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 Emil Petersen – og et småforsøg **5**

3 Småforsøg med protolytiske reaktioner i vandige saltopløsninger **7**

4 Bittermandelolie **9**

5 Triboluminescens **11**

6 "Bjerrums forsøg" **13**

7 Diverse administrativt **17**

Kemiske småforsøg

Redigeret af Ole Bostrup

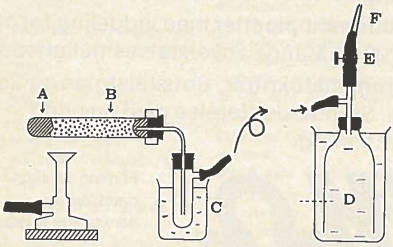
Kender De et sjovt forsøg?

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 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!



A: Paraffinolie i rockwool, B: Tørret perlekatalysator C: Kølet 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-buten (Fluka), platin-asbest eller platin-aktivkul.

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

A: Apparaturet gennemskylles 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.

$$\underset{}{R-CH=CH_2} + \underset{1\ \text{vol}}{H_2} \rightarrow \underset{1\ \text{vol}}{R-CH_2-CH_3}$$

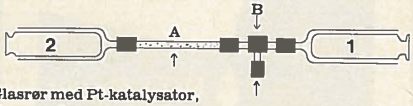
Volumen formindskelsen er et udtryk for indholdet af den komponent, der er i underskud — altså enten alken eller hydrogen. Der udføres derfor to bestemmelser mere.

B: Til stempel 2 sættes 50 ml H_2 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.

Måleeksempel:

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



A: Glasrør med Pt-katalysator,
B: Tregangshane

I dette eksempel er vol.forholdet H_2/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

Forfatter:

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 ()

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 rødbrun 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 vanadiumpræparater af slaggen fra malm fra Taberg. Han rejste tilbage til Danmark og bestod studentereksamen 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.

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 tilstedeværende 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 sætets 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.

Vægt%	Massefylde (g/mL)	C_{NaCl} (g/L)	C_{H2O} (g/L)	ΔC_{H2O} (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 opvejes rigeligt af, at diffusionskoefficienten 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

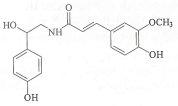
Mit saltningsforsøg forløb ikke som herrn Schormüllers som det fremgår af figur 5. På trods af rettidig udvist omhu fik min sild ulivssår undervejs, idet der kom en åbning i den ene side. Noget af maveindholdet kan være sivet ud - lagen blev brunlig efterhånden. I hvert fald udeblev den fase, hvor vægten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

Når nu naturen, det billige skidt, ikke vil makke 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 sild. Resultatet fremgår af figur 6. Ifølge denne simulering skal der bruges en værdi for D på 10^{-11} m^2s^{-1}, før tidsforløbet begynder at ligne hernn 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 bekæmpelse af kræft. Det skal kunne dræbe syge celler og skåne raske.



Bos

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

SKANLAB

Retsch®
Reproducerbar formaling og kornstørrelsesanalyse

Planetkugle-mølle PM 100

Til formaling og homogenisering

Til mekanisk legering.

NYHED

Tlf. 47 38 10 14 www.skanlab.com

Bittermandelolie

Af Ole Bostrup

Nogle dråber bittermandelolie (bemærk duften af mandler) hældes på en glasplade, der befinder sig på en tændt overhead-projektor. 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 ikke svært 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 udsat 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.

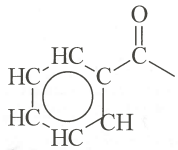
Justus von Liebig og Friedrich Wöhler blev interesserede i det åbenbare slægtskab mellem bittermandelolie og benzoesyre. I 1832 begyndte de i Gießen at udføre en række forsøg, der viste, at der eksisterede en hel klasse af stoffer, der tilhørte samme familie.

Ikke blot bittermandelolien men også benzoylchlorid, benzoylbromid, benzamid og benzoylsulfid indeholdt den samme gruppe af atomer, som fik navnet benzoyl [3].

Moderne beskrivelse

Bttermandelolie 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

$$2C_6H_5CHO + O_2 + \text{sollys} = 2C_6H_5COOH$$



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. Strube 1981: *Der historische Weg der Chemie 2* (Leipzig: VEB): 44

Bittermandelolie

85 nr. 5, s. 46

Nogle dråber bittermandelolie (bemærk duften af mandler) hældes på en glasplade, der befinder 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].

