



Månadens problem – NOVEMBER 2015

Lösningsförslag

$T_{1/2}$	30,08 år
m_{Cs}	136,907089 u
m_{Ba}	136,905827 u
E_γ	0,661659 MeV

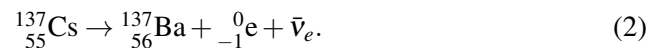
Figur 1. Data från IAEA:s hemsida (<https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>).

(a) 1 Ci är lika med $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq, så 10 μ Ci är 0,37 MBq. Aktiviteten ges av

$$A = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} = 0,37 \text{ MBq} \cdot 2^{-\frac{15}{30,17}} = 0,26 \text{ MBq.} \quad (1)$$

Svar: 0,26 MBq.

(b) Reaktionen är



Vid reaktionen omvandlas en del av massan till energi, enligt Einsteins berömda formel, $E = mc^2$. Massan som omvandlats är

$$m_{Cs} - m_{Ba} = 0,001262 \text{ u.} \quad (3)$$

För att beräkna hur mycket energi det är så använder vi att 1 u motsvarar 931,49 MeV.

$$E = 0,001262 \cdot 931,49 \text{ MeV} = 1,18 \text{ MeV} \quad (4)$$

Svar: Den största rörelseenergin elektronen kan få är 1,18 MeV.

(c) Aktiviteten angavs bara för gammasönderfallet¹. Ursprungliga aktiviteten för betasönderfallet blir då

$$A_\beta = \frac{A_\gamma}{0,946} = \frac{0,37 \text{ MBq}}{0,946} = 0,39 \text{ MBq} \quad (5)$$

¹Det som faktiskt anges är totala aktiviteten, dvs summan av aktiviteterna för betasönderfallen och gammasönderfallen, enligt Alega.

På samma sätt kan man beräkna att aktiviteten för betasönderfallet idag är 0,28 MBq. Antalet moderkärnor är kopplat till aktiviteten enligt

$$A = \lambda N = \frac{N \ln 2}{T_{1/2}} \Rightarrow N = \frac{AT_{1/2}}{\ln 2} \quad (6)$$

där λ är sönderfallskonstanten. Med hjälp av detta kan vi räkna ut hur många cesiumkärnor som fanns för 15 år sedan och hur många som finns nu, och beräkna skillnaden.

$$N_{Ba} = -\Delta N_{Cs} = 5,37 \cdot 10^{14} - 3,80 \cdot 10^{14} = 1,57 \cdot 10^{14} \text{ bariumatomer} \quad (7)$$

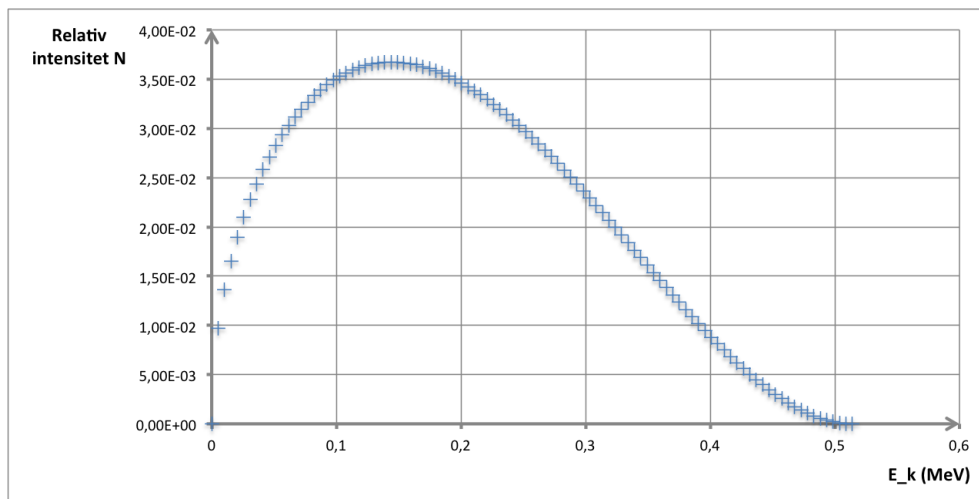
Bariumatomernas massa blir

$$M_{Ba} = N_{Ba} \cdot m_{Ba} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg/u} = 36 \cdot 10^{-12} \text{ kg} = 36 \text{ ng} \quad (8)$$

Det finns antagligen mer barium än så i preparatet.

Svar: Minst 36 ng barium

(d) De flesta sönderfallen sker till den exciterade nivån i Ba-137. Gammafotonens energi på 0,661659 MeV ska därför subtraheras från elektronens största möjliga rörelseenergi. Vi använder ett datorprogram till att rita ett diagram över intensiteten.



Figur 2. Bilden visar hur intensiteten av elektroner är fördelad över olika rörelseenergier enligt den givna formeln (för $C = 1$).

I tabellen i Figur 3 nedan kan vi avläsa att intensiteten är störst för $E_k = 0,14$ MeV.

0,12849489	3,6537E-02	2,5622E-02
0,13363469	3,6647E-02	1,7117E-02
0,13877449	3,6714E-02	8,8956E-03
0,14391428	3,6739E-02	9,4079E-04
0,14905408	3,6724E-02	-6,7604E-03
0,15419387	3,6670E-02	-1,4219E-02
0,15933367	3,6578E-02	-2,1446E-02
0,16447346	3,6450E-02	-2,8449E-02
0,16961326	3,6286E-02	-3,5234E-02

Figur 3. Liten del av tabellen som användes för att skapa diagrammet i Figur 2. Kolumnen längst till vänster är rörelseenergi i MeV, kolumnen i mitten är relativ intensitet och kolumnen till höger är en numerisk beräkning av derivatan. Derivatan är noll högst upp.

Svar: Elektronen får oftast rörelseenergin 0,14 MeV.