

# Fission och fusion

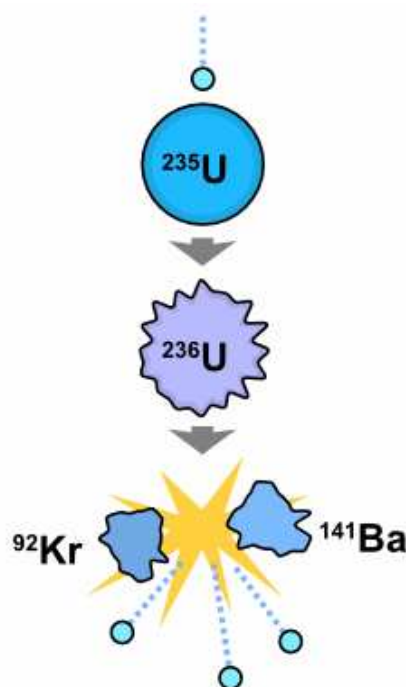
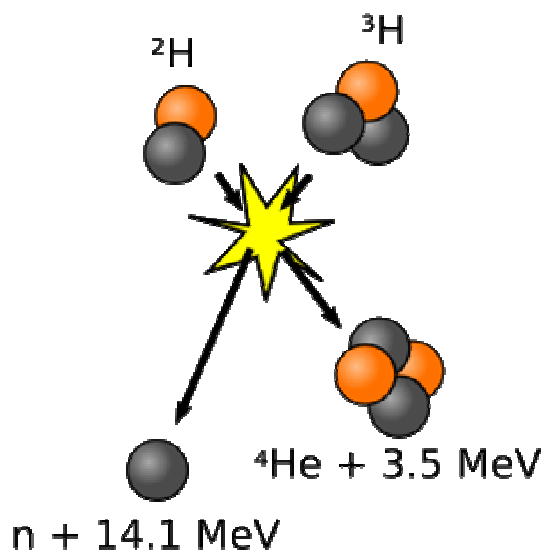
*- från reaktion till reaktor*

## *Fission och fusion*

Fission, eller kärnklyvning, är en process där en tung atomkärna delas i två eller fler mindre kärnor som kallas fissionsprodukter och i de allra flesta fall någon eller några biprodukter. Dessa biprodukter kan vara fria neutroner, gammastrålar, betapartiklar (fria elektroner) eller alfapartiklar (heliumkärnor). Fission av tunga ämnen är en så kallad exotermisk reaktion, vilket betyder att energi avges under reaktionen. I en fissionsreaktion avges denna energi både som gammastrålning och som värme i materialet där fissionen äger rum.

Fission används för att producera energi i kärnkraftverk och för att driva explosionen i kärnvapen. Fission är användbart som kraftkälla eftersom vissa material, som kallas kärnbränsle, både genererar fria neutroner under kärnreaktionen och reagerar med neutroner för att undergå en ny kärnklyvning. Dessa kärnbränslen kan användas i reaktorer där de undergår en kontrollerad kedjereaktion för att producera energi eller i kärnvapen där kedjereaktionen är mycket snabb och explosionsartad.

Mängden energi som finns att tillgå i kärnbränsle är miljontals gånger större än den energi som finns i en liknande mängd bränsle som till exempel bensin. Detta gör att kärnklyvning är en väldigt bra energikälla. Det som talar emot fission är att avfallet från reaktionen är mycket radioaktivt och fortsätter att vara det i årtusenden vilket ger problem med förvaring av dessa avfallsprodukter. Också risken för katastrofer som de vid Three Mile Island och Tjernobyl har gett upphov till politiska debatter om kärnkraftens fortsatta existens.



