

**BIT 390 – Energifysikk**  
**Regneøvelser høsten 2011.**

**Oppgavesett 8 til 20.10 2011**

OPPGAVE 24:

Naturlig uran består hovedsakelig av 99.27 % av isotopen  $^{238}\text{U}$  med halveringstid  $4.46 \cdot 10^9$  år og 0.72 % av den spaltbare isotopen  $^{235}\text{U}$ , med halveringstid  $7.04 \cdot 10^8$  år.

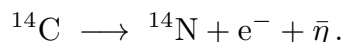
- Finne levetiden og desintegrasjonskonstanten for de to isotopene.
- Hva var de relative mengdene av de to isotopene da Jorden ble dannet for 4.56 milliarder år siden?

OPPGAVE 25:

- Angi protontallet og nøytrontallet til karbon-isotopen  $^{14}\text{C}$ . Hva er parringsparameteren  $\delta$  for denne kjernen? (se punkt 6 i avsnitt 4.2 i læreboken).
- Finne massen,  $M_N$  (i enheten  $\text{MeV}/c^2$ ), til kjernen  $^{14}\text{C}$  ut fra den semiempiriske masseformelen (se lign. (4.1) og (4.2) i læreboken). Protonmassen er  $m_p = 938.272 \text{ MeV}/c^2$ , nøytronmassen  $m_n = 939.565 \text{ MeV}/c^2$ .
- Finne bindingsenergien per nukleon,  $B(A, Z)$ , for denne kjernen.
- Massen  $M_N$  du har funnet er massen til kjernen alene. Finne massen,  $M$ , til det nøytrale  $^{14}\text{C}$ -atomet. Elektronmassen er  $m_e = 0.5110 \text{ MeV}/c^2$ . Angi svaret i atomære masseenheter,  $u = 931.494 \text{ MeV}/c^2$  ( $= 1.661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ).
- Det er vanlig å angi massen til radioaktive isotoper ved *masseoverskuddet*, som er definert som differensen  $\Delta = M - Au$  (oftest i enheten  $\text{MeV}/c^2$ ). Finne  $\Delta$  for  $^{14}\text{C}$ . Sammenligne svaret med den målte verdien  $\Delta = 3.0 \text{ MeV}/c^2$ .

Isotopen  $^{14}\text{C}$  er radioaktiv, og henfaller ved  $\beta$ -desintegrasjon til  $^{14}\text{N}$ .

- Angi protontallet og nøytrontallet for  $^{14}\text{N}$ , og angi parringsparameteren  $\delta$ ?
- Finne massen til kjernen  $^{14}\text{N}$  (i enheten  $\text{MeV}/c^2$ ) ut fra den semiempiriske masseformelen.
- Finne  $Q$ -verdien til desintegrasjonen basert på de massene du har funnet ( $\bar{\eta}$  er et antinøytrino).



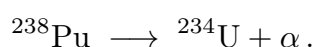
- Hva er den maksimale og den minimale energien  $\beta$ -partikkelen (elektronet) kan få i denne prosessen?

### OPPGAVE 26:

For romsonder som skal undersøke de ytre deler av solsystemet er det et problem at solstrålingen blir så svak at solceller blir en upraktisk energikilde.

- a) Når romsonden *New Horizons* når frem til Pluto 14. juli 2015, vil Pluto være 31.9 AU fra Solen.  $1 \text{ AU} = 149.6 \cdot 10^9 \text{ m}$  (astronomisk enhet) er Jordens middellavstand fra Solen, Hva er solarkonstanten ved Pluto på dette tidspunktet? Solarkonstanten ved Jorda er  $S = 1366 \text{ W/m}^2$ . Synes solenergi å være en praktisk energikilde for denne sonden?

Som energikilde for slike romsonder benyttes i stedet termoelektriske generatorer basert på radioaktive isotoper. En mye brukt radioisotop for slike formål er plutonium-238,  $^{238}\text{Pu}$ . Denne isotopen sender ut  $\alpha$ -partikler og har en halveringstid  $T_{\frac{1}{2}} = 87.7 \text{ år}$ :



Datterkjernen  $^{234}\text{U}$  har en halveringstid på 240 000 år, og kan derfor betraktes som stabil i denne sammenhengen. Vi minner om at  $1 \text{ år} = 31.56 \cdot 10^6 \text{ s}$ .

- b) Finn middellevetiden  $\tau$  og desintegrasjonskonstanten  $\lambda$  for  $^{238}\text{Pu}$ .
- c)  $Q$ -verdien til denne prosessen er  $Q = 5.59 \text{ MeV}$ . Finn varmeutviklingen fra 1 kg rent  $^{238}\text{Pu}$ . Med tilstrekkelig nøyaktighet kan du regne atommassen som  $\mu \approx A \text{ g/mol} = A \text{ kg/kmol}$ . Hvor stor elektrisk effekt gir dette, hvis virkningsgraden for det termoelektriske elementet er  $\eta = 7\%$ ?