi. Det efterfølgende forsøg er oprindeligt udtænkt af Berzelius (1825), men er senere omformet af Le Chatelier.

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 cm³ 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 SrCO_3), 10 g svovlpulver (0,039 mol S_8), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol 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°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 opvarming 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 cm^3 vand. Til denne væske sættes 5 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

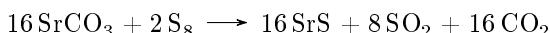
1981-62-9-226

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.



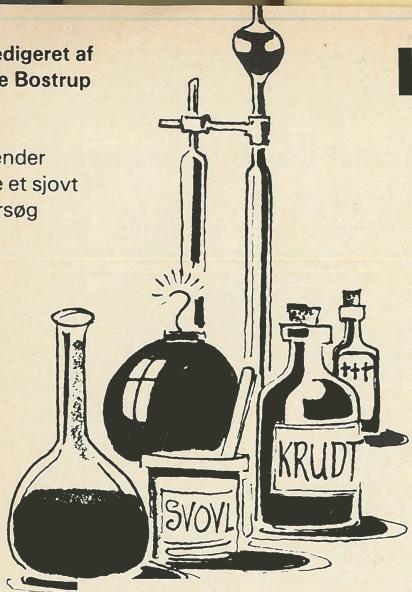
Ved en passende iblanding af kalium og mangan forbindelser er strontiumsulfid phosphorescerende.

Fremgangsmåde

10 g strontiumcarbonat (0,068 mol SrCO_3), 10 g svovlpulver (0,039 mol 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



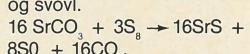
Send det til Dansk Kemi,
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

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 SrCO_3), 10 g svovlpulver (0,039 mol S_8), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol 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°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 opvarming 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 cm^3 vand. Til denne væske sættes 5 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

Perspex i gummitilstand

Dansk Kemi 62, 3, 1981, p. 70

Ole Kramer, H.C. Ørsted Institutet

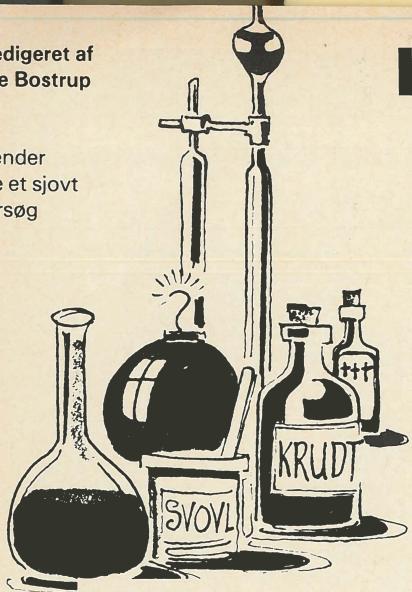
En plexiglasstang, ca 30 cm lang, holdes i den ene ende og opvarmes over en bunsenbrænder med trådnet. Efter et stykke tid synker den frie ende, fordi materialet bliver blødt, **termoplastiks** Efter yderligere opvarmning kan man ved at trække i begge ender vise, at gummitilstanden er nået.

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



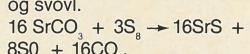
Send det til Dansk Kemi,
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

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.



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

Fremgangsmåde

10 g strontiumcarbonat (0,068 mol SrCO_3), 10 g svovlpulver (0,039 mol S_8), 0,05 g kaliumchlorid (0,0007 mol 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°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 cm^3 vand. Til denne væske sættes 5 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

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

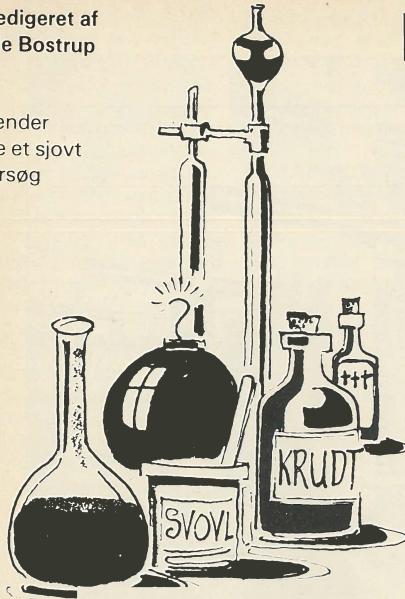
$$\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3$$