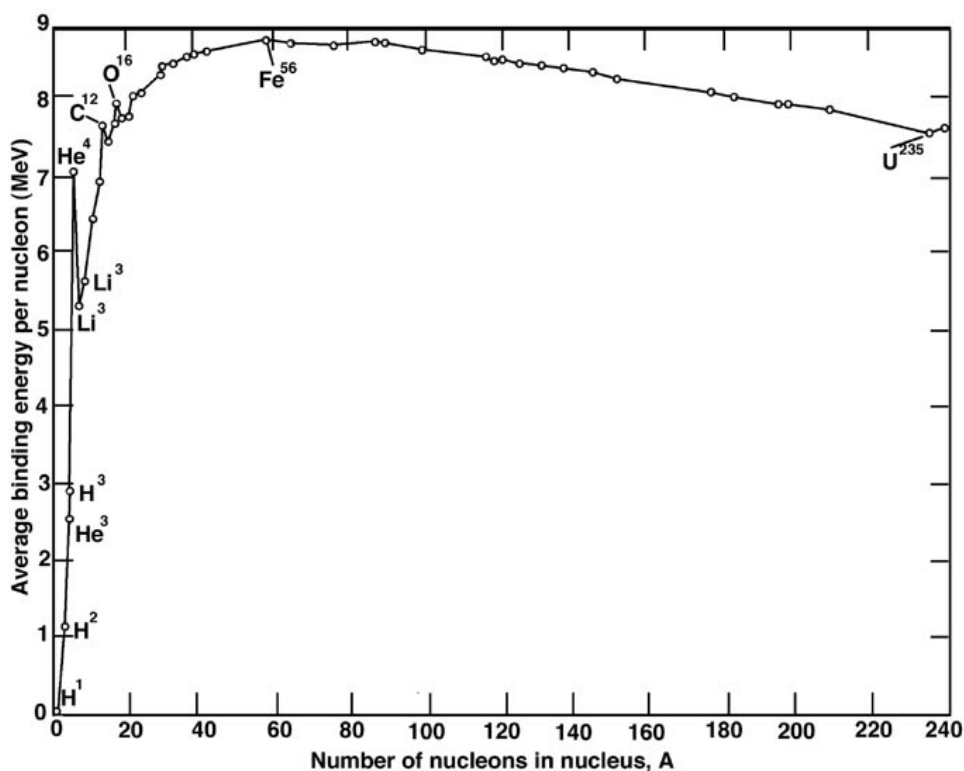
*Ovan visas schematiska bilder av en fusionsreaktion till vänster och en fissionsreaktion till höger.*

Fusion är motsatsen till fission, där man slår samman två lätta kärnor för att bilda en tyngre. Om dessa kärnor är tillräckligt lätta, till exempel väte, kommer energi att avges under reaktionen. Järn- och nickelkärnor har de största bindningsenergierna av alla atomkärnor och är därför de mest stabila. En fusion av kärnor som är lättare än dessa två ämnen kommer i regel att vara exotermisk, det vill säga avge energi, emedan en fusion av kärnor som är tyngre kommer att vara endotermisk, vilket betyder att reaktionen absorberar energi.

## Massdefekt

Bindningsenergi är den energi som krävs för att plocka isär ett system till separata delar. Ett bundet system har lägre potentiell energi än dess delar, vilket också är anledningen till att systemet håller samman. På grund av detta måste det bundna systemets massa vara mindre än summan av komponenternas massor. Det är denna skillnad mellan massor som kallas massdefekt.

Bindningsenergin varierar mellan olika kärnor. Bland de lättare elementen tenderar bindningsenergin att öka med ökande antal partiklar, det vill säga protoner och neutroner, i kärnan. Detta är på grund av den starka kraften som binder samman kärnans delar. Bindningsenergin når sitt maximum vid järn och nickel och börjar därefter avta på grund av de elektromagnetiska repellerande krafterna mellan protonerna som här börjar få en större inverkan. Att det blir ett maximum på kurvan beror på att den starka kraften har en kortare räckvidd än den elektromagnetiska kraften, som i och med att kärnorna ökar i storlek får större betydelse.



