

Absorption af radioaktiv stråling¹

Når radioaktiv stråling trænger ind i et stof, afgiver den efterhånden sin energi til stoffet - strålingen *absorberes* i stoffet.

Der er flere forskellige processer, hvorved α -, β - og γ -stråling kan absorberes.

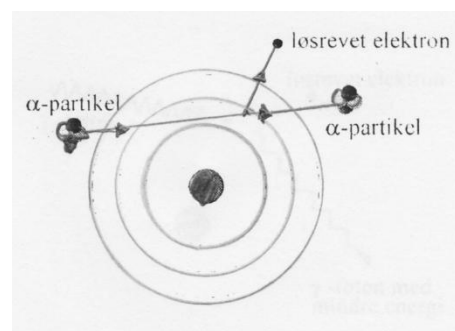
Vi vil se nærmere på de vigtigste processer.

α -stråling

En α -partikel er en heliumkerne. α -partikler bevæger sig ofte med hastigheder over 20 000 km/s. α -stråling absorberes fortrinsvis ved *ionisering*. α -partikler er meget effektive til at ionisere. De ioniserer mange atomer indenfor en kort længde, og derfor er rækkevidden kort. (Nogle få cm i luft).

Ionisering

α -partikler afgiver deres energi ved sammenstød med elektronerne i stoffets atomer. De elektroner, som bliver ramt, løsriver sig fra atomerne, som derved bliver *ioniseret*. Da en α -partikel er ca. 7000 gange så tung som en elektron, ændrer α -partiklen stort set ikke retning ved sammenstødet. Dette gør, at en α -partikel bevæger sig i en retlinet bane. En α -partikel kan ionisere langt over 100 000 atomer.



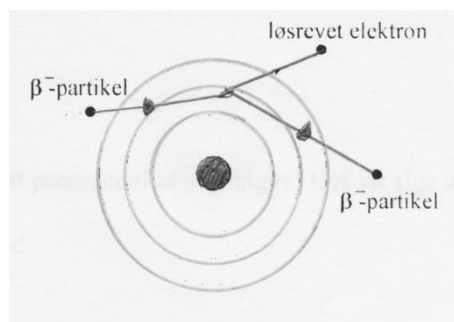
β -stråling

En β^- -partikel er en elektron, og en β^+ -partikel er en positron. En positron er elektronens antipartikel. Den har samme masse som elektronen, men er modsat ladet. β^- -partikler har ofte hastigheder på over 90% af lysets hastighed.

β^- -stråling absorberes fortrinsvis ved *ionisering* og *bremsestråling* og β^+ -stråling ved *annihilation*. β -partiklers evne til at ionisere er meget mindre end for α -partikler, og rækkevidden er derfor meget større.

Ionisering

β^- -partikler afgiver deres energi ved sammenstød med elektronerne i stoffets atomer. De elektroner, som bliver



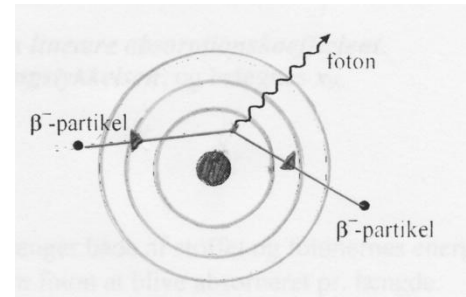
¹ Samlet fra Erik Vestergaard, Kernefysik, www.matematikfysik.dk

ramt, løsriver sig fra atomerne, som herved bliver *ioniseret*. Da en β^- -partikel har samme masse som en elektron, ændrer β^- -partiklen retning ved sammenstødet. Dette gør, at en β^- -partikel bevæger sig i en zigzagbane.

En β^- -partikel kan ionisere langt over 1000 atomer.

Bremsestråling

Når en β^- -partikel kommer tæt på en atomkerne, bliver den bremset op og afbøjet. Det betyder, at β^- -partiklen accelererer. Dette resulterer i, at den udsender elektromagnetisk stråling, som kaldes *bremsestråling*.

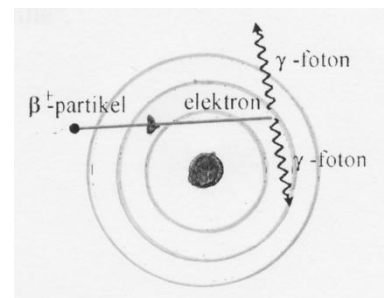


Det gælder generelt, at alle elektrisk ladede partikler, som accelereres, udsender elektromagnetisk stråling. Vi kender det fra antenner og røntgenrør.

