



Månadens problem – NOVEMBER 2015



Radioaktiva preparat för skolbruk. Bild från Alega (shop.alega.se).

Nobelpriset i fysik 2015 går till Takaaki Kajita och Arthur McDonald för att de visat att en neutrino kan oscillera mellan tre olika identiteter; den kan vara elektronneutrino, myonneutrino eller tauneutrino. Detta medför att neutrinon måste ha massa, vilken är så liten att man hittills inte kunnat mäta den¹. Neutrino är en av komponenterna i betasönderfallet vilket inspirerade till följande problem.

Preparaten för gammastrålning på en skola är 15 år gamla. Aktiviteten på preparaten angavs då till $10 \mu\text{Ci}$.

(a) Beräkna den nuvarande aktiviteten. Ange svaret i enheten Bq.

Den radioaktiva isotopen i preparaten är Cs-137, vilken sönderfaller med betastrålning.

(b) Beräkna den största rörelseenergi som elektronen kan få vid betasönderfallet. Ange svaret i MeV och med tre värdesiffror.

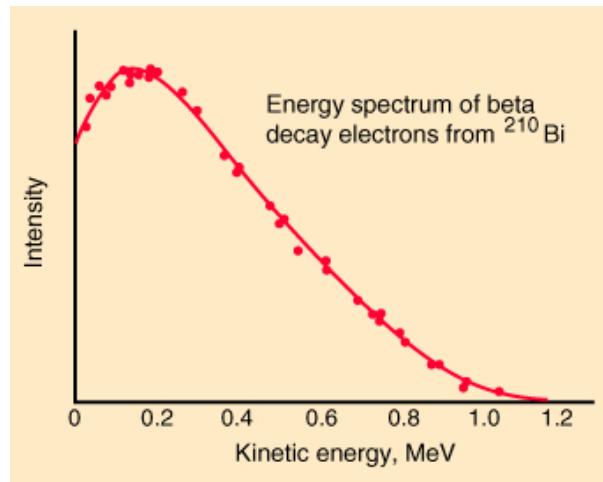
När cesium sönderfaller bildas barium. Vid 94,6% av betasönderfallen skickas det även ut en energirik foton. Det är aktiviteten för denna gammastrålning som angavs för preparatet.

(c) Hur många gram barium finns nu minst i preparatet?

Vid betasönderfallet fördelas den frigjorda energin mellan elektronen och antielectronneutrino och blir rörelseenergi hos dessa partiklar. Om man mäter elektronens

¹ www.nobelprize.org

rörelseenergi vid en stor mängd sönderfall och gör ett histogram av resultaten så får man något som liknar bilden nedan.



Elektronens energispektrum vid betasönderfall i Bi-210. Figur från <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/nuclear/beta2.html>.

Det teoretiska uttrycket som beskriver detta ges av:

$$N(E_k) = C \cdot \sqrt{E_k^2 + 2E_k m_e c^2} \cdot (Q - E_k)^2 \cdot (E_k + m_e c^2)$$

där N är intensiteten på y -axeln i figuren, C är en konstant, E_k är elektronernas rörelseenergi, m_e är elektronens massa, Q är den frigjorda energin och c är ljusets hastighet².

(d) Bestäm grafiskt eller numeriskt vilken rörelseenergi elektronen oftast får vid betasönderfallet i Cs-137 enligt denna formel.

²Här bortser vi från Fermifunktionen $F(Z', E_k)$ vilken tar hänsyn till elektronens växelverkan med dotterkärnans övriga elektroner.