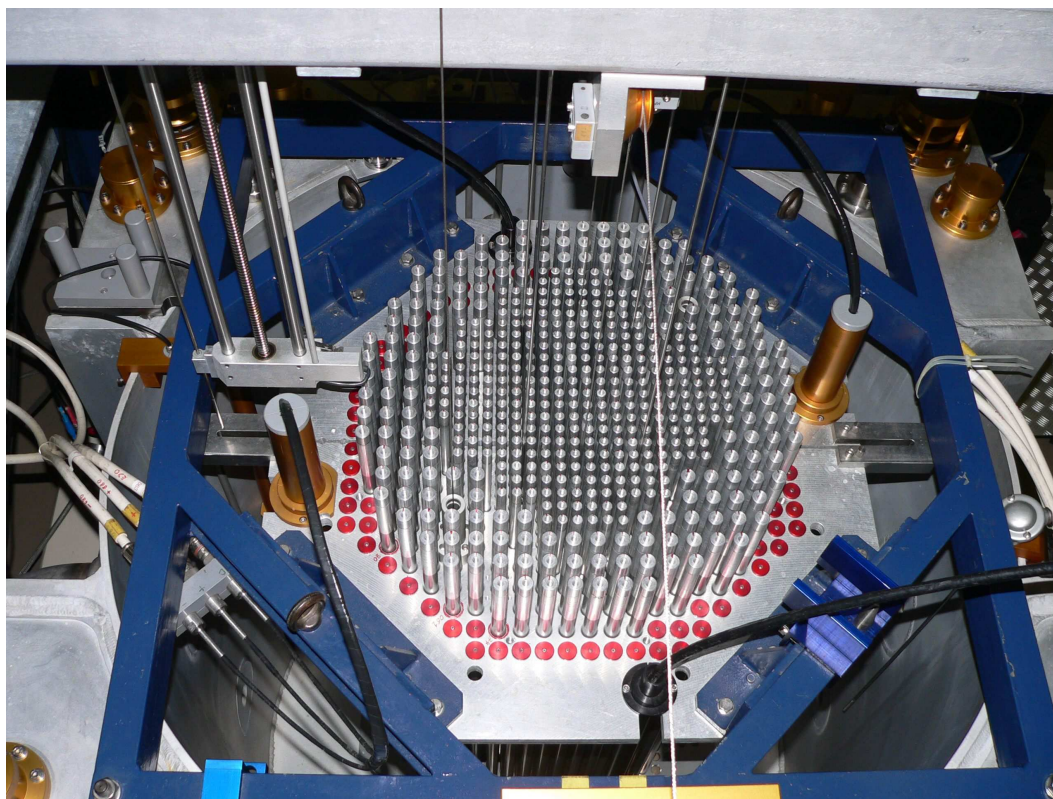
Grafen visar hur bindningsenergierna varierar med antalet partiklar i kärnan.

På kurvan över bindningsenergierna kan man se att man vinner energi genom den "förlorade" massan genom att slå ihop element lättare än järn eller att klyva kärnor tyngre än järn. Det man vinner i energi genom denna "förlust" av massa kan beräknas med Einsteins berömda formel  $E = mc^2$ .

