

Atomfysik och kärnfysik

Vi ska nu titta lite närmare på vad atomer är för något och hur de ser ut inuti. Redan på 400-talet f.Kr. föreslog den grekiske filosofen **Demokritos**, att all materia består av odelbara byggstenar, som han kallade för **atomer**. Det grekiska ordet *atomos* betyder just odelbar. Idag vet vi att atomer består av ännu mindre delar, så kallade **partiklar**.

Av olika anledningar glömdes Demokritos tankar och idéer om atomer bort. Inte förrän i början av 1800-talet återkom begreppet atomer, då den engelske kemisten och fysikern **John Dalton** genom olika experiment, kunde konstatera att allt var uppbyggt av atomer.

Ungefär hundra år senare upptäckte den engelske fysikern **J.J. Thomson** elektronen.

Något senare kunde den nyzeeländsk-brittiske fysikern **Ernest Rutherford** visa med olika experiment, att atomen består av en atomkärna med elektroner, som kretsar runt kärnan.

Atomens delar

Enligt vår moderna **atommodell** är en atom uppbyggd av tre olika byggstenar, som kallas för **elementarpartiklar**. Dessa är protoner, neutroner och elektroner.

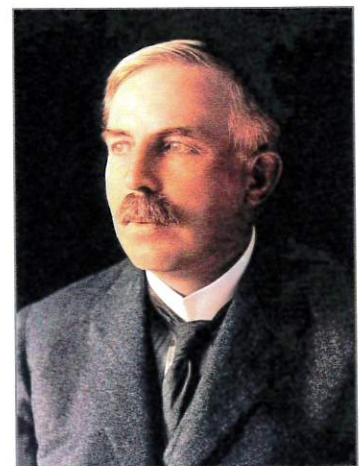
I mitten av atomen finns en positivt laddad **atomkärna**, som är omgiven av negativt laddade **elektroner**. Atomkärnan består av **protoner**, som är positivt laddade, samt **neutroner**, som är oladdade, eller neutrala.

Elektronerna finns på olika platser inuti atomen. De är placerade på olika nivåer, som kallas för **skal**. Det innersta skalet kallas K-skalet och kan högst innehålla två elektroner. Nästa skal kallas L-skalet och innehåller som mest åtta elektroner. De kommande skalerna kallas M, N, O och P och så vidare.

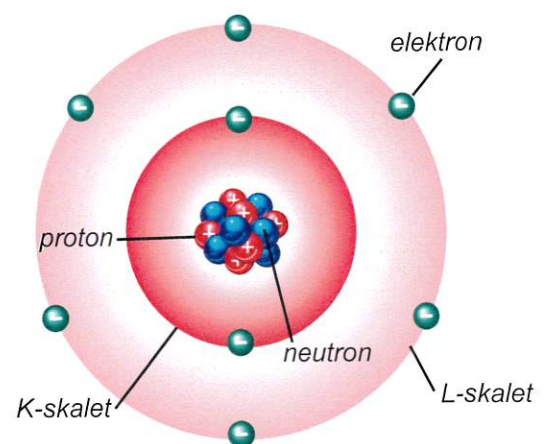
En protons laddning är lika stor, som en elektrons laddning. Eftersom en atom innehåller exakt lika många protoner som elektroner, så är atomens **laddning neutral**.



Demokritos



Ernest Rutherford



Detta är en modell av en **syreatom**. Den har åtta **protoner**, åtta **neutroner** och åtta **elektroner**. Två elektroner finns i K-skalet och sex elektroner finns i L-skalet.

Grundämne

Atomerna slår sig nästan alltid samman och bildar olika ämnen. Atomerna som har atomkärnor med **lika antal protoner**, tillhör samma **grundämne**.

Exempel på grundämne är väte, syre, kol, järn, silver och guld. Sammanlagt finns det mer än 100 olika grundämnen.

