

Undervisningsforløb stx/htx i forbindelse med udstillingen Fra Forsker til Folk

Selskabet for Naturlærens Udbredelse – SNU – fylder 200 år! I udstillingen Fra Forsker til Folk har vi valgt at sætte fokus på en række danske videnskabsfolk, der har haft en stor betydning for selskabet: SNU's stifter H.C. Ørsted samt Martin Knudsen, Kirstine Meyer; Niels Bohr og SPL Sørensen. Vi præsenterer både den historiske baggrund og anvendelser af forskningen i dag.

Under besøget:

- Vi indbyder til en guidet rundvisning i udstillingen. Her lærer eleverne om Selskabet for Naturlærens Udbredelse (SNU), om selskabets stifter H.C. Ørsted samt Martin Knudsen, Kirstine Meyer; Niels Bohr og SPL Sørensen – forskningens anvendelser indenfor kvantefysik, havstrømme, temperatur, ølbrygning og meget andet.
- Arbejdsark om linjespektre/Bohrs atommodel.
- Eleverne kan lave forsøget ”bestem laserens bølgelængde” og andre hands-on aktiviteter.

Efter besøget:

I får spillet laboratoriespillet ”Er du SNU?” med hjem.

Arbejdsarkenes spørgsmål kan gennemgås i klassen.

Evt. forsøgsrapport skrives færdig hjemme

Til læreren - Fysik

Undervisningsmaterialet lægger sig tæt op ad læreplanerne for stx, htx indenfor emnerne:

Atomfysik / kvantefysik

–atomers opbygning

–fotoners energi, atomare systemers emission og absorption af stråling

–spektre, herunder hydrogenatomets spektrum

Lys / bølger

- fotoner og atomers absorption og emission af stråling

-interferens

-fysiske egenskaber ved lys.

Inden besøget: Det er en fordel (men ikke et krav) at eleverne har kendskab til grundlæggende egenskaber for bølger samt det elektromagnetiske spektrum. Man kan for eksempel lade udstillingen være introduktion til- eller afrunding af et forløb om lys/bølger/atomer.

Til læreren - Kemi

Undervisningsmaterialet lægger sig tæt op ad læreplanerne for stx, htx indenfor emnet Syre-base-reaktioner, herunder pH-begrebet og beregning af pH.

Inden besøget: Det er en fordel (men ikke et krav) at eleverne har kendskab til det periodiske system og evt. begrebet koncentration af en opløsning. Man kan for eksempel lade udstillingen være introduktion til- eller afrunding af et forløb om pH.

Vi ses i Rundetårn! (aug.- okt. 2024), SDU-biblioteket i Odense (okt. 2024 - jan. 2025) og Viborg Katedralskole (feb. - april 2025)

Disse sider er forfattet af gymnasielærer Johanne de Leon – og senest efterredigeret af Claus Berg, SNU's ansvarlige for læringsressourcerne til jubilæumsudstillingen.

Bagsværd, 11. feb. 2025

Arbejdsark - Bohrs atommodel

Søg gerne hjælp i udstillingen og hos guiderne!

Linjespektre

a) Find først udstillingens sektion om Niels Bohr. Når man kigger på lyset fra forskellige stoffer, opdager man at de ikke udsender alle mulige farver, men kun helt bestemte farver, hvilket ses som linjespektre. Hvert grundstof har sit eget linjespektrum. Hvilke farver ser du i linjespektrene vist i udstillingen?

b) I stedet for at tale om lysets farver, anvender man ofte den fysiske størrelse *bølgelængde*. Hver af regnbuens farver har sin bølgelængde. Farver er et resultat af din hjernes bearbejdning af et komplekst signal fra øjet og vi oplever og sanser farver forskelligt. Lysets bølgelængde er et kvantitativt mål, der svarer til afstanden mellem bølgetoppene for den elektromagnetiske stråling. Rødt lys har for eksempel en lidt større bølgelængde end blåt lys.

Tegn en bølge og indtegn *bølgelængden*:

c) De fire synlige linjer i brints linjespektrum har bølgelængderne 410 nm, 434 nm, 486 nm og 656 nm. Hvis disse linjer optræder i et spektrum, for eksempel fra en stjerne, så er det oplagt at konkludere, at der er brint til stede. Linjespektre er som en signatur eller et fingeraftryk for grundstoffer og molekyler, og det er netop sådan man finder ud af, hvad universet er lavet af! Det har vist sig at der meste af universet er lavet af brint (~74%), helium (~24%) og oxygen (~1%).

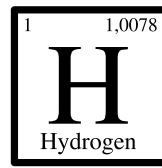
Her kan du skrive farverne for de 4 linjer:

410 nm : _____
434 nm : _____
486 nm : _____
656 nm : _____



d) Brint har også mange linjer udenfor den synlige del af spektret, f.eks. 95 nm og 1875 nm. Hvilken type elektromagnetisk stråling er der tale om?

