

Materia & naturens krafter 13.

Gravitationskraften

Riktad in mot objektets centrum
verkar på alla avstånd

$$\text{gravitationskraft} = \text{konstant} \cdot \frac{\text{massa 1} \cdot \text{massa 2}}{\text{avstånd}^2}$$

$$\Rightarrow F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

→ samma för måne
& fallande äpple

Den elektromagnetiska kraften

Coulombs lag: $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$

$$k = 9.0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

kan vara repellerande & attraherande

Magnetiska krafter

Laddad partikel böjs av åt olika håll mot magnetfält
beroende på laddning

Elektromagnetiska krafter

Elektriska & magnetiska krafter har
samma ursprung

Då elektriska laddningar är i rörelse (kan vara i atom)

⇒ elektriska & magnetiska krafter

Den starka kraften

Håller ihop atomkärnan
- Avtar fort utanför kärnan

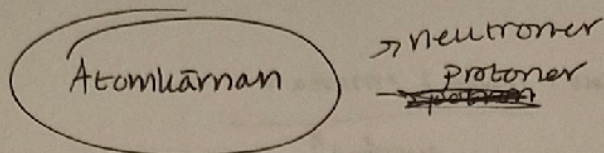
Den svaga växelverkan

Styr omvandlingar av partiklar

"den svaga kraften"

Materiens inre

Ernest Rutherford: Kom fram till att liten positiv kärna
i runt den elektronerna.
"Guldfolieexperimentet" m. alfa-partiklar



Ljusets dubbelnatur

- Ljuset har vågegenskaper
- sker böjning efter smalåbrymmen
- Frekvens = vågtoppar/s $\Rightarrow$ Hertz (Hz)
- Våglängd = avstånd mellan 2 toppar

Ljus kommer strövat i energiportioner $\rightarrow$ fotoner

Kortare våglängd = mer fotonenergi

1 atom kan endast ta upp en foton i taget

$\rightarrow$ Ljus m. kort våglängd kan ge fotoelektrisk effekt, vilket ej m. lång våglängd kan

Kvantmekanik

- Elektroner åker inte i banor
- $\rightarrow$ Kan ej säga läge o hastighet samtidigt då den har en våglängd.

För att se

Den utsondrade partikeln måste ha en våglängd som är mindre än partikeln man vill undersöka

Mindre objekt kräver högre partikelenergi

Acceleratorer

Accelererar partiklar för att de ska få högre energi
Partiklar får passera hög spänning

CERN är exempel

Nukleoners sammansättning

Består av kvarkar
Kvarkar har bråkdelsladdning

d-kvarkar & u-kvarkar bygger upp protoner & neutroner

$u = +\frac{2}{3}e$ ← protonens laddning

$d = -\frac{1}{3}e$

Är sammansatta av tre kvarkar

Standardmodellen

- Beskriver alla processer förknippade med elektromagnetisk, stark & svag kraft

! Gravitationen omfattas ej

2 sorters partiklar

+ Higgs-partikeln

↓
dess växelverkan m. andra partiklar ger dem massa

→ materipartiklar
→ Materie

→ förmedlarpartiklar
→ krafter

är kvarkar & leptoner

Antimateria + materia = båda slagen annihileras (försvinner)

Den mörka materian

→ sänder ut strålning

- Osynlig & finns i universum

- Tung & oladdad

5-6 x densitet för vanlig materia

Atomens kärna

- Typ hela atommassan

Proton : massa : $1,00728 \text{ u}$

Neutronen : $1,00866 \text{ u}$

protoner & neutroner kallas nukleoner = massstal (A)

Protonantal (Z) = atomnummer

Nuklidmassa inkluderar elektroner

Bindningsenergi = energi som krävs för att frigöra nukleoner

$$= \Delta m \cdot 931,49 \text{ MeV}$$

↓
massdefekt

Kärnornas stabilitet

1 stabil kärna är nukleonerna hårt bundna

⇒ bindningsenergi & massdefekt är stor

⇒ låg massa/nukleon = stabil

⇒ hög bindningsenergi/nukleon = stabil

Energi frigörs då tunga kärnor klyvs (fission)

& lätta kärnor slås samman (fusion)

Radioaktivitet

* instabila kärnor

• Sänder ut energi för att nå lägre energitillstånd

↳ energi avges i form av strålning

Strålningen är ofta joniserande → slår bort elektroner

Strålningstyper

α -strålning: Positivt laddad joniserar mest

β -strålning: ± går lätt genom papper

γ -strålning: Neutral & mkt genomträngande

Alfastrålning

Är en heliumkärna
($2p^+ + 2n$)

+2 e

Betastrålning

$$\beta^- \quad n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$$

$$\beta^+ \quad p \rightarrow n + e^+ + \nu$$

e^+

* positron

* Elektronens antipartikel & lika stor massa

Krävs energi för $p \rightarrow n$ (kan bara ske naturligt i vissa kärnor)

Neutrino

Betapartikelarnas energi varierar

↳ neutrino får också energi

Är liten, oladdad & masslös

betecknas ν & $\bar{\nu}$ ← antipartikel

Fotonen & gammastrålning

- Ljuspartiklar m. mult energi

- Ger mindre energi, men samma nulleid

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

↑
fotonens energi

↑
 $6,6 \cdot 10^{-34}$

← ljusets hastighet
← våglängd

Matematisk beskrivning av sönderfall

Sönderfall sker slumpmässigt

Aktiviteten A i ett preparat m. N kärnor:

$$\frac{N_{\text{efter}} - N_{\text{före}}}{\Delta t}$$

$\downarrow$
 $t_{\text{efter}} - t_{\text{före}}$

ΔN är alltid negativt

Aktiviteten mäts i Bq (sönderfall/s)

