

STENOMUSEEN 78

MEMLEMSBLAD FOR STENO MUSEETS VENNER – JUNI 2019

Fantastiske farver – hvor kommer de fra?

I Steno Museets nye videnskabshistoriske udstilling *Det nysgerrige menneske* er der et afsnit, som handler om, hvordan man har undersøgt og forstået de farver, som forskellige stoffer kan udsende. Her uddybes udstillingens fortælling.

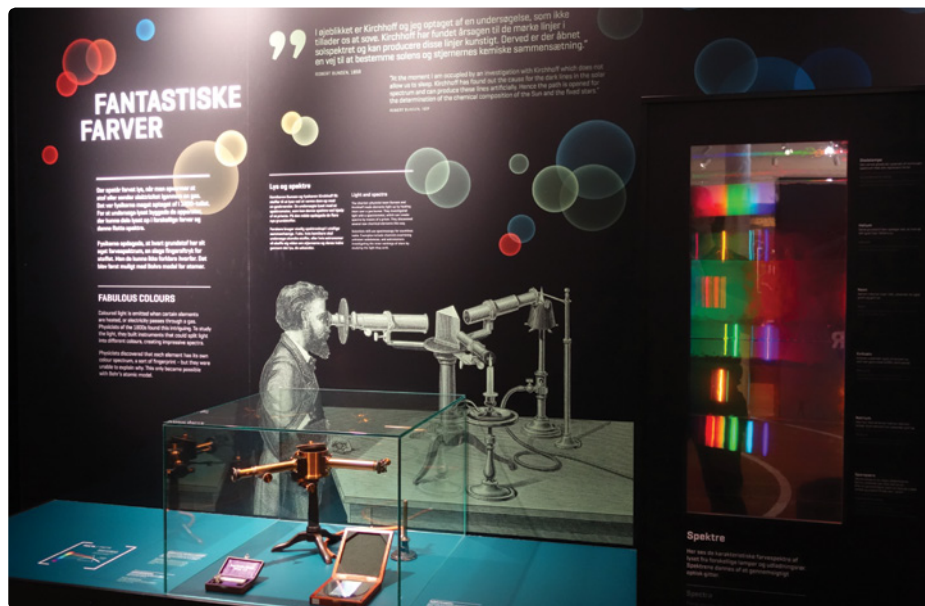
Fra utallige rundvisninger er det min erfaring, at rigtig mange gæster på Steno Museet har hørt om bunsenbrænderen. En del har endda prøvet en i skolen. Men færre ved, hvor den har sit

navn fra, eller hvad den kan bruges til.

Bunsenbrænderen

Navnet stammer fra den tyske kemiker Robert Bunsen, som blandt meget andet var

optaget af at undersøge de farver, som forskellige stoffer udsender, når de bliver brændt af i en flamme. For at kunne gøre det så effektivt som muligt videreudviklede han omkring 1855 den allerede kendte gasbrænder således, at den dannede en meget varm flamme, som næsten ikke lyste eller sodede. På den måde kunne



I udstillingsafsnittet om fantastiske farver kan man bl.a. opleve en bunsenbrænder og et par spektroskoper. Der er også mulighed for at sammenligne det kontinuerede spektrum fra en glødelampe med linspektre fra forskellige stoffer, f.eks. neon, kviksølv og natrium. Foto: Hans Buhl.



Den tyske optiker Fraunhofer opdagede i begyndelsen af 1800-tallet, at lyset fra Solen ikke rummer alle regnbuens farver, men at ganske bestemte farver mangler. Dette forårsager nogle karakteristiske mørke linjer i Solens spektrum. Han identificerede over 500 linjer og navngav de tydeligste med bogstaver.

han minimere flammens påvirkning af det lys, han var interesseret i at studere.

Bunsenbrænderen er stadig standardudstyr i kemiske laboratorier, og i udstillingen kan man se et typisk eksemplar.

Farvespektre

I 1859 foreslog Bunsens landsmand, fysikeren Gustav Kirchhoff, at de sammen skulle undersøge de såkaldte farvespektre, som opstår, når man betragter det farvede lys fra en flamme igennem et trekantet prisme.