Varje grundämne har en särskild **kemisk beteckning**. På så sätt är väte lika med H, syre är O, kol är C, järn är Fe, silver är Ag och guld är Au. Alla grundämnen sorteras efter egenskaper i det **periodiska systemet**. Där är de ordnade efter atomnummer och man kan även se kemisk beteckning.

Det periodiska systemet

Joner

Atomerna har som sagt lika många protoner som elektroner och är därmed neutralt laddade. Men i vår natur har atomerna i de flesta ämnen förändrats.

Atomerna kan lätt bli av med elektroner, medan andra atomer kan ta upp elektroner. I båda fallen **ändras atomens laddning**. Sådana atomer kallas för **joner**.

En atom som har lämnat ifrån sig en eller flera elektroner blir då positivt laddad, medan en atom som har tagit upp en eller flera elektroner blir negativt laddad. Joner kan alltså vara både positivt eller negativt laddade.

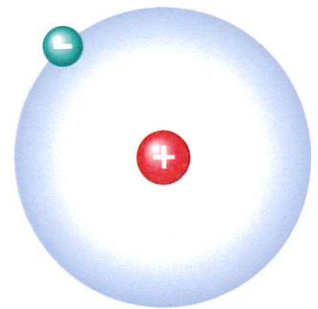
Atomens massa

En proton och en neutron väger ungefär lika mycket. De har alltså ungefär lika stor **massa**. Elektronen väger så lite, så den behöver man inte räkna med.

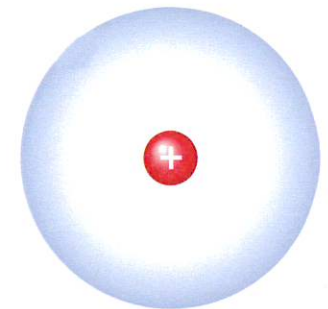
Atomnummer och masstal

Grundämnets **atomnummer** talar om hur många protoner som finns i atomkärnan. Eftersom väte har en proton, har väte atomnummer 1. Syre som har åtta protoner, har på samma sätt atomnummer 8.

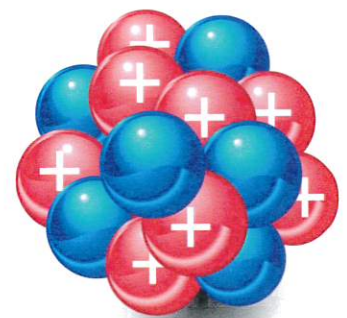
Masstalet är summan av antalet protoner och neutroner i en atomkärna. En vanlig syreatom har åtta protoner och åtta neutroner i atomkärnan. Sammanlagt har då syre 16 partiklar i kärnan. På så sätt får syre masstalet 16.



En väteatom har en proton och en elektron. Väteatomen är neutralt laddad.



Men om väteatomen tappar en elektron blir atomen positivt laddad. Det har bildats en **vätejon**.



Atomkärnan hos en **syreatom**. Syre har **atomnummer 8** och har då åtta protoner. Syre har **masstalet 16** och har då sammanlagt åtta protoner och åtta neutroner.

Isotoper

Atomer som har samma antal protoner, men olika antal neutroner i kärnan, kallas för **isotoper**. Det enklaste grundämnet väte, har normalt bara en proton i kärnan. Det kallas för **vanligt väte**.

Men det finns två varianter till av väte, som heter **deuterium** och **tritium**. Alla tre varianterna av väte har en proton i kärnan och är alltså samma grundämne.

Men deuterium har dessutom en neutron i kärnan. Tritium har två neutroner i kärnan. Därför har vanligt väte masstalet 1, medan deuterium har masstalet 2 och tritium har masstalet 3. Använder man kemiska tecken, kallas de tre varianterna ^1H , ^2H och ^3H .