## *Reaktorer*

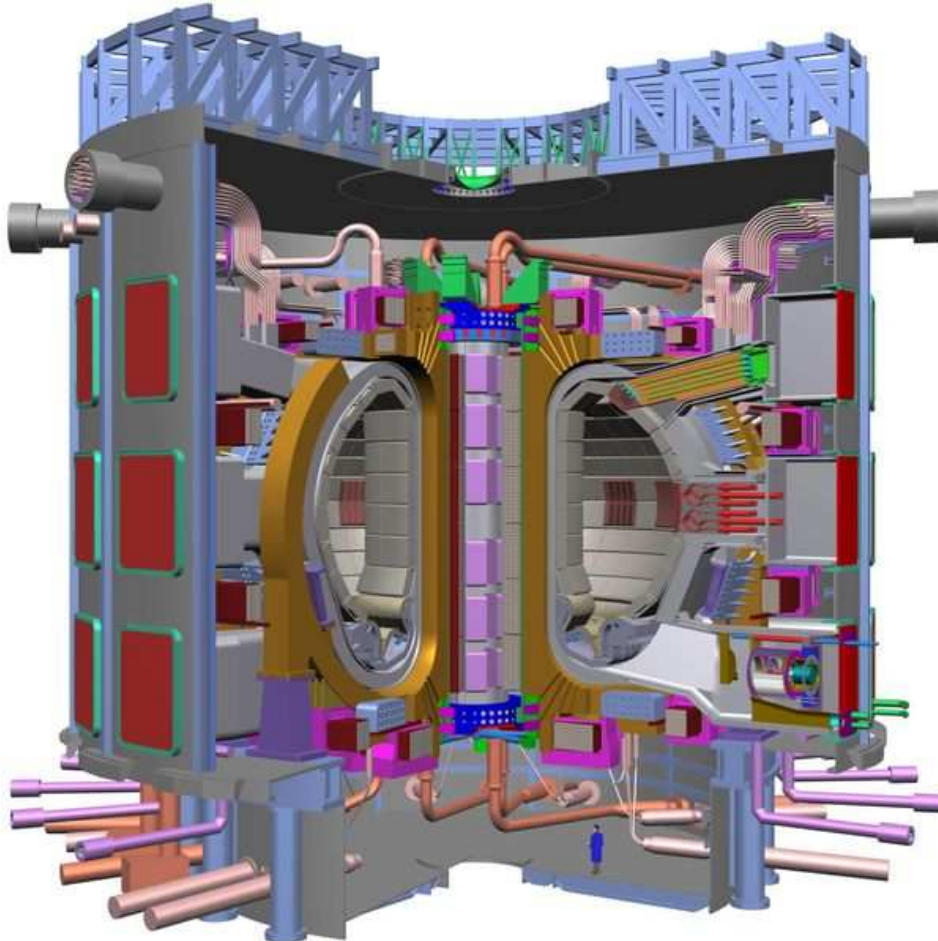
En kärnreaktor är en anordning i vilken en kärnreaktion kontrolleras och hålls tyglad i motsats till ett kärnvapen, där kedjereaktionen sker under bråkdelen av en sekund under helt okontrollerade former. Alla kommersiella reaktorer för energiproduktion är fissionsreaktorer, och de flesta av dessa är så kallade termiska reaktorer. Dessa använder långsamma eller termiska neutroner för att klyva uranet vilket utgör kärnbränslet. I dessa reaktorer finns moderatorer, vilka retarderar de snabba neutroner som avges vid fissionen för att dessa på nytt skall orsaka en kärnklyvning. Anledningen till att neutronerna bör vara långsamma är att uran-235, vilket är det vanligaste kärnbränslet, har betydligt större chans att reagera med dessa.

Reaktorn innehåller förutom moderatormaterial, vilket oftast är vatten eller grafit, också kärnbränsle och rör som innehåller det medium som värms av reaktorn. Detta är inneslutet i material som skyddar utsidan från strålning. El produceras genom att leda bort det värmda mediet, vanligtvis vatten, från reaktorhärden till en turbin där ångan från det kokande vattnet driver en elgenerator via turbinen.



*En småskalig fissionsreaktorhård för experiment.*

I en fusionsreaktor är målet att med hjälp av starka magnetiska fält hålla plasma, det vill säga joniserad gas, i jämviktsläge i reaktorn. Idag finns inga kommersiella fusionsreaktorer, men vissa experter menar att det kommer att finnas sådana inom 30 år. Den ledande designkandidaten för dessa framtida reaktorer är den så kallade tokamak-reaktorn, vilket är en munkformad reaktor. Fördelen med fusion är att inga långvarigt radioaktiva slaggprodukter bildas, inga föroreningar bildas och att det finns ett i princip obegränsat bränsleförråd.



*En fusionsreaktor av tokamak-modell. Denna reaktor kallas ITER och är fortfarande på planeringsstadiet. Den kommer att byggas i södra Frankrike och beräknas kosta ca 10 miljarder euro under dess beräknade livslängd på 30 år.*