Baggrunden for denne ide var, at Isaac Newton ca. 200 år tidligere havde vist, at Solens hvide lys kan splittes

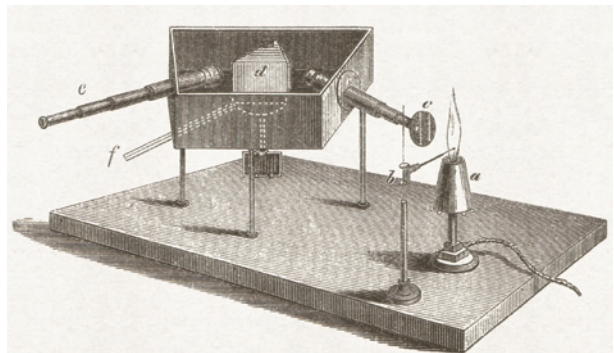
op i regnbuens farver ved at sende det gennem sådan et prisme. I begyndelsen af 1800-tallet havde den tyske optiker Joseph von Fraunhofer endvidere påvist, at

der var nogle mørke linjer i Solens spektrum. Det lykkedes ham endda at udvikle en metode til at måle, ved hvilke bølgelængder af lyset linjerne lå, så man kunne sammenligne målinger i forskellige laboratorier. Men ingen kunne forklare, hvorfor linjerne var der.

Spektroskopet

Inspireret af Fraunhofers udstyr udviklede Bunsen og Kirchhoff et nyt instrument til at undersøge lyset fra de farvede flammer. Med dette såkaldte spektroskop kunne de ikke blot se nogle skarpe spektrallinjer, men også måle deres bølgelængde.

Ved hjælp af det nye instrument undersøgte Bun-



Det var velkendt, at man kunne se et linjespektrum ved at betragte flammefarver gennem et prisme. Bunsen og Kirchhoff udviklede i 1859 denne basale metode til et egentligt instrument ved at sende det farvede flammelys gennem en smal spalte samt lade lyset gå gennem en kikkert både før og efter prismet. Bølgelængden af de enkelte linjer i spektrene kunne måles ved at dreje på prismet.

sen og Kirchhoff systematisk spektrene fra en lang række grundstoffer, bl.a. natrium, litium og kalium. Herved opdagede de, at der kun skulle en meget lille mængde af et stof til for at frembringe dets karakteristiske spektralfarver. Deres nye analysemetode var altså ekstremt følsom, men deres vigtigste opdagelse var, at rene prøver af et stof dannede et linjespektrum, som var helt unikt for det pågældende stof. Spektre kunne altså bruges som en slags "fingeraftryk" til at identificere et givet stof.

Spektroskopet i forskellige udformninger spiller stadig en helt central rolle i naturvidenskaben, f.eks. når man skal analysere ukendte stoffer, hvad enten det gælder nye kemikalier eller dopingrester i sportsudøveres urin. I udstillingen kan man se et klassisk skolespektroskop.

Nye grundstoffer

Bunsen og Kirchhoff undersøgte spektrene fra utallige forskellige stoffer. I 1860 brændte de f.eks. prøver af mineralvand fra Dürkheim og opdagede da nogle blålige spektrallinjer, som de aldrig havde set før fra noget

stof. Derfor gættede de på, at linjerne måtte stamme fra et uopdaget grundstof. Pga. farven kaldte de grundstoffet for cæsium efter det latinske ord for "himmelblå".

For at undersøge stoffet nærmere inddampede de godt 40 tons (!) af mineralvandet, og efter en masse kemiske processer fik de isoleret nogle få gram cæsiumsulfat. Året efter opdagede de ved en lignende proces grundstoffet rubidium, som de opkaldte efter dets klare røde spektrallinjer.

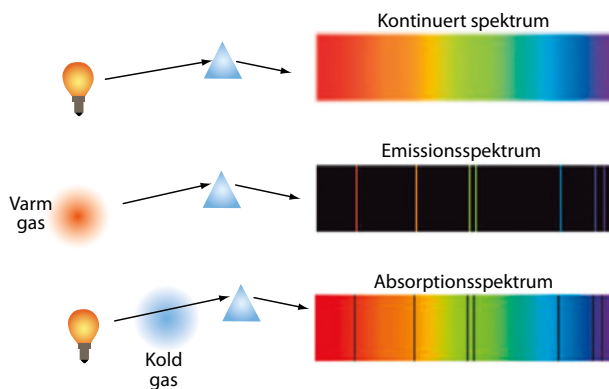
En brillant opdagelse

Bunsen og Kirchhoff fandt ikke bare nye grundstoffer

med deres nyudviklede spektroskop. Det lykkedes dem også at løse gåden om de sorte linjer i solspektret. De opdagede nemlig, at nogle af de manglende farver i Solens spektrum fandtes ved nøjagtig de samme bølgelængder, som forskellige grundstoffer lyste med. Derfor var det en nærliggende konklusion, at de sorte linjer blev dannet, fordi de pågældende grundstoffer var til stede i Solen.