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 cm³ vand. Til dene væske sættes 5 cm³ 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

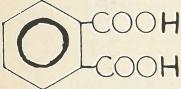


Send det til Dansk Kemi,
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

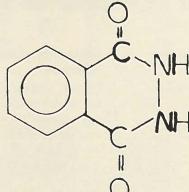
Kemoluminescens

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

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

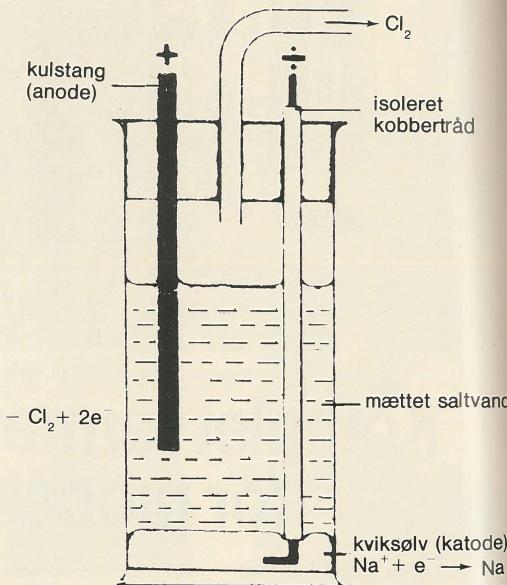
Elektrolyse af NaCl

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

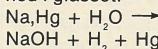
fyldes næsten med en mættet opløsning af NaCl og lukkes med en prop, hvori der er anbragt en kulstang, et glasrør og en isoleret kobber-ledning, der er afisoleret i den ende, der stikker ned i kviksølvet. Se tegningen.



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 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 kontinuert, 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 Kbh. 1980.

Elektrolyse af NaCl

1981-62-8 190

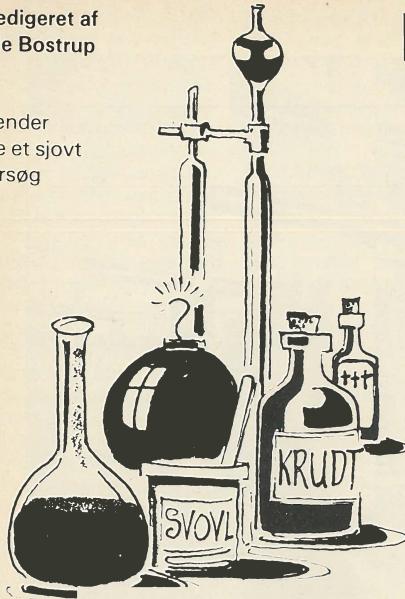
Elektrolysen af NaCl foregår på Dansk Sojakagefabrik efter en metode, hvis princip kan illustreres med følgende forsøg. Fremstilling af en chlor-alkali-elektrolysecelle. I et 250 ml cylinderglas hældes lidt kviksølv. Glasset fyldes næsten med en mættet opløsning af NaCl og lukkes med en prop, hvori der 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

