

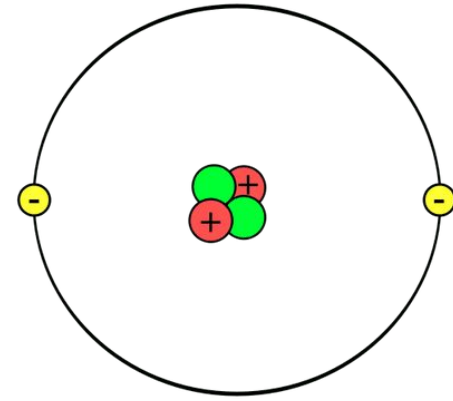
# Fysik

Atom- och kärnfysik  
Vilhelm Prytz - november 2017

# Atomen (s. 174)

- **Atomen:** minsta delen av ett grundämne, finns ungefär 100 olika sorters atomer (grundämnena). Atomet kan vara sammansatta till kemiska föreningar.
- **Elektronen:** de yttersta elektronerna i en atom ger atomen dess kemiska egenskaper. Elektriska fenomen beror på rörelsen hos elektroner.
- **Kärnan:** innehåller nästan hela atomens massa. Hög densitet (täthet). Runt kärnan snurrar elektronerna, som är negativt laddade. Kärnan är lika mycket positivt laddad, så hela atomen blir neutral.
- **Det mesta är tomrum:** det mesta i atomen är tomrum. Förutom elektroner + kärnan så är det bara tomrum.
- **Inne i atomkärnan:** består av protoner och neutroner. Protonen är positivt laddad och neutronen är neutral. Protonerna hålls ihop av en kraft som bara verkar på oerhört nära håll (kärnkraften). Därför hålls kärnan ihop även om de har lika laddning.

Antal protoner är samma tal som atomnumret (hur man ordnar i periodiska systemet)



*masstal: antal protoner + antal neutroner*

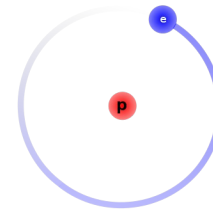
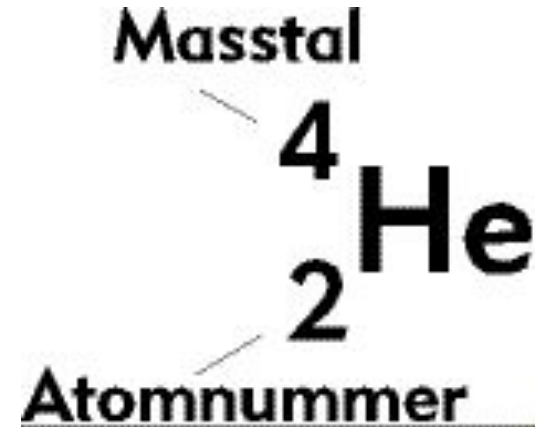
*atomnummer: antal protoner*

# Isotoper (s. 176)

- **Isotoper:**  ${}_{79}\text{Au}$  betyder att guld har 79 protoner i kärnan och atomnummer 79 i det periodiska systemet. Atomkärnan har också neutroner. Guld kan ha mellan 106 och 124 neutroner, och de två vanligaste har 116 eller 118 neutroner. Alltså finns det flera varianter av guldkärnor (isotoper). Men alla guldkärnor har samma egenskaper, de yttersta elektronerna (valenselektroner) bestämmer egenskaperna.

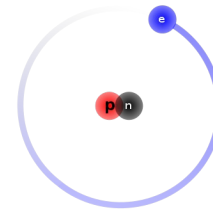
Masstalet är hur många partiklar det finns i kärnan, alltså protoner + neutroner. T.ex i guld:  $79 + 116 = 195$  eller  $79 + 118 = 197$  (två olika isotoper). Man kan nu skriva  ${}^{195}\text{Au}$  och  ${}^{197}\text{Au}$  (masstalet skrivs högst upp, och atomnumret längst ner).