Det mesta är tomrum

Förutom kärna och elektroner innehåller atomen **absolut ingenting**. Det mesta inuti atomen är alltså **tomrum**, vakuum. Forskare har räknat ut att själva atomkärnan är 30 000 gånger mindre än atomen. Elektronerna i sin tur är ännu mindre.

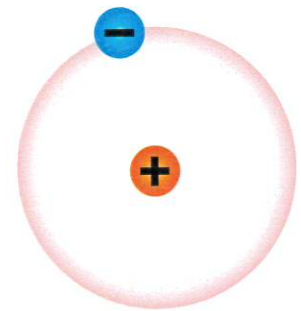
Elektroner kan hoppa mellan olika skal

Elektroner rör sig alltså i olika **skal**, som befinner sig på olika avstånd från atomkärnan. Men elektronerna sitter inte fast i sina skal. De kan nämligen **hoppa mellan olika skal**. När elektronerna gör det, kan de ta upp energi, men även skicka ut ljus.

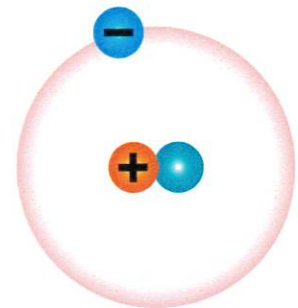
Om man **tillför** ett ämne **energi**, till exempel **värme**, kan följande inträffa. Tänk dig att du värmer en metalltråd. Efter ett tag börjar tråden att glöda och man ser att den lyser. Det som händer är, att när energi tillförs metallen, kan en elektron i ett inre skal, hoppa till ett yttre skal. Ju längre ut elektronen hoppar, desto mer energi har den fått.

Men atomen har nu kommit i **obalans**. Så fort elektronen får en möjlighet, kommer den att hoppa tillbaka till sitt ursprungliga skal. När elektronen hoppar tillbaka, gör den sig av med energi i form av ljus. Dessa ljuspartiklar kallas för **fotoner**. Det är detta ljus vi ser, när metalltråden glöder.

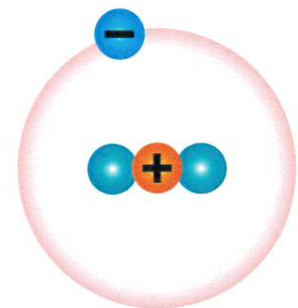
Om elektronen gör ett långt hopp tillbaka till ett skal, sänder den ut energirikt **blått ljus**. Men gör elektronen ett kort hopp tillbaka, sänder den ut energifattigt **rött ljus**.



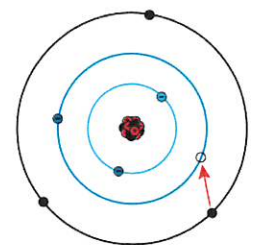
Vanligt väte har en proton i kärnan.



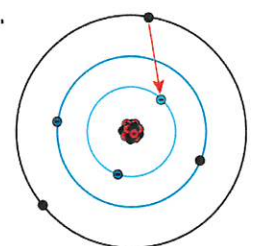
Deuterium har en proton och en neutron i kärnan.



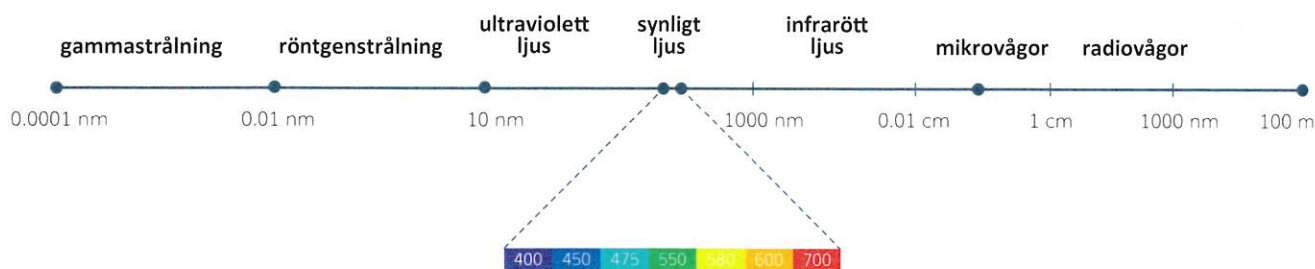
Tritium har en proton och två neutroner i kärnan.