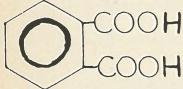


Send det til Dansk Kemi,
Dronninggårdssallé 60, 2840 Holte

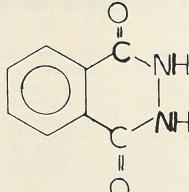
Kemoluminescens

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

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

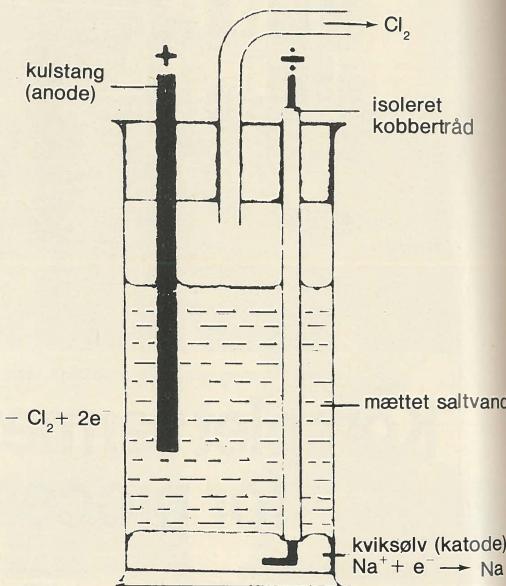
Elektrolyse af NaCl

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

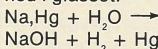
fyldes næsten med en mættet opløsning af NaCl og lukkes med en prop, hvori der er anbragt en kulstang, et glasrør og en isoleret kobber-ledning, der er afisoleret i den ende, der stikker ned i kviksølvet. Se tegningen.



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 Kb. 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

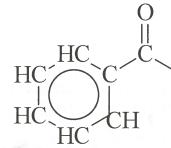
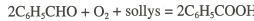
Carl Heinrich Stange viste i 1823, at det hvide krystallinske stof, der dannedes af bittermandelolen, var benzoesyre.

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)	ΔC_{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).

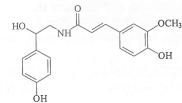
Nyt om...

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

Bittermandelolie

85 nr. 5, s. 46

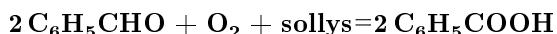
Nogle dråber bittermandelolie (bemærk duften af mandler) hældes på en glasplade, der befinner sig på en tændt overheadprojektor. Billedet af dråben fokuseres på et lærred. Efter få minutters forløb kan man se, at der af olien dannes et fast stof. Efter en time er al olie omdannet til et krystallinsk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

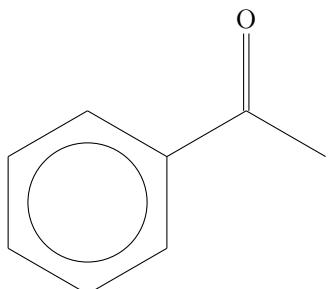
Opdagelseshistorie

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), CuSO₄·5H₂O
2. 1,21 g (5,0 mmol) kobber(II)nitrat-vand (1/3), Cu(NO₃)₂·3H₂O
3. 0,85 g (5,0 mmol) kobber(II)chlorid-vand (1/2), CuCl₂·2H₂O

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-kemiiske 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-kemiiske 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
e-mail: rtpumpsdk@rtpumps.com
+45 59 44 40 50

SIRE P100 **HEMEL**
Hurtigere end HPLC
Enklere end spectrotometri
En brøkdel af prisen!

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: $3\text{H}_2\text{O}$

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

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.

