

## 2. Laser

### 2.1 Laserens virkemåde

I det foranstående er vist eksempler på at lys er bølger. Imidlertid kan denne bølgenatur ikke forklare alle mulige fænomener med lys. I nogle tilfælde må lys opfattes som partikler.

Dette er helt i overensstemmelse med den måde, man gennem tiderne har opfattet lys på. Nogle (f.eks. Newton) har ment, at lys var udsendelse af partikler, andre (f.eks. Huygens) har ment, at det drejede sig om bølgeudbredelse i en såkaldt æter.

Hvis en lys»bølge« rammer en overflade, vil overfladens elektroner kunne optage den energi, der er i lyset, men kun i en bestemt mængde. Denne mængde afhænger ikke af hvor kraftigt lyset er, f.eks. af hvor mange lyskilder, der er til rådighed, men afhænger udelukkende af lysets bølgelængde og derfor også af lysets frekvens. Sammenhængen kan skrives:

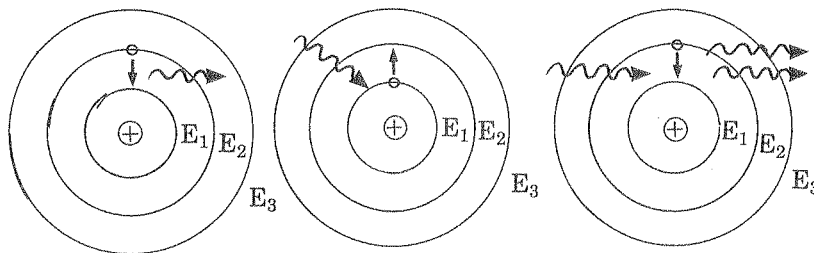
$$E = h \cdot f,$$

hvor  $E$  er energimængden,  $f$  er lysets frekvens og  $h$  er en konstant, der kaldes Plancks konstant,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s.

Har man brug for denne beskrivelse af lyset, taler man om lysets partikelnatur og bruger betegnelserne (lys)kvant eller foton om energimængden og lys»partiklen«.

På figur 29 a,b og c er vist nogle muligheder for emission (udsendelse) og absorption (optagelse) af lys (fotoner) i atomer. Atomets kerne er vist som  $\oplus$ . De mulige baner, som elektronen kan bevæge sig rundt om kernen i, er vist som cirkler. Betegnelserne  $E_1$ ,  $E_2$  og  $E_3$  er den energi, som elektronen har i den pågældende bane.  $E_1$  er den mindste energi,  $E_2$  er lidt større osv.

Elektronen er af natur indrettet, så den helst vil være i den tilstand, hvor den har mindst energi. Kun når den forstyrres, kan den lokkes til at skifte tilstand dvs til en bane, hvor den har en højere energi. Denne tilstand kaldes så en anslået tilstand. Efter en sådan forstyrrelse, vil elektronen søge at komme hurtigt tilbage til sin lavest mulige energitilstand.

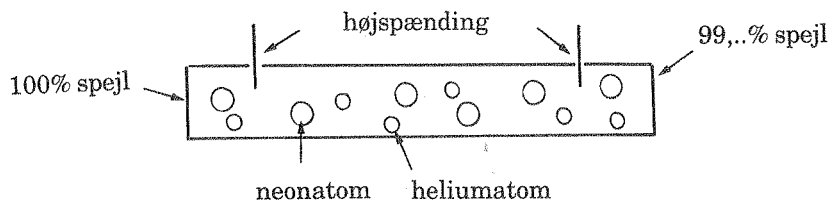


Figur 29a.  
Emission af foton.

Figur 29b.  
Absorption af foton.

Figur 29c.  
Stimuleret emission.

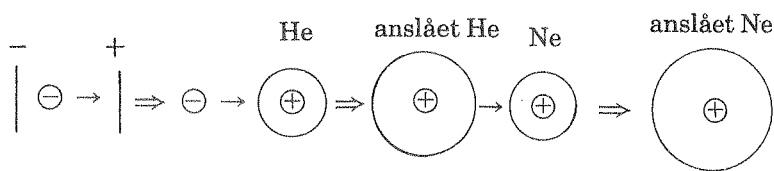
De fleste af de lasere, der findes på skoler, er af typen gaslaser dvs lyset dannes af en gas. Gassen består ofte af mere end én luftart. Mest udbredt er nok den gas, der består af helium (He) og neon (Ne).