I väte så finns det tre olika isotoper, en med ingen, en med en och en med två neutroner (protium, deuterium, tritium)



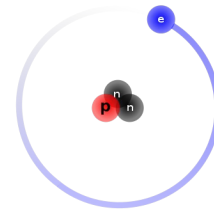
${}^1_1\text{H}$

Protium



${}^2_1\text{H}$

Deuterium



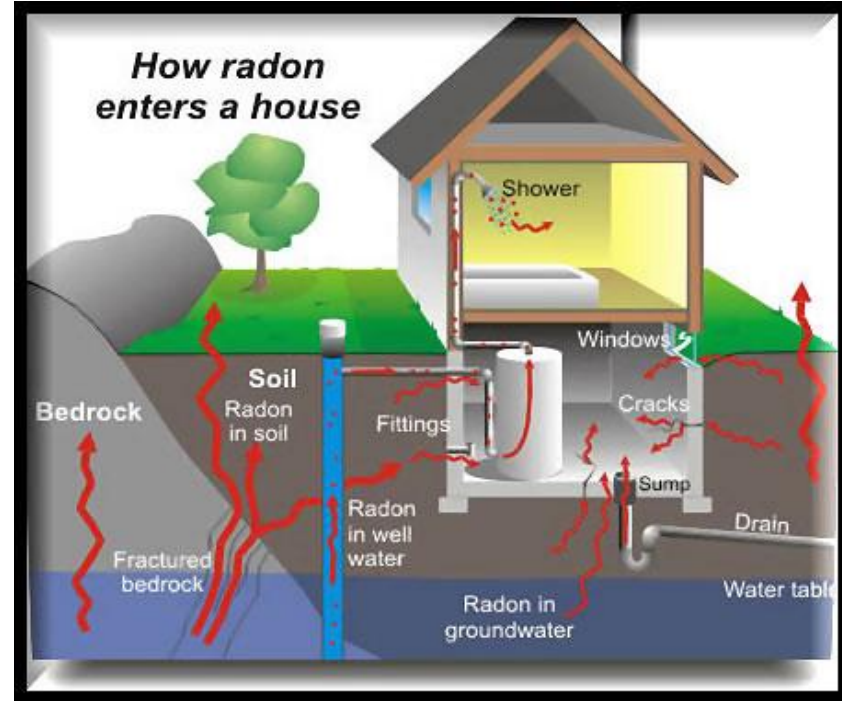
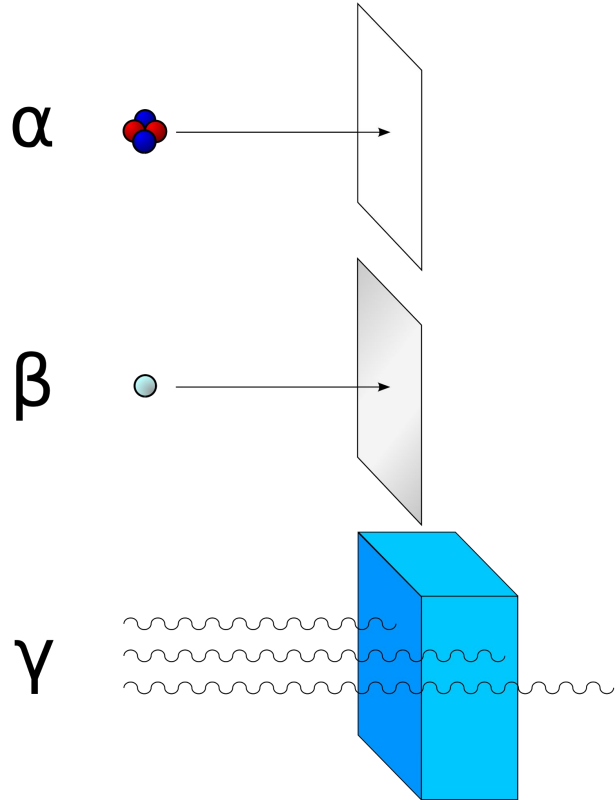
${}^3_1\text{H}$

Tritium

# Radioaktivitet (s. 178)

- **Radioaktivitet:** ett instabilt ämne betyder att atomkärnan sönderfaller då och då i en stor bit och en liten partikel. Kärnorna är då *radioaktiva*, strålningsaktiva.
- **Joniserande strålning:** när kärnan sönderfaller så stannar den stora delen kvar och den lilla partikeln far iväg med oerhörd fart. Partikeln kallas den *joniserande strålningen*. Strålningen slår sönder molekyler i våra celler och om vi träffas så kan vi skadas allvarligt. De finns tre typer av joniserande strålning: alfa-, beta- och gamma-strålning. Alfastrålning är heliumkärnor, betastrålningen är snabba elektroner och gammastrålningen är fotoner (ljus).  
När kärnan sönderfaller så är det inte samma kärna som finns kvar, d.v.s den har blivit en ny kärna.
- **Radioaktivitet används:** radioaktiva ämnen finns naturligt i vår omgivning. Strålningen används till mycket. T.ex används den till att döda cancer-celler, stoppa tillväxten av cancertumör, döda bakterier med strålning och brandvarnare använder radioaktivt ämne.
- **Radon i hus:** radon är en radioaktiv gas, som bildas i berggrunden. Radon kan med hjälp av luft och vatten komma in i husen, och dessutom användes blå lättbetong som avger betong på 1900-talet.
- **Bakgrundsstrålning:** alla träffas av joniserande strålning som kallas *bakgrundsstrålning*.