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
2018	99	8	NA			
2018	99	7	NA			
2018	99	6	NA			
2018	99	5	NA			
2018	99	4	NA			
2018	99	3	NA			
2018	99	2	NA			
2018	99	1	NA			
2017	98	11/12	NA			
2017	98	10	NA			
2017	98	9	NA			
2017	98	8	NA			
2017	98	6/7	NA			
2017	98	5	NA			
2017	98	4	NA			
2017	98	3	NA			
2017	98	1/2	NA			
2016	97	12	NA			
2016	97	11	NA			
2016	97	10	NA			
2016	97	9	NA			
2016	97	8	NA			
2016	97	6/7	NA			
2016	97	5	NA			
2016	97	4	NA			
2016	97	3	NA			
2016	97	1/2	NA			
2015	96	12	NA			
2015	96	11	NA			
2015	96	10	NA			
2015	96	9	NA			
2015	96	8	NA			
2015	96	6/7	NA			
2015	96	5	NA			
2015	96	4	NA			
2015	96	3	NA			
2015	96	1/2	NA			
2014	95	12	NA			
2014	95	11	NA			
2014	95	10	NA			
2014	95	9	NA			
2014	95	8				
2014	95	6/7				
2014	95	5				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
2014	95	4				
2014	95	3				
2014	95	1/2				
2013	94	12				
2013	94	11				
2013	94	10				
2013	94	9				
2013	94	8				
2013	94	6/7				
2013	94	5				
2013	94	4				
2013	94	3 sup				
2013	94	3				
2013	94	1/2				
2012	93	12				
2012	93	11 tl				
2012	93	11				
2012	93	10				
2012	93	8				
2012	93	9				
2012	93	6/7				
2012	93	5				
2012	93	4				
2012	93	3				
2012	93	1/2tll				
2012	93	1/2				
2011	92	12				
2011	92	11				
2011	92	10				
2011	92	9				
2011	92	8				
2011	92	6/7				
2011	92	5				
2011	92	4				
2011	92	3				
2011	92	1/2				
2010	91	12	NA			
2010	91	11				
2010	91	10				
2010	91	9				
2010	91	8				
2010	91	6/7				
2010	91	5				
2010	91	4				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
2010	91	3				
2010	91	1/2	NA			
2009	90	12	NA			
2009	90	11				
2009	90	10				
2009	90	9				
2009	90	8				
2009	90	6/7				
2009	90	5				
2009	90	4	NA			
2009	90	3	NA			
2009	90	2				
2009	90	1				
2008	89	12	NA			
2008	89	11				
2008	89	10	NA			
2008	89	9	NA			
2008	89	8	NA			
2008	89	6/7	NA			
2008	89	5	NA			
2008	89	4	NA			
2008	89	3				Ej online? eksisterer det?
2008	89	2	NA			
2008	89	1	NA			
2007	88	12	NA			
2007	88	11	NA			
2007	88	10	NA			
2007	88	9	NA			
2007	88	8	NA			
2007	88	6/7	NA			
2007	88	5	NA			
2007	88	4	NA			
2007	88	3	NA			
2007	88	2	NA			
2007	88	1	NA			
2006	87	12	NA			
2006	87	11	NA			
2006	87	10	NA			
2006	87	9	65		online	
2006	87	8	31		online	
2006	87	6/7	NA			
2006	87	5	46		online	

