

Lys og atomet

CC Kredit: Mike Vandal Auerbach, *Atomer*, Version 1.0, 10. jan 2023

Fotoner

Det viser sig at lys er et ret kompliceret fænomen. Christiaan Huygens mente at lys er en længdebølge (analogt med lyd), mens Isaac Newton mente at lys er en strøm af partikler. Senere viste Thomas Young at lys er en tværbølge, og James Clerk Maxwell formodede at lys var en elektromagnetisk bølge, hvilket Heinrich Hertz bekræftede i 1886. Man skulle tro at det så var afgjort at lys var en bølge, men resultatet af mange eksperimenter viste at lys også kunne opføre sig som en strøm af partikler.

I en artikel i 1905 beskrev Albert Einstein hvordan lys både var en bølge og bestod af partikler; om lys er det ene eller det andet afhænger af hvilket eksperiment man udfører. De partikler lyset består af, kaldes fotoner. Energien af en enkelt foton afhænger af lysets frekvens, således at energien af en foton er:

$$E = h \cdot f$$

hvor $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ er Plancks konstant.

Idet fotonen er en lyspartikel, opfylder den også bølgeligningen for lys, $c = \lambda \cdot f$, hvor c er lysets fart. Det betyder at der må gælde den følgende sammenhæng mellem bølgelængden og energien af en foton:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Energien af en foton bliver altså mindre, jo større bølgelængden er. Det betyder at på figur 5.1 aftager energien når man går fra venstre mod højre. Radiobølger indeholder således langt mindre energi end gammastråling.

Formlen for energien kan også omskrives til en formel for bølgelængden:

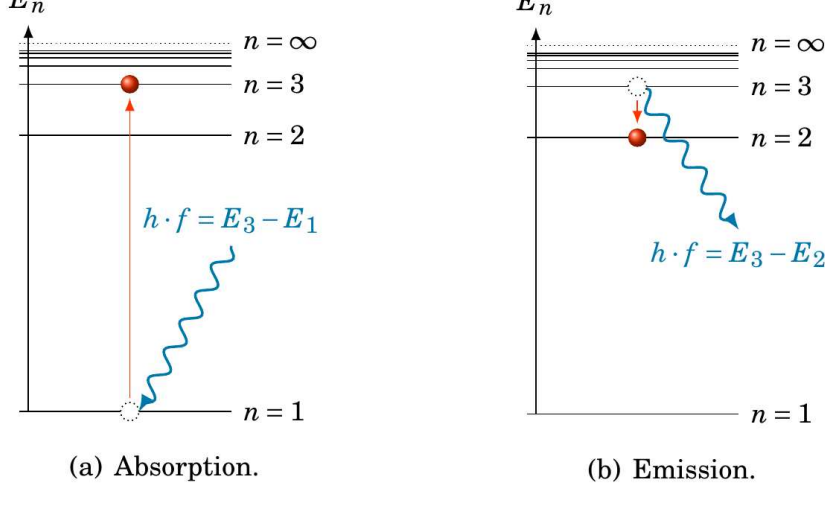
$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E}$$

Kvantespring

Tilfører man energi til en af atomets elektroner, kan man »løfte« elektronen til et niveau med en højere energi. Energien kan tilføres ved at elektronen rammes af en foton hvis energi svarer præcist til energiforskellen mellem de to energiniveauer. Elektronen vil så absorbere (optage) fotonen og herved få en højere potentiel energi, dvs. lande på et energiniveau med en højere potentiel energi. Når dette sker, altså når en eller flere af elektronerne har en højere energi end i grundtilstanden, kaldes atomet exciteret.

I et exciteret atom har en eller flere af elektronerne således mere energi end i grundtilstanden. Denne energi kan emitteres (udsendes) i form af en foton hvorved en elektron »springer« fra et højere energiniveau til et lavere. Fotonens energi svarer til energiforskellen mellem de to niveauer.

Figuren nedenfor viser hvorledes absorption og emission foregår. Ved absorption optager elektronen en foton hvorved den springer til et højere energiniveau. Fotonens energi svarer til energiforskellen mellem de energiniveauer, elektronen springer mellem. Ved emission udsendes der en foton, og elektronen springer til et niveau med en lavere energi.