Annihilation

Når en β^+ -partikel rammer en elektron, omdannes de to antipartikler til energi i form af to γ -fotoner. Fænomenet kaldes *annihilation* (tilintetgørelse).

Dette er et eksempel på Einsteins *energi-masse relation*.



γ -stråling

γ -stråling er fotoner (elektromagnetisk stråling) med stor energi. γ -stråling bevæger sig som al anden elektromagnetisk stråling med lysets hastighed.

γ -stråling absorberes fortrinsvis ved **fotoelektrisk effekt**, **comptonspredning** og **pardannelse**. γ -fotonernes energi afgør, hvilken proces, der er dominerende.

Rækkevidden for γ -stråling er betydeligt større end for α -partikler og β -partikler.

Fotoelektrisk effekt

Hvis γ -fotonerne har "lav energi", absorberes de ved **fotoelektrisk effekt**. Ved denne proces afgiver γ -fotonen hele sin energi og forsvinder. Energien går til at løsrive en elektron fra et af stoffets atomer- dvs. **ionisering**.

(Hvis fotonen ikke har energi nok til at **ionisere** atomet, kan den **excitere** atomet.)

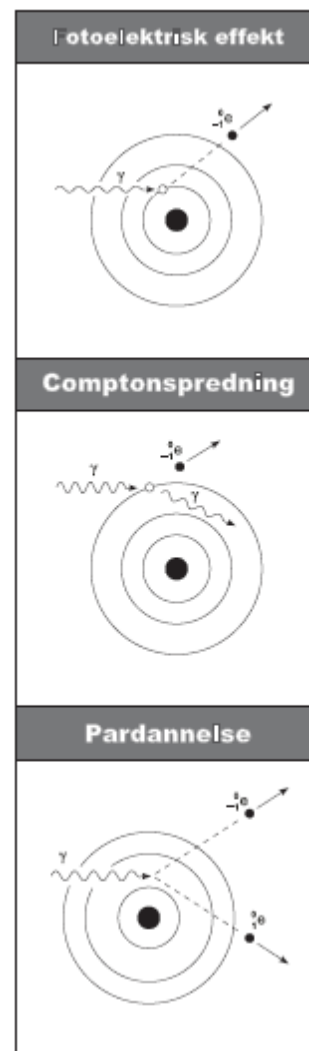
Comptonspredning

Hvis γ -fotonerne har "lidt større energi", absorberes de ved **comptonspredning**. Ved denne proces afgiver γ -fotonen en del af sin energi til at løsrive en elektron. Fotonen mister lidt energi, men fortsætter i ændret retning. På denne måde kan en γ -foton **ionisere** mange atomer.

Pardannelse

Hvis γ -fotonerne har "endnu større energi", absorberes de ved **pardannelse**. Ved denne proces omdannes γ -fotonen til en elektron og en positron. (En positron er elektronens antipartikel).

Dette er et eksempel på Einsteins **energi-masse relation**. Den mindste energi γ -fotonen skal have er 1,02 MeV. Hvis fotonen har større energi end 1,02 MeV, bliver overskuddet omsat til kinetisk energi for de to partikler.



Når γ -strålingen passerer et lag stof, absorberes der for hver mm en fast procentdel af strålingen. Det vil sige, at intensiteten ***I*** aftager eksponentielt med stoffets tykkelse ***x***.

Intensiteten ***I*** efter passage af et lag stof med tykkelsen ***x*** er givet ved (**absorptionsloven**)

$$I(x) = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

hvor ***I*₀** er intensiteten før strålingen trænger ind i stoffet, og **μ** er **den lineære absorptionskoefficient**.

Den tykkelse af et lag stof, som halverer intensiteten, kaldes **halveringstykkelsen**, og betegnes $x_{1/2}$.
Der gælder

$$x_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\mu}$$

Man kan også skrive absorptionsloven således:

$$I(x) = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{x_{1/2}}}$$

hvor $x_{1/2}$ er halveringstykkelsen.

Halveringstykkelsen $x_{1/2}$ og den lineære absorptionskoefficient μ afhænger af stoffet og fotonernes energi. Den lineære absorptionskoefficient μ angiver sandsynligheden, for en foton at blive absorberet pr. længde. Dette gælder dog kun, hvis vi ser på en længde der er ”infinitesimalt lille”.