Om elektronen gör ett kort hopp tillbaka, sänder den ut energifattigt **rött ljus**.



Om elektronen gör ett långt hopp tillbaka, sänder den ut energirikt **blått ljus**.



Elektromagnetisk strålning

När elektroner hoppar tillbaka till sina ursprungliga skal, sänds energi ut i form av **fotoner**, alltså ljuspartiklar.

Den strålning som då släpps fri från atomen, kallas för **elektromagnetisk strålning**.

Det ljus vi kan se, kallas för **synligt ljus** och innehåller färgerna rött, orange, gult, grönt, blått, indigo och violett. Men det bildas också ljus, som är **osynligt** för oss.

Om elektronhoppet är mycket korta, bildas **infrarött ljus** (IR). Infrarött ljus innehåller mindre energi än det synliga ljuset. Om elektronhoppet är mycket långa, får vi **ultraviolett ljus** (UV). Ultraviolett ljus innehåller mer energi än det synliga ljuset.

Utanför infrarött finns strålning, som innehåller ännu mindre energi. Det är bland annat **radiovågor** och **mikrovågor**, som används för att sända radio och tv-signaler, men även signaler från mobiltelefoner. Radiovågor har de **längsta våglängderna**.

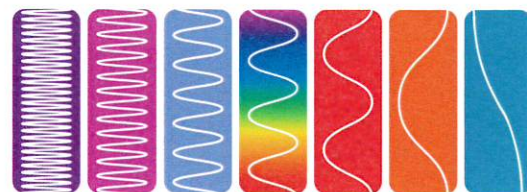
Utanför ultraviolett finns strålning, som innehåller ännu mer energi. Där finns **röntgenstrålning** och **gammastrålning**, som har de **kortaste våglängderna**. Röntgenstrålning är viktig inom sjukvården, när man vill se hur det ser ut inuti kroppen. Gammastrålning är en strålning, som sänds ut från **radioaktivt material**.

Röntgen

Röntgenstrålar har mycket hög energi. Strålarna går rakt igenom kroppens hud, muskler och fettlager. Men när strålarna träffar på skelettets stora kalciumatomer, stoppas strålarna. När man tittar på en **röntgenbild**, så ser man att där strålningen har gått fram, blir bilden svart. Men på skelettdelarna där strålarna har fastnat, blir bilden ljus och genomskinlig.



Synligt ljus innehåller färgerna rött, orange, gult, grönt, blått, indigo och violett.



Bilden visar skillnaderna i våglängd hos olika strålning inom den **elektromagnetiska strålningens spektrum**.

Från vänster gammastrålning, röntgenstrålning, ultraviolett ljus, synligt ljus, infrarött ljus, mikrovågor och radiovågor.



Röntgenstrålning används inom sjukvården när man vill titta inuti kroppen.

Kan du svara på dessa frågor?

1. En atom består av tre olika partiklar. Vilka är de och vilken laddning har de?

2. Hur många elektroner får plats i K-skalet? _____

3. Vilken laddning har en atom som helhet? _____

4. Vad är det som avgör vilket grundämne en atom tillhör? _____

5. Vad menas med joner? _____

6. Vad menas med en atoms atomnummer? _____

7. Vad menas med en atoms masstal? _____

8. Vad är en isotop? _____

9. Var finns nästan hela atomens massa? _____

10.a. Väte är det enda grundämne som har namn på sina tre isotoper. Vad heter de?