# Radioaktivitet



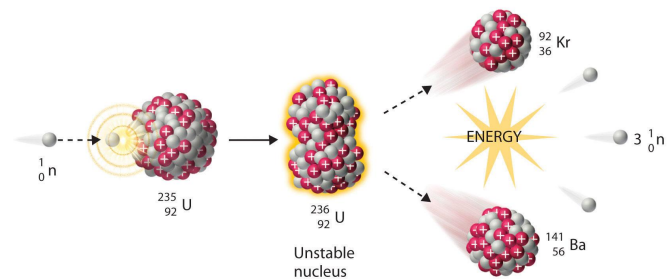
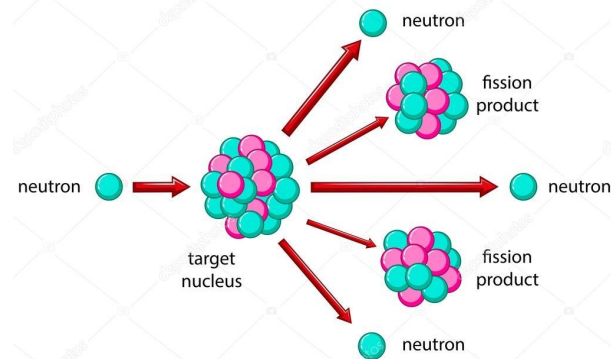
# Kärnenergi (s. 182)

- **Kärnenergi:** järnkärnan är den stabilaste av alla kärnor, tyngre kärnor kan falla sönder och lättare kan slå ihop sig utan att det går åt energi.
- **Kärnklyvning (fission):** i kärnkraftverk delar man på uran-235 atomer genom att skjuta en neutron mot kärnan. Kärnan hamnar i häftig gungning och klyvs i två mindre delar samt skjuter ut tre till neutroner. Dessa tre neutroner kan träffa andra urankärnor som i sin tur gör samma sak (kedjereaktion).

Väger man uran-235 samt de två klyvningsprodukterna + neutronerna så kommer man märka att uran-235 väger lite mer. Det är för att en del massa omvandlas till energi (värmeenergi som utnyttjas i kärnkraftverket) enligt Einsteins formel:  $E = mc^2$

$E$  är energin i joule.  $m$  är massan i kg och  $c$  är ljusets hastighet i m/s.