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
2006	87	4	NA			
2006	87	3	38	2006-87-3-38		
2006	87	2	18	online	87-2	
2006	87	1	38	2006-87-1-38		
2005	86	12	32	2005-86-12-32		
2005	86	11	NA			
2005	86	10	NA			
2005	86	9				
2005	86	8	37	2005-86-8-37	86-8	
2005	86	6/7	39			
2005	86	5				
2005	86	4				
2005	86	3	40	2005-86-3-40	86-3	
2005	86	2				
2005	86	1				
2004	85	12				
2004	85	11				
2004	85	10	NA			
2004	85	9	54			
2004	85	8	39			
2004	85	6/7	NA			
2004	85	5	46	2005-85-5-46	85-5	
2004	85	4	NA			
2004	85	3	40			
2004	85	2	27			
2004	85	1				
2003	84	12				
2003	84	11				
2003	84	10				
2003	84	9				
2003	84	8				
2003	84	6/7				
2003	84	5				
2003	84	4				
2003	84	3				
2003	84	2				
2003	84	1	NA			
2002	83	12				
2002	83	11				
2002	83	10				
2002	83	9				
2002	83	8				
2002	83	6/7				
2002	83	5s				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
2002	83	5				
2002	83	4				
2002	83	3				
2002	83	2				
2002	83	1				
2001	82	12				
2001	82	11				
2001	82	10	NA			
2001	82	9t				
2001	82	9				
2001	82	8				
2001	82	6/7				
2001	82	5t				
2001	82	5				
2001	82	4				
2001	82	3t	NA			
2001	82	3				
2001	82	2				
2001	82	1				
2000	81	12				
2000	81	11				
2000	81	10				
2000	81	9t				
2000	81	9				
2000	81	8				
2000	81	6/7	NA			
2000	81	5				
2000	81	4t				
2000	81	4	NA			
2000	81	3t				
2000	81	3				
2000	81	2				
2000	81	1				
1999	80	12				
1999	80	11				
1999	80	10				
1999	80	9	NA			
1999	80	8				
1999	80	6/7				
1999	80	5				
1999	80	4				
1999	80	3				
1999	80	2				
1999	80	1				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1998	79	12				
1998	79	11				
1998	79	10				
1998	79	9t				
1998	79	9				
1998	79	8				
1998	79	6/7				
1998	79	5				
1998	79	4	NA			
1998	79	3				
1998	79	2	NA			
1998	79	1	NA			
1997	78	12				
1997	78	11				
1997	78	10				
1997	78	9				
1997	78	8				
1997	78	6/7				
1997	78	5	NA			
1997	78	4				
1997	78	3				
1997	78	2				
1997	78	1				
1996	77	12				
1996	77	11				
1996	77	10				
1996	77	9				
1996	77	8				
1996	77	6/7				
1996	77	5				
1996	77	4				
1996	77	3				
1996	77	2				
1996	77	1				
1995	76	12				
1995	76	11				
1995	76	10				
1995	76	9				
1995	76	8				
1995	76	6/7				
1995	76	5				
1995	76	4				
1995	76	3				
1995	76	2				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1995	76	1				
1994	75	12				
1994	75	11				
1994	75	10				
1994	75	9				
1994	75	8				
1994	75	6/7				
1994	75	5				
1994	75	4				
1994	75	3				
1994	75	2				
1994	75	1				
1993	74	12				
1993	74	11				
1993	74	10				
1993	74	9				
1993	74	8				
1993	74	6/7				
1993	74	5				
1993	74	4				
1993	74	3				
1993	74	2				
1993	74	1				
1993	74	reg				
1992	73	12				
1992	73	11				
1992	73	10				
1992	73	9				
1992	73	8				
1992	73	6/7				
1992	73	5				
1992	73	4				
1992	73	3				
1992	73	2				
1992	73	1				
1991	72	12				
1991	72	11				
1991	72	10				
1991	72	9				
1991	72	8				
1991	72	6/7				
1991	72	5				
1991	72	4				
1991	72	3				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1991	72	2				
1991	72	1				
1990	71	12				
1990	71	11				
1990	71	10				
1990	71	9				
1990	71	8				
1990	71	6/7				
1990	71	5				
1990	71	4				
1990	?	3				
1990	?	2				
1990	?	1				
1989	70	12				
1989	70	11				
1989	70	10				
1989	70	9				
1989	70	8				
1989	70	6/7				
1989	70	5				
1989	70	4				
1989	70	3				
1989	70	2				
1989	70	1				
1988	69	12				
1988	69	11				
1988	69	10				
1988	69	9				
1988	69	8				
1988	69	6/7				
1988	69	5				
1988	69	4				
1988	69	3				
1988	69	2				
1988	69	1				
1987	68	12				
1987	68	11				
1987	68	10				
1987	68	9				
1987	68	8				
1987	68	6/7				
1987	68	5				
1987	68	4				
1987	68	3				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1987	68	2				
1987	68	1				
1986	67	12				
1986	67	11				
1986	67	10				
1986	67	9				
1986	67	8				
1986	67	6/7				
1986	67	5				
1986	67	4				
1986	67	3				
1986	67	2				
1986	67	1				
1985	66	12				
1985	66	11				
1985	66	10				
1985	66	9				
1985	66	8				
1985	66	6/7				
1985	66	5				
1985	66	4				
1985	66	3				
1985	66	2				
1985	66	1				
1984	65	12				
1984	65	11				
1984	65	10	282	1984-65-10-282		
1984	65	9				
1984	65	8				
1984	65	6/7				
1984	65	5				
1984	65	4				
1984	65	3				
1984	65	2				
1984	65	1				
1983	64	12				
1983	64	11				
1983	64	10				
1983	64	9				
1983	64	8				
1983	64	6/7				
1983	64	5				
1983	64	4				
1983	64	3				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1983	64	2				
1983	64	1				
1982	63	12				
1982	63	11				
1982	63	10				
1982	63	9				
1982	63	8				
1982	63	6/7				
1982	63	5				
1982	63	4				
1982	63	3				
1982	63	2				
1982	63	1				
1982	63	6/7				??? sidetal er mærke- lige
1981	62	1	24	1981-62-1-24		
1981	62	2	42-43	1981-62-2-42, 1981-62-2-43		
1981	62	3	70-71	1981-62-3-70, 1981-62-3-71	62-3-a	
1981	62	3	70-71	1981-62-3-70, 1981-62-3-71		Flere forsøg
1981	62	4	113	1981-62-4-113		
1981	62	5	132	1981-62-5-132		
1981	62	6/7	168	1981-62-67-168		
1981	62	8	190	1981-62-8-190	62-8-a	
1981	62	8	190	1981-62-8-190	62-8-b	
1981	62	9	226	1981-62-9-226	62-9-a	Der er flere
1981	62	9	226	1981-62-9-226	62-9-b	Der er flere
1981	62	9	226	1981-62-9-226	62-9-c	Der er flere
1981	62	10	240-241	1981-62-10- 240, 1981-62- 10-241		
1981	62	11	278	1981-62-11-278		
1981	62	12	320	1981-62-12-320		
1980	61	1	34	1980-61-1-34	61-1	
1980	61	2	62	1980-61-2-62	61-2-a	
1980	61	2	62	1980-61-2-62	61-2-b	
1980	61	3	86	1980-61-3-86		
1980	61	4	NA	NA		
1980	61	5	154	1980-61-5-154		