95 nm : _____
1875 nm : _____



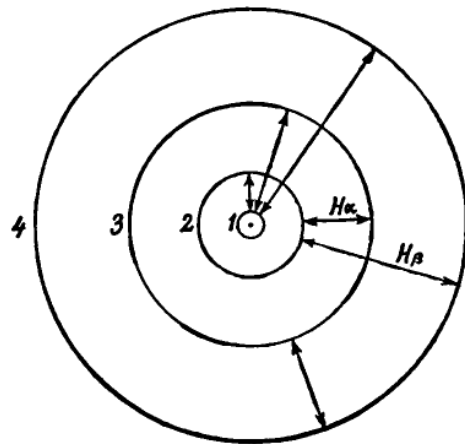
Bohrs atommodel

Niels Bohrs atommodel var banebrydende for kvantefysikken og vores forståelse af atomer.

e) I hvilket årstal fremkom Bohr med sin model?

f) Hvilke anvendelser har kvantemekanikken i dag?

g) Niels Bohrs ide var, at atomerne har forskellige energiniveauer (stationære tilstande) og at lys udsendes når elektronerne springer fra et højere til et lavere energi-niveau. Bohr beskrev i første omgang elektronens mulige positioner som cirkulære baner i brintatomet, som vist på skitsen.



Vi ved jo, at energi ikke kan forsvinde, så hvis elektronen springer til et lavere energiniveau (for eksempel fra niveau 3 til niveau 2), vil den overskydende energi udsendes i form af lys. Det udsendte lys har en helt bestemt bølgelængde og en helt bestemt frekvens. Omvendt, så kræver det tilført energi at få løftet elektronen til et højere energiniveau, og dette kan ske ved at atomet absorberer lys med den helt rette energimængde.

-> Benyt Bohrs atommodel til at forklare for hinanden; hvorfor atomer udsender lys med helt bestemte bølgelængder.

Laserforsøg

Observationer

Vi har set at linjespektre fremkommer, når et optiske gitter eller en dobbeltspalte "opdeler" lyset i de forskellige farver. Hvad er det mon der sker? Det vil vi se nærmere på her.

Observation 1 - Peg en laser gennem et gitter; hvor mange pletter er der i mønsteret på væggen?

Observation 2 - Hvordan ændres afbøjningsvinklerne, når bølgelængden ændres? Prøv f.eks. med en rød og en grøn laser. Afbøjningsvinklen for en af pletterne kan ses på figuren.

Observation 3 - Hvilken forskel gør det, hvis vi ændrer afstanden mellem linjerne (eller spalterne) i gitteret? (det står på gitteret hvor mange linjer der er pr. mm)

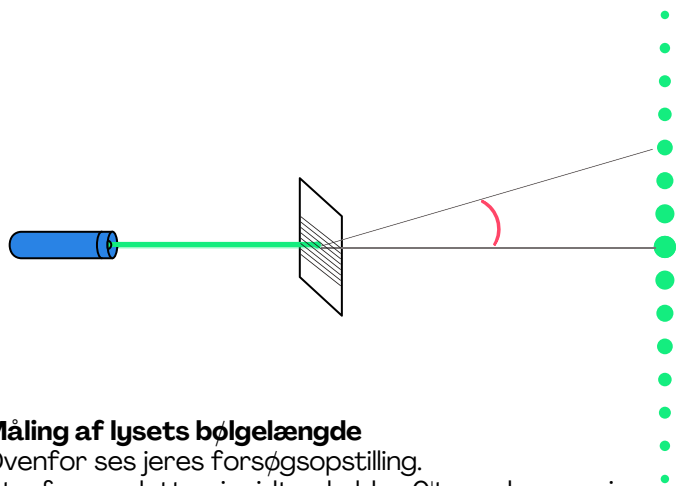
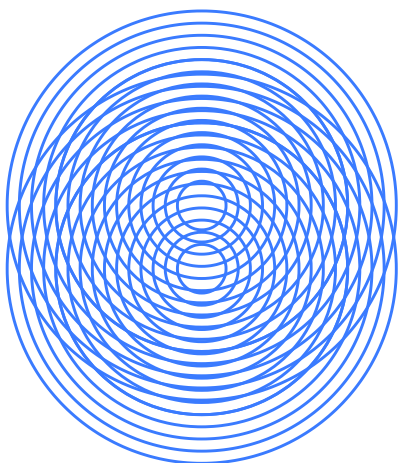
Interferens

En laser består af monokromatisk lys, hvilket vil sige, at der kun er én bølgelængde. Det handler igen om, at elektronerne springer mellem energiniveauer i de stoffer der er inde i laseren. En laser kan skabe mange ens overgange, der giver ens lysbølger, der endda "svinger i takt" og derved forstærker hinanden fordi bølgetoppene ligger oven i hinanden. Dette fænomen kaldes konstruktiv interferens.

a) Illustrer fænomenet konstruktiv interferens:

Konstruktiv interferens er også på spil nå der opstår lyspletter i gitter-laser-forsøget. En forklaring er, at lys er bølger, og pletterne er et **interferensmønster**. Ved gitteret dannes ringbølger der interfererer. Langs visse linjer er der konstruktiv interferens, hvor bølgerne forstærker hinanden og giver en kraftig lysplet. På skitsen ses to ringbølger - måske du kan ane, at der er konstruktiv interferens i visse retninger?

b) Marker steder på skitsen hvor to bølgetoppe møder hinanden.