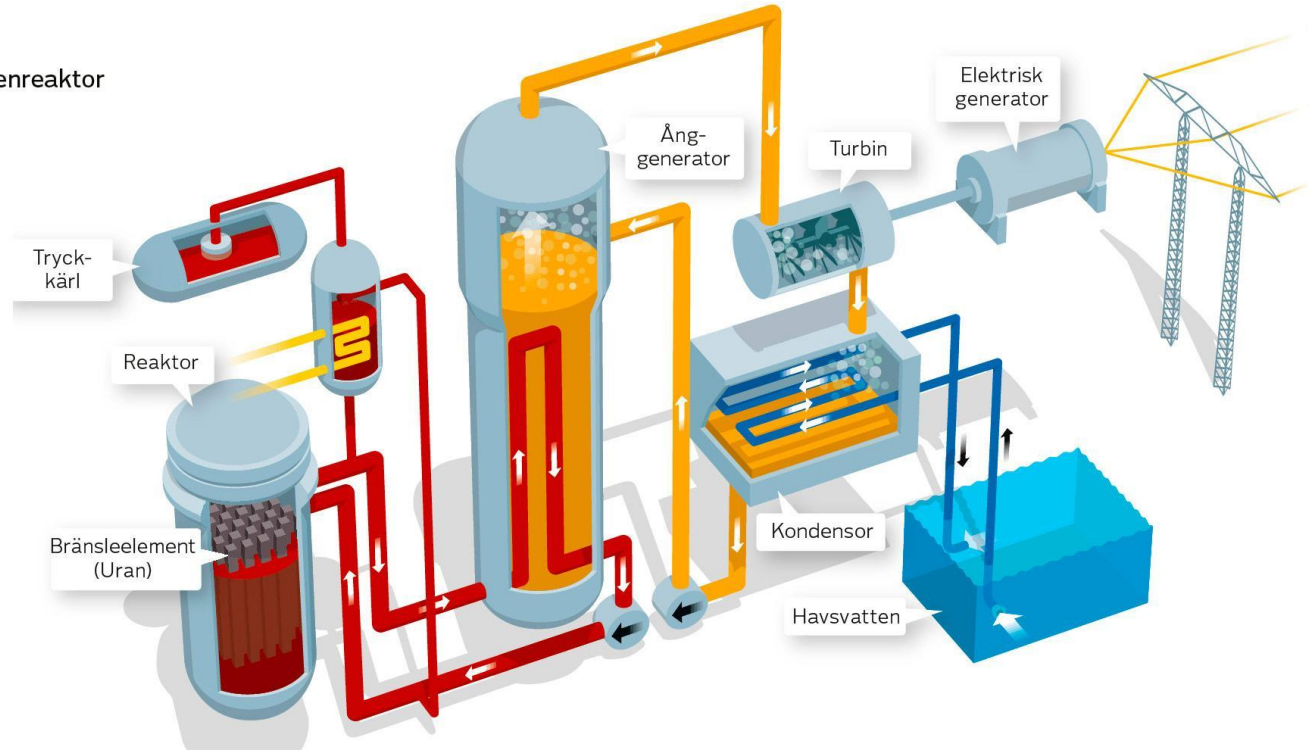
## Nuclear Fission



# Hur ett kärnkraftverk fungerar

Sida 184 - 187 skippar jag eftersom det skulle man kunna översiktligt, men ungefär så här fungerar det.

Tryckvattenreaktor



# Militär användning (s. 189)

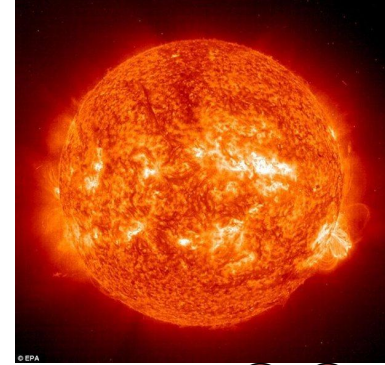
- **Militär användning:** den första atombomben fälldes över Hiroshima 1945 och dödade 90 000 människor samt skadade 60 000. Folk dör fortfarande i cancer orsakad av det radioaktiva nedfallet. Styrkan på atombomben var 13 000 ton, dvs 13 kiloton. Bomben gav omedelbara skador av tryckvågen, värmestrålningen och gammastrålningen. Neutroner som bildas vid kärnklyvningen ger också stora skador eftersom de klyver nya atomkärnor inuti människorna. Klyvningsprodukterna ger på lång sikt stora skador, eftersom de finns kvar och sönderfaller under en lång tid.
- **Kritisk massa:** det behövs en viss minsta massa för att kedjereaktionen ska sätta igång, annars hinner neutronerna fara ut ur klumpen utan att träffa nya kärnor.
- **Flytande kärnkraftverk:** kärnreaktorer finns även på militära fartyg, ubåtar och handelsfartyg.