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1980	61	6/7	174	1980-61-67-173, 1980-61-67-174		
1980	61	8	192f	1980-61-8-192, 1980-61-8-193		
1980	61	9	216f	1980-61-9-216, 1980-61-9-217		
1980	61	10	250	1980-61-10-250		
1980	61	11	279	1980-61-11-279		
1980	61	12	305	1980-61-12-305		
1979	60	1	34	1979-60-1-34	60-1-a	
1979	60	1	34	1979-60-1-34	60-1-b	
1979	60	2	58	1979-60-2-58	60-2-a	
1979	60	2	58	1979-60-2-58	60-2-b	
1979	60	2	58	1979-60-2-58	60-2-c	
1979	60	2	58	1979-60-2-58	60-2-d	
1979	60	3	94	1979-60-3-94	60-3-a	
1979	60	3	94	1979-60-3-94	60-3-b	
1979	60	3	94	1979-60-3-94	60-3-c	
1979	60	4	118	1979-60-4-118	60-4	
1979	60	5	154	1979-60-5-154	60-5-a	
1979	60	5	154	1979-60-5-154	60-5-b	
1979	60	6/7	186	1979-60-67-186	60-67-a	
1979	60	6/7	186	1979-60-67-186	60-67-b	
1979	60	8	214	1979-60-8-214	60-8-a	
1979	60	8	214	1979-60-8-214	60-8-b	
1979	60	9	254	1979-60-9-254	60-9-a	
1979	60	9	254	1979-60-9-254	60-9-b	
1979	60	10	286	1979-60-10-286	60-10-a	
1979	60	10	286	1979-60-10-286	60-10-b	
1979	60	11	322	1979-60-11-322	60-11-a	
1979	60	11	322	1979-60-11-322	60-11-b	
1979	60	11	322	1979-60-11-322	60-11-c	
1979	60	11	322	1979-60-11-322	60-11-d	
1979	60	12	354	1979-60-12-354	60-12-a	
1979	60	12	354	1979-60-12-354	60-12-b	
1979	60	12	354	1979-60-12-354	60-12-c	
1979	60	12	354	1979-60-12-354	60-12-d	
1978	59	1	38	1978-59-1-38	59-1-a	
1978	59	1	38	1978-59-1-38	59-1-b	
1978	59	1	38	1978-59-1-38	59-1-c	
1978	59	1	38	1978-59-1-38	59-1-d	
1978	59	2	74	1978-59-2-74	59-2	
1978	59	3	114	1978-59-3-114	59-3-a	