b. Vad skiljer dessa tre isotoper åt? _____

11. Hur skapar atomer ljus? _____

12. När blir ljuset blått? _____

13. När blir ljuset rött? _____

14. Vad menas med fotoner? _____

15. Vad kallas atomens strålning med ett gemensamt namn?

16. Ge exempel på strålning som vi inte kan se. _____

17. Vilken strålning innehåller mest energi? Ultraviolett ljus eller infrarött ljus?

18. Vad används röntgenstrålning till? _____

Radioaktivitet

De flesta grundämnen är **stabila** och håller ihop. Det är neutronerna i atomkärnan, som hjälper kärnan att hålla samman. Men det finns grundämnen som är **instabila**. Att ett ämne är instabilt, betyder att atomkärnan då och då **sönderfaller** i en större bit och en mindre partikel.

Du vet redan, att en atom skickar ut ljus, när elektroner byter skal. Men en atomkärna skickar också ut strålning om den sönderfaller. Ordet *radius* betyder stråle på latin. Därför har grundämnen med instabila atomkärnor, som skickar iväg strålning, fått namnet **radioaktiva ämnen**. Alla grundämnen med atomnummer större än 82 är radioaktiva.

Alfastrålning

Alfastrålning består av **alfapartiklar**.

Varje alfapartikel består av två protoner och två neutroner, vilket är detsamma som atomkärnor av grundämnet **helium**. Om en atomkärna sänder ut alfapartiklar, minskar antalet protoner och neutroner i kärnan. Då bildas ett nytt grundämne.

Betastrålning

Betastrålning består av **betapartiklar**, som är snabba **elektroner**. Men hur kan en atomkärna sända ut elektroner? I kärnan finns ju bara protoner och neutroner.

Det går till på det sättet, att en neutralt laddad neutron, omvandlas till en proton och en elektron. Elektronen skickas iväg som betastrålning, men protonen stannar kvar i atomkärnan. Antalet protoner i atomkärnan ökar då med ett och ett nytt grundämne bildas.