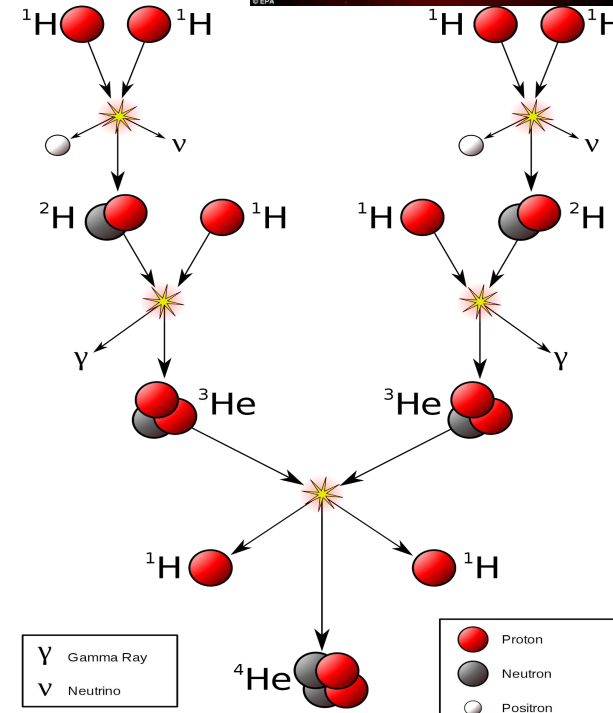


# Fusion (s. 190)

- **Fusion:** när två kärnor stöter ihop och smälter samman trots att de har samma laddning och bildar ett tyngre ämne. Fusion kräver att man tillför väldigt mycket energi (tillräckligt för att de ska smälta samman trots samma laddning). Solen är väldigt varm (flera miljoner grader) och kan tillföra mycket energi.



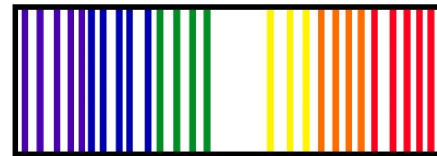
T.ex:



# Ljus från atomen (s. 191)

- **Ljus från atomen:** en upphettad gas ger ett spektrum (ljus igenom prisma) med bara vissa linjer. Dessa linjer är olika för varje gas, d.v.s varje gas ger sitt egna *linjespektrum*. Linjespektrum skulle man inte kunna tydligen?
- **En ny atommodell:** Bohrs atommodell, elektronerna kan bara finnas i vissa skal (inte mellan). Varje skal motsvaras av en energinivå. Tillför man energi så kan en elektron hoppa upp från ett inre skal (lägre energinivå) till ett yttre skal (högre energinivå). Det kallas excitering. När elektronen faller tillbaka (kallas deexcitering) så frigörs energin i form av en foton med en viss våglängd (färg).

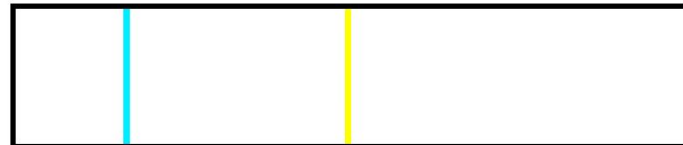
## Neon



## Väte

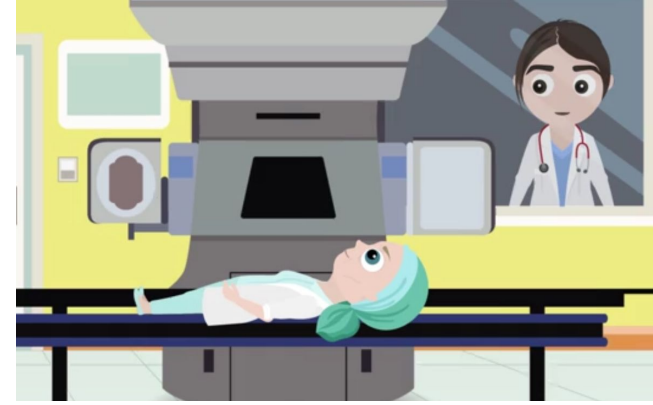


## Helium



# Strålning från atomkärnan (s. 196)

- **Radioaktivitet i sjukvården:** man har tidigt använt radium för att bekämpa cancer. Nuförtiden är man noga med att koncentrera strålningen bara på det sjuka området, men förr i tiden gjorde man inte det vilket ledde till mycket skada från strålningen. I många har man nu använt kobolt-60, vilket är en kobolt-isotop med halveringstid på 5 år. Man använder även strålning för att döda bakterier på kanyler och sprutor innan de ska användas inom sjukvården.
- **Brandvarnare:** brandvarnare har det radioaktiva ämnet americium-241. Alfa strålningen från americium slår sönder molekylerna i luften så att de blir joner. Nu när luften innehåller elektriskt laddade partiklar leden den svag ström, och om det kommer gas in i brandvarnaren så slutar strömmen gå - larmet går.