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1978	59	3	114	1978-59-3-114	59-3-b	
1978	59	4	NA			
1978	59	5	NA			
1978	59	6/7	238	1978-59-67-238	59-67-a	
1978	59	6/7	238	1978-59-67-238	59-67-b	
1978	59	8	278	1978-59-8-278	59-8-a	
1978	59	8	278	1978-59-8-278	59-8-b	
1978	59	9	322	1978-59-9-322	59-9	
1978	59	10	358	1978-59-10-358	59-10-a	
1978	59	10	358	1978-59-10-358	59-10-b	
1978	59	11	394	1978-59-11-394	59-11	
1978	59	12	430	1978-59-12-430	59-12-a	
1978	59	12	430	1978-59-12-430	59-12-b	
1978	59	12	430	1978-59-12-430	59-12-c	
1977	58	1				Hele årgangen bestilt
1977	58	2				
1977	58	3				
1977	58	4				
1977	58	5				
1977	58	6				
1977	58	7				
1977	58	8				
1977	58	9				
1977	58	10				
1977	58	11				
1977	58	12				
1976	57	1				Hele årgangen bestilt
1976	57	2				
1976	57	3				
1976	57	4				
1976	57	5				
1976	57	6				
1976	57	7				
1976	57	8				
1976	57	9				
1976	57	10				
1976	57	11				
1976	57	12				
1975	56	1				
1975	56	2				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1975	56	3				
1975	56	4				
1975	56	5				
1975	56	6				
1975	56	7				
1975	56	8				
1975	56	9				
1975	56	10				
1975	56	11				
1975	56	12				
1974	55	1				
1974	55	2				
1974	55	3				
1974	55	4				
1974	55	5				
1974	55	6				
1974	55	7				
1974	55	8				
1974	55	9				
1974	55	10				
1974	55	11				
1974	55	12				
1973	54	1				
1973	54	2				
1973	54	3				
1973	54	4				
1973	54	5				
1973	54	6				
1973	54	7				
1973	54	8				
1973	54	9				
1973	54	10				
1973	54	11				
1973	54	12				
1972	53	1				
1972	53	2				
1972	53	3				
1972	53	4				
1972	53	5				
1972	53	6				
1972	53	7				
1972	53	8				
1972	53	9				
1972	53	10				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1972	53	11				
1972	53	12				
1971	52	1				
1971	52	2				
1971	52	3				
1971	52	4				
1971	52	5				
1971	52	6				
1971	52	7				
1971	52	8				
1971	52	9				
1971	52	10				
1971	52	11				
1971	52	12				
1970	51	1				
1970	51	2				
1970	51	3				
1970	51	4				
1970	51	5				
1970	51	6				
1970	51	7				
1970	51	8				
1970	51	9				
1970	51	10				
1970	51	11				
1970	51	12				
1969	50	1				
1969	50	2				
1969	50	3				
1969	50	4				
1969	50	5				
1969	50	6				
1969	50	7				
1969	50	8				
1969	50	9				
1969	50	10				
1969	50	11				
1969	50	12				
1968	49	1				
1968	49	2				
1968	49	3				
1968	49	4				
1968	49	5				
1968	49	6				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1968	49	7				
1968	49	8				
1968	49	9				
1968	49	10				
1968	49	11				
1968	49	12				
1967	48	1				
1967	48	2				
1967	48	3				
1967	48	4				
1967	48	5				
1967	48	6				
1967	48	7				
1967	48	8				
1967	48	9				
1967	48	10				
1967	48	11				
1967	48	12				
1966	47	1				
1966	47	2				
1966	47	3				
1966	47	4				
1966	47	5				
1966	47	6				
1966	47	7				
1966	47	8				
1966	47	9				
1966	47	10				
1966	47	11				
1966	47	12				
1965	46	1		NA		
1965	46	2		NA		
1965	46	3		NA		
1965	46	4		NA		
1965	46	5		NA		
1965	46	6		NA		
1965	46	7		NA		
1965	46	8		NA		
1965	46	9		NA		
1965	46	10		NA		
1965	46	11		NA		
1965	46	12		NA		
1964	45	1				
1964	45	2				

År	Vol	Iss	Side	PDF/Link	tex	Note
1964	45	3				
1964	45	4				
1964	45	5				
1964	45	6				
1964	45	7				
1964	45	8				
1964	45	9				
1964	45	10				
1964	45	11				
1964	45	12				
1963	44	1	NA			
1963	44	2	NA			
1963	44	3	NA			
1963	44	4	NA			
1963	44	5	NA			
1963	44	6	NA			
1963	44	7	NA			
1963	44	8	NA			
1963	44	9	NA			
1963	44	10	NA			
1963	44	11	NA			
1963	44	12	NA			
1962	43	1	NA			
1962	43	2	NA			
1962	43	3	NA			
1962	43	4	NA			
1962	43	5	NA			
1962	43	6	NA			
1962	43	7	NA			
1962	43	8	NA			
1962	43	9	NA			
1962	43	10	NA			
1962	43	11	NA			
1962	43	12	NA			