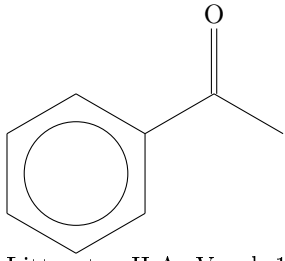
Opdagelseshistorie

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 udsat 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 Gießen 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

$$2\,C_6H_5CHO + O_2 + \text{sollys} = 2\,C_6H_5COOH$$



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

Triboluminescens

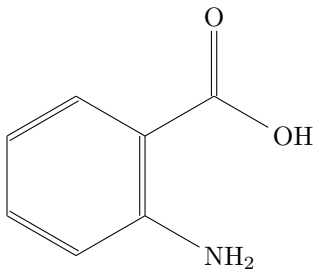
Dansk kemi 86, nr. 8 2005, p 37

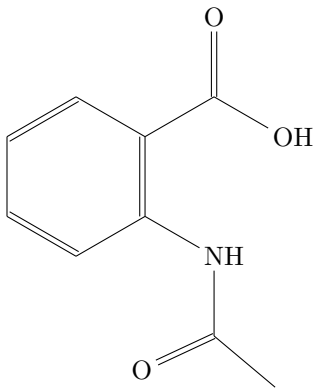
Tribologi er læren om gnidning og smøring, teori og teknik. Luminescens er betegnelsen for lysudsendelse, der ikke skyldes glødning og høj temperatur. Triboluminescens er følgelig den del af naturvidenskaben, hvor lysudsendelse ved gnidning behandles. Der er ikke mange stoffer, der udviser Triboluminescens. I det følgende skal der gives en opskrift på fremstillingen af et af disse sjældne eksempler.

Fremstilling af et Triboluminescerende stof. Udgangspunktet er 2-aminobenzoesyre, der også kaldes anthranilsyre. Strukturen er vist på figuren. 10 g af dette stof hældes i en 100 mL kolbe, der forsynes med en tilbagesvaler. Tilsæt 30 mL eddikesyreanydrid og opvarm forsigtigt til kolbens indhold kooger. Blandingen afkøles i 15 min. Afkøling Tilsæt 10 mL vand og opvarm atter til kogning, og afkøl igen kolbe med indhold. Bundfaldet af 2-ethanoylamninobenzoesyre filtreres fra og vaskes med en lille smule iskold methanol. Bundfaldet lufttørres.

Påvisning af Triboluminescens

Mellem to urglas anbringes krystaller af det fremstillede stof. I et mørklagt lokale gnides de to glas imod hinanden, og man iagttager Luminescensen.




O
OH
NH
O

"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 logaritmere 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 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 fortyndede 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 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), $CuSO_4{\cdot}5\,H_2O$
2. 1,21 g (5,0 mmol) kobber(II)nitrat-vand (1/3), $Cu(NO_3)_2{\cdot}3\,H_2O$
3. 0.85 g (5,0 mmol) kobber(II)chlorid-vand (1/2), $CuCl_2{\cdot}2\,H_2O$

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 - iagttage, at de tre opløsninger har præcis samme farve.

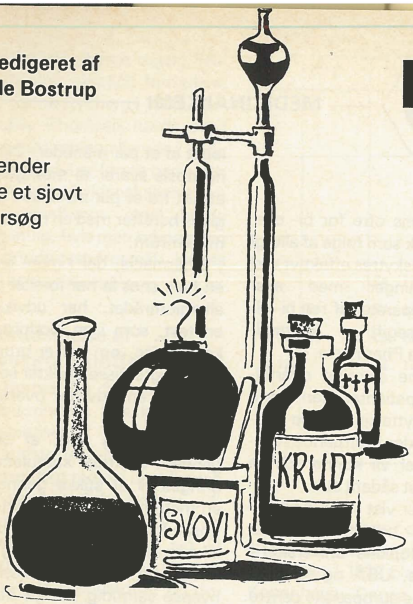
Referencer 1. B. Riis Larsen: Bjerrum og skolen. I A. Kildebæk Nielsen (red.): Niels Bjerrum (1879-1958). Liv og værk. Udgivet som Historisk-kemiske skrifter nr.

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. 30-40 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).

Redigeret af
Ole Bostrup

Kemiske småforsøg

Kender
De et sjovt
forsøg



Send det til Dansk Kemi,
Dronninggårdsallé 60, 2840 Holte

Knaldgas-eksplosion uden risiko

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

Da knaldgas-eksplosionen er meget voldsom, bør man holde sig langt fra det støkiometriske 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! Apparaturet koster nogle hundrede kroner, men så er der også mulighed for at måle de forbrugte gasmængder og for at se de vanddråber, 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, plasticsprøjte (injektionssprøjte uden nål).