# Sönderfallsserier (s. 198-199)

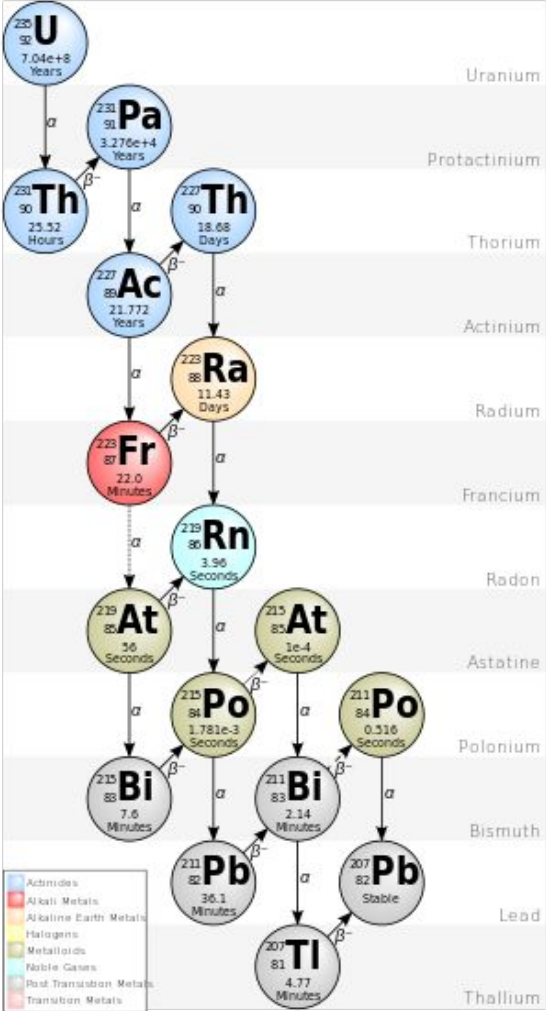
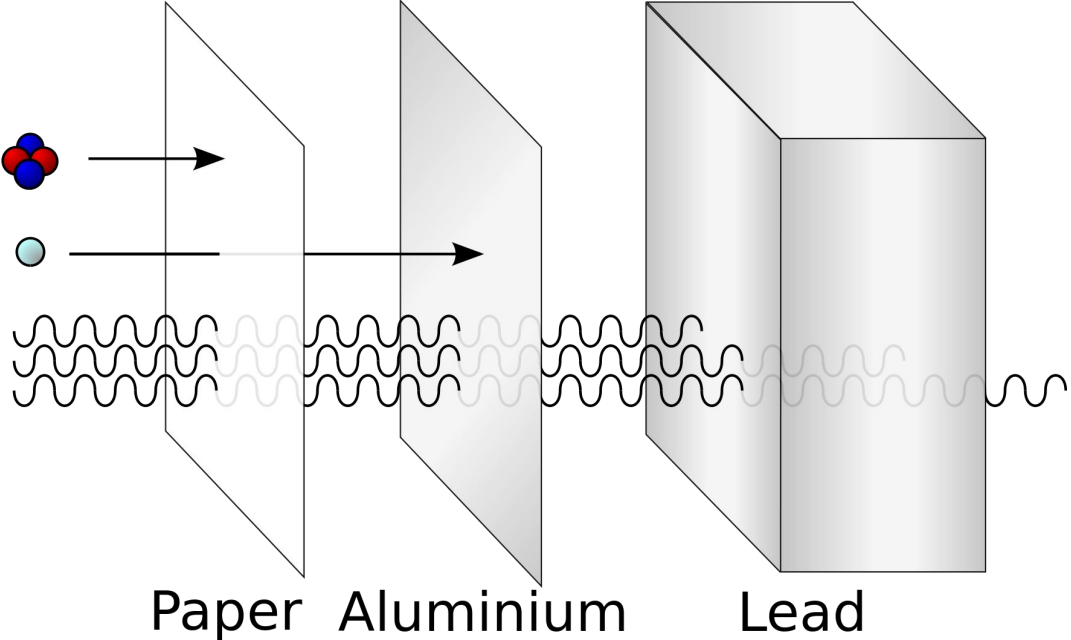
- **Alfa-sönderfall:** alfastrålning är när 2 protoner och 2 neutroner skickas ut (d.v.s en heliumkärna,  ${}^4_2\text{He}$ ). För att en kärna ska skicka ut med alfastrålning så krävs det att kärnan har ett masstal över 209. Exemplet nedan visar sönderfallet för radium, som blir radon, som blir polonium.