Måling af lysets bølgelængde

Ovenfor ses jeres forsøgsopstilling. Interferenspletten i midten kaldes 0'te orden, og vi skriver $n = 0$. De to næste pletter på hver sin side af 0'te orden kaldes 1. orden, de næste 2. orden og så videre. På skitsen ses en afbøjningsvinkel for $n = 3$.

Gitterformlen nedenfor giver en sammenhæng mellem laserens bølgelængde λ , afstanden mellem linjerne (eller spalterne) d , afbøjningsvinklen v og ordenen n , for den plet man nu har valgt at kigge på. Du kan læse mere om gitterformlen (eller gitterligningen) i din fysikbog. Her vil vi blot benytte den til at bestemme bølgelængden λ .

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin(v)}{n}$$

a) Beregn afstanden d ud fra informationen på gitteret.

$d =$ _____

b) Peg laseren vinkelret på en væg og sæt gitteret foran laseren (også vinkelret).

c) Mål afbøjningsvinklerne for interferenspletterne og indfør dem i skemaet nedfor. Husk at vinklen måles helt inde fra linjen til 0'te orden, som vist på skitsen.

d) Benyt gitterformlen til at beregne bølgelængden.

n	v (målt)	λ (beregnet)

Gem jeres observationer og målinger, så I kan skrive en rapport derhjemme.

Arbejdsark - pH

Find svarene i udstillingen!

a) Hvem fandt på pH-skalaen?

b) Hvad forsker man i, der hvor pH-skalaen blev udviklet?

c) Hvilken pH-værdi har:

brun sæbe: _____

cola: _____

vand: _____

d) Hvad er en pH-indikator?

e) Skifter alle pH-indikatorer farve ved pH = 7?

f) Hvilken grøntsag kan bruges som pH-indikator?

g) Hvad kan pH-målinger bruges til?

h) Hvad er Brønsted's definition af en syre?

i) Hvordan definerede Brønsted en base?

j) Hvad er H⁺ egentlig? (hvilke elementarpartikler indgår?)

k) Koncentrationer måles i mol/L. Men hvad er en mol?

pH-beregninger

a) Hvordan ændres pH, hvis koncentrationen af H⁺ forøges 10 gange?

b) Hvordan ændres pH, hvis koncentrationen af H⁺ forøges 1000 gange?

c) Hvilken pH-værdi svarer til en koncentration af brintioner på 0,001 mol/L?

d) Hvordan kan man omskrive 0,001 til en titalspotens?

$$\text{pH} = -\log([\text{H}^+])$$

I formelen for pH tages tital-logaritmen til koncentrationen, og den er nem at finde hvis koncentrationen allerede står som en titalspotens: For eksempel kan 100 skrives 10², og når vi så tager logaritmen får vi 2 (logaritmen er den omvendte funktion til 10^x).

e) Benyt formelen for pH til at udfylde skemaet (der er også et regne eksempel i udstillingen):

[H ⁺] målt i mol/L	[H ⁺] skrevet som titalspotens	pH
1000		
1		
0,1		
	10 ⁻³	
0,00000001		
		14

Overvejelser til dit videre arbejde med pH

H_3O^+

Hvis en syre er i en opløsning med vand, vil der dannes oxoniumioner H_3O^+ , da H^+ går sammen med et vandmolekyle.

a) Opskriv en reaktionsligning for dannelsen af H_3O^+ .

b) Vand er i sig selv i en ligevægt mellem H_2O og ionerne H_3O^+ og OH^- . Opskriv en ligning for denne ligevægt.

c) Tilsvarende pH kan man også finde pOH, som beregnes ud fra koncentrationen $[OH^-]$.

Kan du regne ud hvad pOH er for vand?

Stærk eller svag?

Det kan komplicere sagen, at syrer ofte ikke er villige til at afgive alle deres H^+ -ioner til vand. Nogle syrer har tendens til at holde på dem, og disse kaldes svage syrer. Andre afgiver villigt alle H^+ -ioner og de kaldes stærke syrer. De stærke syrer er fuldt ioniserede, mens der for svage syrer har indstillet sig en ligevægt, hvor nogle H^+ går sammen med vand og andre stadig sidder på syre-molekylet. Noget tilsvarende gælder for baser.

Eksempler på stærke syrer: H_2SO_4 (svovlsyre) og HCl (saltsyre).

Eksempler på svage syrer: CH_3COOH (eddikesyre) og H_2CO_3 (kulsyre).

d) Hvad menes med en stærk syre? Forklar...

e) Kan en opløsning med en stærk syre have en pH-værdi på 6? Begrund dit svar.

Valens

Nogle molekyler har ét brintatom at afgive, mens andre har flere. Hvis der er to, kaldes syren for en divalent syre. Det betyder at koncentrationen af H^+ kan være større end koncentrationen af selve syren.

f) Hvilke af de syrer der er nævnt ovenfor, tror du er divalente syrer?