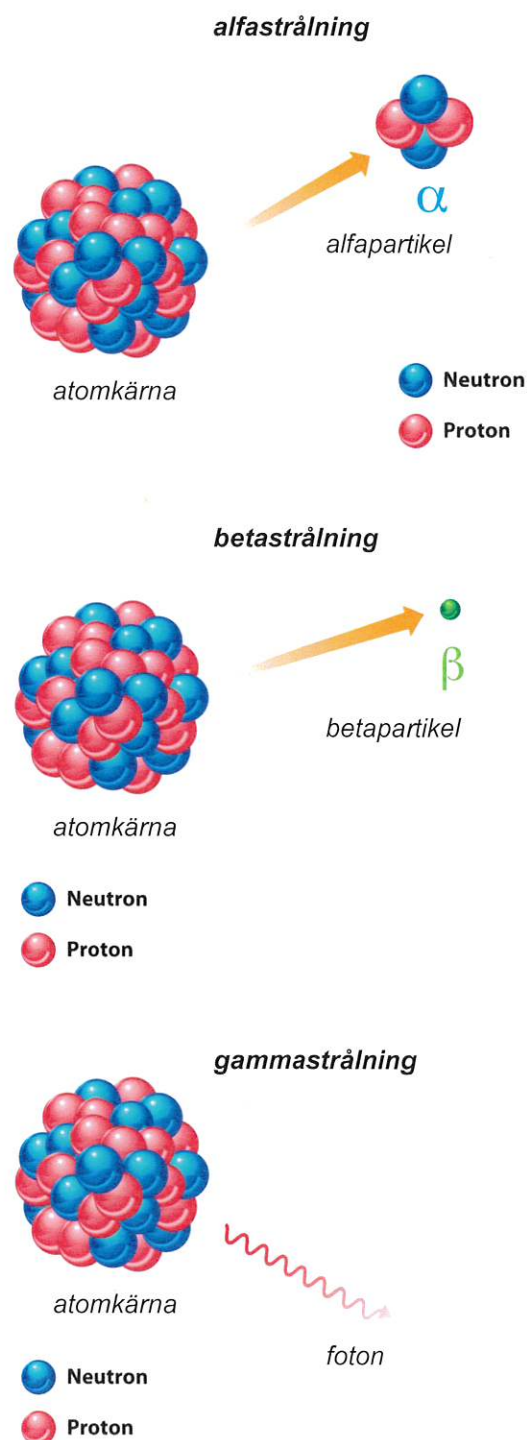
Gammastrålning

Vid både alfastrålning och betastrålning bildas **gammastrålning** samtidigt. Men gammastrålning består inte av partiklar, så som alfastrålning och betastrålning.

Gammastrålning är en **elektromagnetisk strålning**, som består av energirika **fotoner**. Gammastrålning har mycket kort våglängd och har stor förmåga att tränga igenom föremål.



Skyltar som varnar för **radioaktiva ämnen**



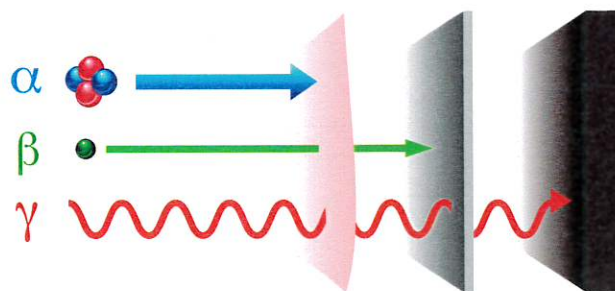
Joniserande strålning

Strålningen som sänds ut från atomkärnan är så energirik, att den kan slå bort elektroner från atomerna i de ämnen de passerar.

När elektroner slås bort, blir de atomer som träffas av strålningen **joner**.

Alltså laddade atomer. Därför kallas denna form av strålning för **joniserande strålning**.

Exempel på ämnen som sänder ut strålning är uran, plutonium, radium, radon, strontium och cesium.



Joniserad strålning når olika långt. **Alfastrålning** kan stoppas av ett tunt papper. **Betastrålning** kan stoppas av en träskiva. **Gammastrålning** tränger igenom både papper, trä och stålplåtar. För att stoppa gammastrålning behövs ett tjockt lager bly.

Strålning kan vara farlig

Träffar joniserande strålning människor och djur kan den vara skadlig. Jonerna inuti vår kropp kan bilda ämnen, som är skadliga för våra kroppar. Strålningen kan även skada våra gener, så att celler börjar dela sig okontrollerat i kroppen och då får vi **cancer**.

Hur man skyddar sig mot strålning

Alfastrålning är minst farlig. Den kan stoppas av ett tunt papper och strålningen kan inte tränga ner i huden. Däremot är det inte bra att andas in den.

Betastrålning är farligare än alfastrålning.

Den kan gå några meter i luft och den kan tränga ner en bit i huden. Strålningen stoppas av trä, glas eller plåt.

Men **gammastrålning** tränger igenom både papper, trä och stålplåtar. För att stoppa gammastrålning behövs ett tjockt lager bly.



Dosimeter

Att mäta radioaktivitet

Personer som arbetar på kärnkraftverk eller med radioaktiva ämnen måste ha rätt skyddskläder.

Ofta är dessa personer utrustade med en **dosimeter**.

Det är en apparat som innehåller en film, som visar hur mycket strålning som har skett.

På så sätt får man reda på hur stor mängd strålning en person har blivit utsatt för under en viss tid.

En annan mätare är ett **GM-rör**, eller **Geigerräknare**, som knastrar när strålning träffar mätaren.

Ju mer strålning, desto mer knastrar mätaren.

Enheten för radioaktivitet är 1 **becquerel**, vilket förkortas 1 Bq. En becquerel betyder att en atomkärna per sekund sänder ut strålning.



Geigerräknare