- **Beta-sönderfall:** en neutron i kärnan blir proton (atomnummer höjs) och en elektron bildas och skjuts ut. Stoppas av t.ex en tunn aluminiumplåt eller några cm kroppsvävnad. Exempel med bly:  
$${}_{82}^{214}\text{Pb} \rightarrow {}_{83}^{214}\text{Bi} + e^-$$
- **Gammastrålning:** foton (elektromagnetisk strålning), hög energi, från kärnan. Gammastrålning har god genomträngningsförmåga, och utnyttjas för att döda cancerceller i djupt liggande cancertumörer.
- **Sönderfallsserien börjar med uran:** första ämnet i sönderfallsserien, som sedan ger radium-226 och radon. Serien slutat sist med den stabila bly-isotopen bly-206.

# Sönderfallsserier

$\alpha$   
 $\beta$   
 $\gamma$



# Sammanfattning av Atom- och kärnfysik spektrum

• Alfastrålning består av alfapartiklar. En alfapartikel är uppbyggd av två protoner och två neutroner och är därför positivt laddad. En alfapartikel är samma sak som en heliumkärna.

• Betastrålning består av betapartiklar. En betapartikel är en elektron och är därför negativt laddad.

• Gammastrålning är samma typ av strålning som ljus. Skillnaden är att gammastrålning är mycket energirikare.

• Alfa-, beta- och gammastrålning kallas ibland gemensamt för joniserande strålning. Hälvetidstiden är den tid det tar innan hälften av antalet atomkärnor i ett radioaktivt ämne har sönderfallit.

• Aktivitet är ett mått på hur många sönderfall som sker i ett radioaktivt ämne varje sekund. Aktivitet mäts med en *geigermätare* i enheten *becquerel* (Bq).

• Radioaktiva ämnen används inom sjukvården för att diagnostisera sjukdomar, till exempel med röntgen, magnetkamera och positronkamera.


• Cancerceller är känsligare än vanliga celler för strålning. Därför används strålning vid behandling av cancerpatienter.

• Med en *dosimeter* mäter man hur mycket strålning man blivit utsatt för under en viss tid.

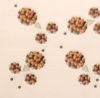
**104 Kärnenergi**

- Kärnenergi är en av flera energiformer.
- Ett grundämne kan omvandlas till ett annat genom radioaktivt sönderfall.
- Genom att beskjuta atomkärnor med till exempel en neutron kan fysikerna omvandla ett grundämne till ett annat.
- Kärnenergi kan skapas på två olika sätt, *fission* och *fusion*.
- Vid fission klyvs tunga atomkärnor och energi frigörs. Atombomber och kärnkraftverk är exempel där fission används.
- När en urankärna klyvs av en neutron frigörs två eller tre nya neutroner. De kan i sin tur klyva nya urankärnor. Det uppkommer en *kedjereaktion*.
- I en *atombomb* klyvs en oökontrollerad och det frigörs stora mängder energi. Kedjereaktionen är oökontrollerad och det frigörs stora mängder energi.
- I en *kärnkraftverk* kan man kontrollera kedjereaktionen. Kärnklyvningarna alstrar värme. Värmen används till att koka vatten. Då bildas vattenånga som används till att driva en *turbin*. Turbinen driver sedan en *generator* som ger elektrisk energi.
- Vid fusion slås lätta atomkärnor samman så att tyngre bildas och energi frigörs. I solen sker fusion när vätekärnor slås samman så att det bildas heliumkärnor.
- Både vid fission och fusion omvandlas materia till energi. Det sker enligt Einsteins berömda formel:  $E = m \cdot c^2$

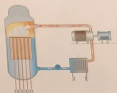
**Dosimeter**



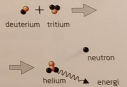
**Kedjereaktion**



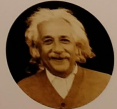
**En kärnkraftverk**



**Fusion**




**E = m · c<sup>2</sup>**



**SAMMANFATTNING**

**103 En vetenskaplig revolution**


- Vid slutet av 1800-talet kunde man beskriva kraft, smärta, lust, förtäring, elektricitet och magnetism. Fysikerna trodde det var all fysik som fanns.
- Nya experiment påbörjade på att atomerna trots allt finns, fast ingen hade tidigare kunnat visa atomernas existens i ett experiment.
- Under en kort period på cirka 30 år avslöjades atomens inre struktur med en kärna och omgivande elektroner.
- Den nya fysiken beskriver naturens inrestruktur med mätliga egenskaper som att atomernas rörelser är slumpartade.