Figur 30. Skitse af en helium-neonlaser.

Lyset fremkommer således. To elektroder stikker ind i røret (se figur 30). Mellem elektroderne er der en højspænding. Denne højspænding bevirker, at der er elektroner, der frit kan bevæge sig i rø-

ret, og som bliver accelereret. Til sidst får disse elektroner så meget fart, at de ved sammenstød med elektroner i et heliumatom kan anslå heliumatomet, dvs en af heliumatomets elektroner modtager energi fra den fri elektron ved sammenstødet og hopper ud til en bane, der ligger længere væk fra heliumkernen. Det anslåede heliumatom støder da ind i et neonatom, og anslår neonatomet. Man kalder denne situation, at lasermediet er blevet pumpet. Det er nemlig de anslåede neonatomer, som kan stimuleres til udsendelse af fotoner, og således dem, der er laserens »brændstof«. På figur 31 er dette fænomen søgt skitseret.



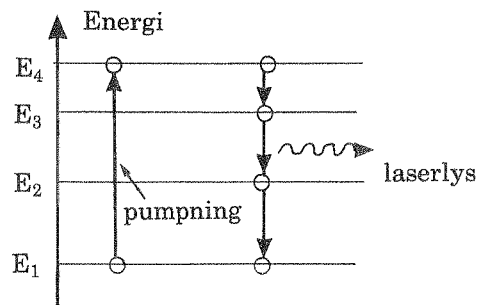
Figur 31a.

Figur 31b.

Figur 31c.

Figur 31d.

For at udsendelsen af laserlyset kan ske, dvs for at neonatomerne kan stimuleres til udsendelse af fotoner, må der være mange flere neonatomer i anslået tilstand, end i den lavere beliggende energitilstand.



Figur 32. Energitilstande i neonatomet. Der skal være mange neonatomer i  $E_3$  og få neonatomer i  $E_2$ .

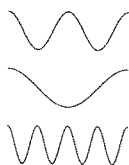
---

Ordet LASER er dannet ud fra virkemåden i laseren: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

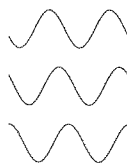
I rørets ender (se figur 30) er placeret spejle, som sørger for at de fotoner, der løber i rørets længderetning, forbliver inde i røret, hvorved lyset jo forstærkes. Det ene spejl er indrettet, så ikke alle fotoner reflekteres, og det er jo så i den ende, at laserlyset slipper ud. Afstanden mellem spejlene er nøje bestemt, så lyset hele tiden er i fase, og ikke interfererer destruktivt med hinanden. Denne del af laseren kaldes derfor en resonator.

Laserlys har nogle meget interessante egenskaber:

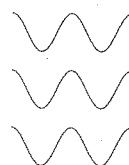
- 1) Monokromatisk lys. Monokromatisk betyder én farve – en underdrivelse i laserens tilfælde. Laserlyset er praktisk taget kun én bølgelængde, hvorimod én farve kan dække over et stort område af bølgelængder.
- 2) Kohærent lys. Kohærens betyder sammenhængende. I denne forbindelse er meningen, at lyset er i fase dvs alle bølger, der udsendes, har bølgetop samme sted.



Figur 33a.  
Ikke monokromt.



Figur 33b.  
Monokromt, men  
ikke kohærent.



Figur 33c.  
Monokromt og  
kohærent.

Laseren til skolebrug har en effekt på kun ca. 1 tusindedel watt. Til gengæld bliver denne effekt afsat på et meget lille område, man taler om at intensiteten er høj. Intensiteten er så høj, at følsomme dele af mennesket f.eks. øjets nethinde, tager varig skade, hvis laserlyset rettes herimod bl.a. pga den linse, som sidder i øjet og som koncentrerer laserlyset yderligere. Derfor må laserlyset aldrig rettes mod noget, så selve strålen eller dens spejlbillede, kan ramme øjet.