Fra hydrogenflasken eller fra en urinpose med hydrogen fyldes sprøjten 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 sprøjten, og man holder en finger på spidsen, så det ikke stikker af. Nu fyldes sprøjten på samme måde helt op med ca. 3,5 ml oxygen.

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

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

H. C. Helt

Reaktionen mellem nitrogenoxid og carbondisulfid

Teori

Carbondisulfid kan oxideres af nitrogenoxid under frigørelse af energi. Det følgende 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^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 (båndspektret 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

Galvaniske elementer

Tag en citron, æble eller anden frugt. Sæt to galvaniserede søm 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 søm og én kobbertråd. 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

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 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 (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.

Diverse administrativt

Skriftstørrelsen skal være 11. Hvilken font? Vistnok Times Roman-font Vi skal nok kigge på margener også.

Pakken chemformula giver adgang til: $3\,\mathrm{H_2O}$

$\frac{1}{2}\,\mathrm{H_2O}$

$\mathrm{AgCl_2^-}$

$\mathrm{H_{2(aq)}}$

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.

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

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/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 supp		
57	2013	94	3		
58	2013	94	1/2		
59	2012	93	12		
60	2012	93	11 tillæg		
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	1/2 tillæg		
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	Intet småforsøg	
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	Filnavn/Link
89	2010	91	3		
90	2010	91	1/2	inget småforsøg fundet	
91	2009	90	12	intet småforøsg fundet	
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	intet små forsøg fundet	
99	2009	90	3	intet småforsøg fundet	
100	2009	90	2		
101	2009	90	1		
102	2008	89	12	intet småforsøg fundet	
103	2008	89	11		
104	2008	89	10	intet småforsøg fundet	
105	2008	89	9	intet småforsøg fundet	
106	2008	89	8	intet småforsøg fundet	
107	2008	89	6/7	intet småforsøg fundet	
108	2008	89	5	intet småforsøg fundet	
109	2008	89	4	Intet småforsøg fundet	
110	2008	89	3		
111	2008	89	2	Intet småforsøg fundet	
112	2008	89	1	Intet småforsøg fundet	
113	2007	88	12	Intet småforsøg fundet	
114	2007	88	11	Intet småforsøg fundet	
115	2007	88	10	Intet småforsøg fundet	
116	2007	88	9	Intet småforsøg fundet	
117	2007	88	8	Intet småforsøg fundet	
118	2007	88	6/7	Intet småforsøg fundet	
119	2007	88	5	Intet småforsøg fundet	
120	2007	88	4	Intet småforsøg fundet	
121	2007	88	3	Intet små forsøg fundet	
122	2007	88	2	Intet småforsøg fundet	
123	2007	88	1	Intet småforsøg fundet	
124	2006	87	12	Intet småforsøg fundet	
125	2006	87	11	Intet småforsøg fundet	
126	2006	87	10	Intet småforsøg fundet	
127	2006	87	9	65	https://ipaper.ipapercn
128	2006	87	8	31	https://ipaper.ipapercn
129	2006	87	6/7	Intet småforsøg fundet	
130	2006	87	5	46	https://ipaper.ipapercn
131	2006	87	4	Intet småforsøg fundet	
132	2006	87	3	38	2006-87-3-38