Aktiviteten är proportionell mot N

Halveringstid

• $A = \lambda N$

Avtar exponentiellt

Halveringstid är hur lång tid det tar för

$1/2 N$ att sönderfalla $\Rightarrow$ även aktiviteten halveras

För enskild partikel utgör $T_{1/2}$ mått på hur länge partikeln förväntas leva

Naturlig radioaktivitet

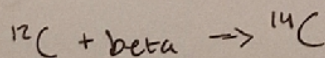
- Kosmisk strålning från rymden
 $\Rightarrow$ joniserar atomer i atmosfären
 $\Rightarrow$ kol-14 bildas

Bakgrundsstrålning

$\nwarrow$
Kosmisk strålning
av fotoner

$\rightarrow$ Summan av all joniserande
strålning på var ort

Kol-14



Kalium-40

B-sönderfall
finns i vävnader

Kärnenergi

Fission "kärnluckning"

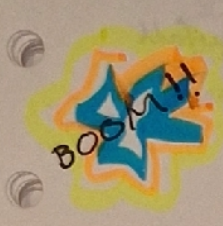
Tung kärna splittras till två lättare kärnor

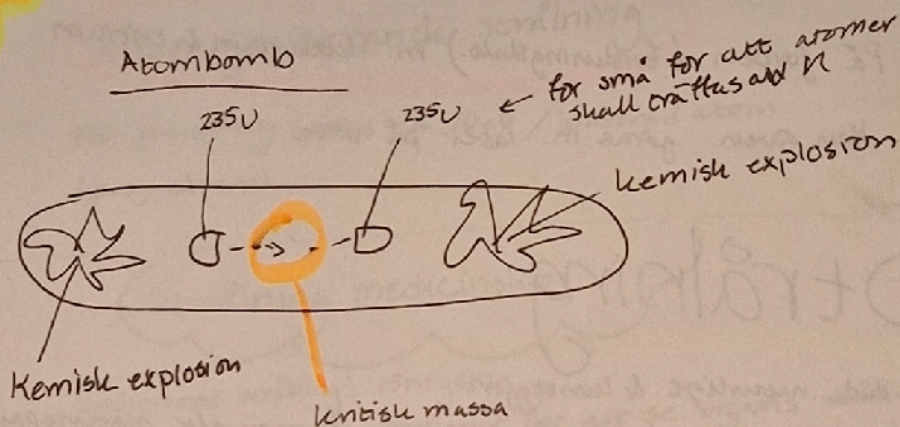
=> massa/nukleon minskar vilket betyder att bindningsenergi frigjorts & omvandlats till annan energiform (strålning etc)

Fission kan spontant ske elr också m. neutroninfångning

Vid luckning frigörs ofta neutroner.

=> kedjereaktion där neutroner träffar andra atomer

 Kedjereaktion är kontrollerad i kraftverk & okontrollerad i atombomb



Kärnreaktorer

Endas ^{235}U llyvs (naturligt 0,7% $\Rightarrow$ 2-3% ^{anrikning})

^{235}U tar upp termiska neutroner
↳ låg energi

För att sänka energi används stoppande vatten.

Styrstavar absorberar n för att kontrollera förloppet

=> frigjord energi förångar vatten osv.

Av ^{238}U bildas efter åtskilliga sönderfall α -strålaren plutonium m. mkt lång halveringstid

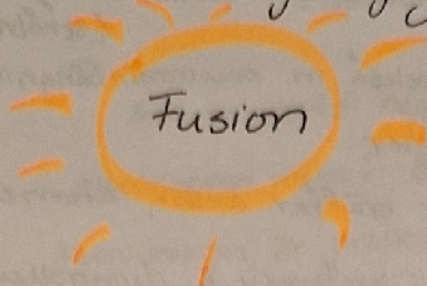
Aufbatter

Finns mlte uran kvar. (ca hälften av ^{235}U)

↳ Vattenbassänger

↳ mellanlager

↳ långtidslagring



2 lättare - tyngre

→ utvinner energi

→ energiomvandling på solen

+ enkelt att hitta bränsle

+ ej långlivat radioaktivt avfall

- Kräver mlte hög temp

På jorden (forskningslab.) m. deuterium & tritium

Kan även göras m. laser på vate

Strålning

Både naturligt & konstgjort

Strålning = energi i rörelse, buren av fotoner elr materipartiklar

Joniserande strålning

→ Strålning som skapar joner

γ
β
α

Neutroner kan störa ut p^+

Jonisering av atomer i vävnad ger effekter
⇒ ex cellskador

Celler som delar sig snabbt är mer känsliga

↳ Strålskador hos foster större risk

Joniserande strålning ökar risk för cancer

↳ ge muterade arvsanlag

Absorberad dos

Absorberad strålningsenergi av viss mängd materia
SI-enhet: J/kg kallas 1 Gy (gray)

Ekvivalent dos

- Hur ~~mycket~~ ^{biologiskt} ~~skadligt~~ påverkas

Multiplikerar Absorberad dos med strålningsviktfaكتور

Enhet: J/kg kallas Sv (sievert)

Effektiv dos = stråldos

- Risk för kroppsliga skador (dåliga organ är dåliga känsliga)
enhet: Sv

Ikke-joniserande strålning

För jonisering krävs ca 10 eV / joniserad atom
ljus, el osv.

Strålning medicinskt

Joniserande strålning i röntgen

Använda radioaktiva preparat för att se organs aktivitet

Laserstrålning tumörer

Joniserande strålning mot cancer