Deres begejstring over opdagelsen illustreres i et brev, som Bunsen skrev til kemikerkollegaen H.E. Roscoe i 1859:

"I øjeblikket er Kirchhoff



Bunsen og Kirchhoff opdagede, at der findes to typer spektre: emissions- og absorptionsspektre. Den første type dannes, når en gas varmes så meget op, at den lyser. Det var især denne type spektre, Bunsen og Kirchhoff studerede med deres spektroskop. Absorptionsspektret dannes derimod, når lyset fra et glødende legeme, f.eks. en glødelampe eller Solen, bevæger sig gennem en kølligere gas, som opsuger noget af lyset.

og jeg optaget af en undersøgelse, som ikke tillader os at sove. Kirchhoff har gjort en fuldstændig uventet opdagelse, idet han har fundet årsagen til de mørke linjer i solspektret og kan frembringe disse linjer kunstigt intensiveret både i solspektret og i en flammes kontinuerlige spektrum, hvor deres position er identisk med Fraunhofers linjer. Derved er der åbnet en vej til at bestemme Solens og stjernernes kemiske sammensætning.”

Det sidstnævnte perspektiv var epokegørende. Hidtil var det blevet betragtet som principielt umuligt at studere himmellegemernes kemi. Men nu havde Bunsen og Kirchhoff vist, at det var muligt blot ved at undersøge lyset fra dem.

Det har astronomerne så gjort lige siden. Og det gælder fremdeles, at al den viden, vi har om Solen, stjerne-

nerne og andre fjerne himmelfænomener, stammer fra analyse af det lys og anden stråling, som de sender til os i forskellige bølglængder.

Helium – et himmelsk grundstof

Et klassisk eksempel på spektroskopis styrke er opdagelsen af helium.

Efter Bunsen og Kirchhoffs gennembrud gik der nærmest sport i at knytte linjerne i solspektret til grundstofferne på Jorden for at blive klogere på Solens kemiske sammensætning. I 1868 opdagede den franske astronom Jules Janssen og kort efter også den engelske amatørforsker Norman Lockyer imidlertid en gul linje, som ikke passede med noget kendt grundstof. Derfor foreslog Lockyer, at den måtte stamme fra et særligt solgrundstof, som man derfor passende kunne opkalde

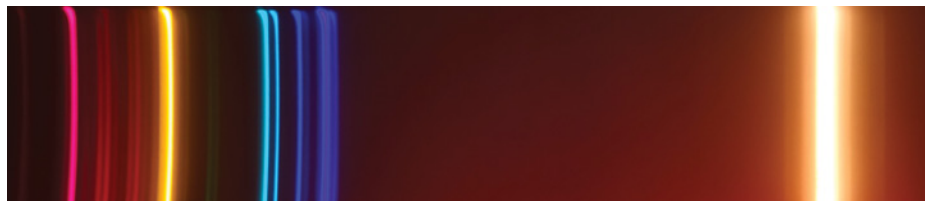
efter Solens græske navn Helios.

Det nye grundstof forblev dog en luftig hypotese, indtil det i 1895 lykkedes adskillige kemikere at isolere det her på Jorden.

I udstillingen er der en opstilling, hvor man kan opleve virkelige spektre fra forskellige lysende gasser, heriblandt helium. Så der er mulighed for ved selvsyn at observere den gule linje, der førte til opdagelsen af grundstof nr. 2 i det periodiske system.

Som eksemplerne har vist, førte studierne af spektrallinjer hurtigt til mange nye opdagelser, selvom man stadig ikke forstod, hvad der var årsagen til linjerne. Eller hvorfor de var forskellige fra grundstof til grundstof. Det mysterium blev først løst med Bohrs atomteori i 1913. Men det er en helt anden historie.

Hans Buhl



I udstillingens spektralkasse kan man bl.a. opleve heliums spektrum. Til højre ses et udladningsrør med lysende helium. Og til venstre ses spektret med den karakteristiske gule linje, som førte til grundstoffets opdagelse i 1868. Foto: Hans Buhl.