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/Link
133	2006	87	2	18	https://ipaper.ipapercn
134	2006	87	1	38	2006-87-1-38.pdf
135	2005	86	12	32	2005-86-12-32.pdf
136	2005	86	11	Intet småforsøg fundet	
137	2005	86	10	intet småforsøg fundet	
138	2005	86	9		
139	2005	86	8	37	2005-86-8-37.pdf
140	2005	86	6/7	39	
141	2005	86	5		
142	2005	86	4		
143	2005	86	3	40	2005-86-8-35.pdf
144	2005	86	2		
145	2005	86	1		
146	2004	85	12		
147	2004	85	11		
148	2004	85	10	intet småforsøg fundte	
149	2004	85	9	54	
150	2004	85	8	39	
151	2004	85	6/7		
152	2004	85	5	46	2005-85-5-46.pdf
153	2004	85	4		
154	2004	85	3	40	2005-86-3-40.pdf
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		
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	Filnavn/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	Filnavn/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		
228	1998	79	3		
229	1998	79	2		
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		
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	Filnavn/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	Filnavn/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	Filnavn/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.pdf
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	Filnavn/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.pdf
410	1981	62	2	42-43	1981-62-2-42.pdf, 1981-
411	1981	62	3	70-71	1981-62-3-70.pdf, 1981-
412	1981	62	4	113	1981-62-4-113.pdf
413	1981	62	5	132	1981-62-5-132.pdf
414	1981	62	6/7	168	1981-62-67-168.pdf
415	1981	62	8	190	1981-62-8-190.pdf
416	1981	62	9	226	1981-62-9-226.pdf
417	1981	62	10	240-241	1981-62-10-240.pdf 198
418	1981	62	11	278	1981-62-11-278.pdf
419	1981	62	12	320	1981-62-12-320.pdf
420	1980	61	1	34	1980-61-1-34.pdf
421	1980	61	2	62	1980-61-2-62.pdf
422	1980	61	3	86	1980-61-3-86.pdf
423	1980	61	4	intet småforsøg fundet	
424	1980	61	5	154	1980-61-5-154
425	1980	61	6/7	174	1980-61-67-173.pdf, 198
426	1980	61	8	192f	1980-61-8-192.pdf, 1980
427	1980	61	9	216f	1980-61-9-216.pdf, 1980
428	1980	61	10	250	1980-61-10-250.pdf
429	1980	61	11	279	1980-61-10-279
430	1980	61	12	305	1980-61-12-305.pdf
431	1979	60	1		
432	1979	60	2		
433	1979	60	3		
434	1979	60	4		
435	1979	60	5		
436	1979	60	6		
437	1979	60	7		
438	1979	60	8		
439	1979	60	9		
440	1979	60	10		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/Link
441	1979	60	11		
442	1979	60	12		
443	1978	59	1		
444	1978	59	2		
445	1978	59	3		
446	1978	59	4		
447	1978	59	5		
448	1978	59	6		
449	1978	59	7		
450	1978	59	8		
451	1978	59	9		
452	1978	59	10		
453	1978	59	11		
454	1978	59	12		
455	1977	58	1		
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		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/Link
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		
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		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/Link
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		
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		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/Link
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		
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	Intet småforsøg fundet	
600	1965	46	2	Intet småforsøg fundet	
601	1965	46	3	Intet småforsøg fundet	
602	1965	46	4	Intet småforsøg fundet	
603	1965	46	5	Intet småforsøg fundet	
604	1965	46	6	Intet småforsøg fundet	
605	1965	46	7	Intet småforsøg fundet	
606	1965	46	8	Intet småforsøg fundet	
607	1965	46	9	Intet småforsøg fundet	
608	1965	46	10	Intet småforsøg fundet	
609	1965	46	11	Intet småforsøg fundet	
610	1965	46	12	Intet småforsøg fundet	
611	1964	45	1		
612	1964	45	2		
613	1964	45	3		
614	1964	45	4		
615	1964	45	5		
616	1964	45	6		

Index	År	Årgang	Hæfte	Side	Filnavn/Link
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	Ingen små forsøg fundet	
624	1963	44	2	Ingen små forsøg fundet	
625	1963	44	3	Ingen små forsøg fundet	
626	1963	44	4	Ingen små forsøg fundet	
627	1963	44	5	Ingen små forsøg fundet	
628	1963	44	6	Ingen små forsøg fundet	
629	1963	44	7	Ingen små forsøg fundet	
630	1963	44	8	Ingen små forsøg fundet	
631	1963	44	9	Ingen små forsøg fundet	
632	1963	44	10	Ingen små forsøg fundet	
633	1963	44	11	Ingen små forsøg fundet	
634	1963	44	12	Ingen små forsøg fundet	
635	1962	43	1	Ingen små forsøg fundet	
636	1962	43	2	Ingen små forsøg fundet	
637	1962	43	3	Ingen små forsøg fundet	
638	1962	43	4	Ingen små forsøg fundet	
639	1962	43	5	Ingen små forsøg fundet	
640	1962	43	6	Ingen små forsøg fundet	
641	1962	43	7	Ingen små forsøg fundet	
642	1962	43	8	Ingen små forsøg fundet	
643	1962	43	9	Ingen små forsøg fundet	
644	1962	43	10	Ingen små forsøg fundet	
645	1962	43	11	Ingen små forsøg fundet	
646	1962	43	12	Ingen små forsøg fundet	