**104 Atomens inre**

- En atom består av en positivt laddad kärna som är omgiven av negativt laddade elektroner.
- Om en atom innehåller tre eller flera elektroner, finns de i olika skikt. Skalen betecknas med bokstäverna K, L, M och så vidare.
- Atomkärnan består av *protoner* och *neutroner*. Protonen är positivt laddad och neutronen är oladdad, neutral.
- En atom är *elektriskt neutral* eftersom den innehåller lika många protoner som elektroner.
- En proton och en neutron har ungefär lika stor *massa*. Massan är ungefär 2 000 gånger så stor som massan hos en elektron.
- *Atomnumret* anger hur många protoner som atomkärnan innehåller.
- *Massstalet* anger det sammanlagda antalet protoner och neutroner.
- Varje grundämne har flera olika *isotoper*. Två isotoper av samma grundämne har lika många protoner, men olika många neutroner. Det gör att massstalet skiljer sig mellan de olika isotoperna.
- Om en atom tillförs energi, "lyfts" en eller flera elektroner ut till ett yttre skal. När elektronerna faller tillbaka utsänds den tillförda energin till exempel som ljus. Ett "långt" hopp ger ett energiriktigt ljus, till exempel blått ljus. Ett "kort" hopp ger ett energifattigt ljus, till exempel rött ljus.
- **Röntgenstrålning** uppstår då en elektron från något av de innersta skalerna slås ut ur sitt skal och ersätts med en elektron från något av de yttre skalerna. Röntgenstrålning är mycket energirik.


**Syreatom med kärna och skal**




**atomskala**




**atomer i syre**



**Röntgenbilder skapade av röntgenstrålning**



**alfasönderfall**



**alfastrålning**

**Alfasönderfall**

- Många grundämnen har isotoper med instabila atomkärnor. Sådana isotoper sägs vara *radioaktiva*.
- Om en radioaktiv isotop utsänder strålning säger man att atomen sönderfaller. Strålningen kan vara av tre olika slag: *alfastrålning*, *betastrålning* och *gammastrålning*.

# Viktiga begrepp 1

- **Atom:** minsta delen av ett grundämne.
- **Elektron:** yttersta elektronerna som ger ämnena deras kemiska egenskaper.
- **Kärnkraften/kärnenergi:** den 'starka kärnkraften' håller ihop neutronerna och protonerna i atomkärnan. Kärnan är instabil när kärnkraften inte kan hålla ihop kärnan. Vid fusion och fission och även vid radioaktiva sönderfallet så är det kärnenergi som frigörs.
- **Atomnummer:** antal protoner i ämnet. T.ex:  ${}_{79}\text{Au}$  har 79 protoner, d.v.s atomnummer 79.
- **Masstal:** antal neutroner och protoner i kärnan. T.ex:  ${}^{195}\text{Au}$  har masstalet 195.
- **Isotoper:** varianter av samma ämne, isotoper. De har samma atomnummer, men olika masstal (olika mängd neutroner). Isotoperna har precis samma kemiska egenskaper, så isotoper påverkar inte ämnets kemiska kunskaper.
- **Radioaktivitet:** att ett ämne är instabilt. Atomkärnorna då och då faller sönder i en stor bit och en liten partikel.
- **Joniserande strålning:** namn för radioaktiv strålning. Slår sönder molekyler. Finns alfa-, beta- och gamma-strålning.

# Viktiga begrepp 2

- **Kärnklyvning/fission:** när man klyver en kärna i två lättare kärnor. Man skjuter neutron mot kärnan, kärnan hamnar i gungning och klyvs till två mindre kärnor (klyvningsprodukter), neutroner och energi.  $E = mc^2$  (energi, massa, hastighet)
- **Fusion:** motsats till fission (typ). När två kärnor stöter ihop och smälter samman trots att de har samma laddning och bildar ett tyngre ämne. Fusion kräver att man tillför väldigt mycket energi (för att de ska smälta samman trots samma laddning), tex i sol
- **Bohrs atommodell:** elektronerna snurrar runt kärnan. Elektronerna kan bara finnas på banor på vissa bestämda avstånd från atomkärnan (energinivåer). Tillför man energi kan elektronen hoppa ut ett skal.
- **Alfastrålning:** 2 protoner och 2 neutroner, alltså en heliumkärna (He).
- **Betastrålning:** en neutron blir en proton, och en elektron bildas och skjuts ut. Längre räckvidd än alfastrålning.
- **Gammastrålning:** en foton som skjuts ut (hög energi, elektromagnetisk strålning).
- **Halveringstid:** hur lång tid det tar för det radioaktiva ämnet att halveras.