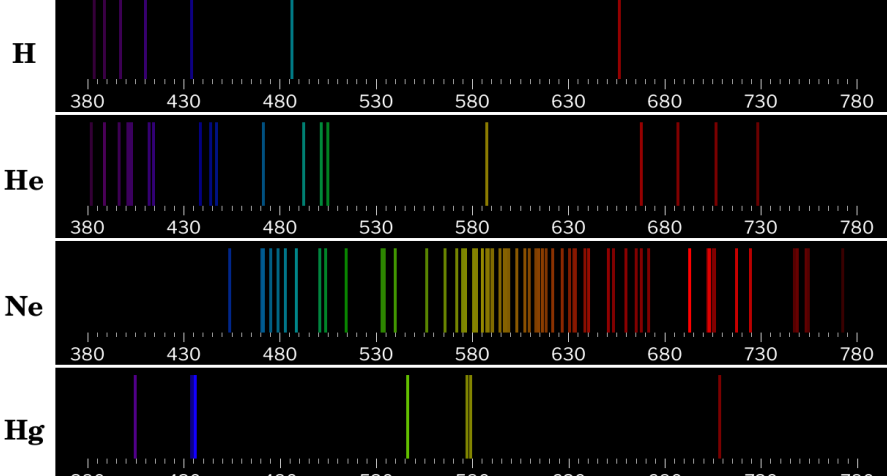
Spektrum

De fotoner der udsendes fra exciterede atomer, har energier der svarer til energiforskellen mellem to energiniveauer. Der kan altså kun udsendes fotoner der svarer til sådanne energier. Det betyder at et atom kun kan udsende lys med ganske bestemte bølgelængder, og disse bølgelængder afhænger af energiniveauerne i det enkelte atom. Idet den potentielle energi af energiniveauerne er forskellig for de forskellige grundstoffer, vil forskellige grundstoffer altså udsende lys med forskellige bølgelængder. Spektret af lys som et bestemt grundstof udsender bliver altså på en måde en slags »fingeraftryk« for dette grundstof.

En hydrogenlampe indeholder et glasrør fyldt med hydrogengas. Man får gassen til at lyse ved at sætte højspænding over glasrøret. Herved bliver atomerne i gassen exciterede og udsender lys der er karakteristisk for hydrogen. Det lyserøde lys man ser, består af en blanding af alle de synlige bølgelængder som hydrogen kan udsende.

Man kan sende lyset fra hydrogenlampen gennem et optisk gitter og på denne måde få lyset fra lampen delt ud i de enkelte bølgelængder som hydrogenatomerne udsender. Disse bølgelængder kaldes hydrogens emissionsspektrum.

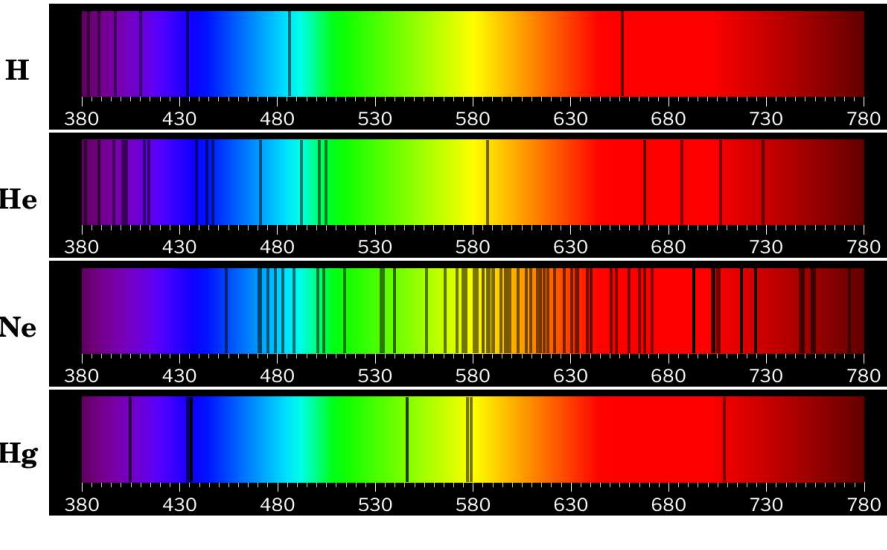
Figur 2.3 viser emissionsspektrene for de fire grundstoffer hydrogen, helium, neon og kviksølv. Som man kan se på figuren, er de fire spektre forskellige, og det betyder at man ud fra en måling af spektrallinjerne (dvs. bølgelængderne af det lys der udsendes) kan identificere de forskellige grundstoffer.



Når et atom udsender (eller absorberer) en foton, svarer fotonens energi til energiforskellen mellem de energiniveauer den springer mellem.

Lige som atomer kun kan udsende lys hvis bølgelængder svarer til helt bestemte overgange i atomet, så kan de også kun absorbere lys med disse bestemte bølgelængder. Hvis man sender hvidt lys (altså lys der indeholder alle bølgelængder) gennem en gas, vil gassens atomer absorbere helt bestemte bølgelængder. Det lys der kommer ud på den anden side, vil derfor mangle disse bølgelængder. Resultatet af dette er et absorptionsspektrum.

Figur 2.4 herunder viser absorptionsspektrene for de samme fire grundstoffer som på figur 2.3. Her kan man se at de bølgelængder der er afbildet på emissionsspektrene svarer fuldstændigt til de mørke linjer i absorptionsspektrene.



Når en gas absorberer lys, bliver gassens atomer exciterede. De vil derefter henfalde til grundtilstanden, og det absorberede lys vil blive udsendt igen. Grunden til at man overhovedet ser et absorptionsspektrum, er at det lys der udsendes fra de exciterede atomer, udsendes i vilkårlige retninger.

Dette ses illustreret på figur 2.5. Hvidt lys sendes gennem en gas, herved absorberer gassens atomer lys med helt bestemte bølgelængder. Dette lys udsendes igen, men i en vilkårlig retning. Dette fører til at disse bølgelængder vil være meget svagere i den direkte linje af det hvide lys, mens man i alle andre retninger vil kunne observere et emissionsspektrum af det lys der udsendes fra gassen.

