

Fysik Aflevering 11

Jeppe Møldrup

Opgave 1

- a. Beregn energien af en af fotonerne

Bevægelsesmængden er givet ved

$$p = m \cdot v$$

Og energi er givet ved

$$E = mc^2$$

Idet $v = c$ i dette tilfælde er energien givet ved

$$E = p \cdot c \Leftrightarrow E = 2.73 \cdot 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \cdot 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 8.184 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Så energien af en foton er $8.184 \cdot 10^{-14} \text{ J}$

- b. Bestem størrelsen af positronens bevægelsesmængde lige før annihilationen.

Jeg ved at bevægelsesmængden for systemet er bevaret og dermed kan opstilles

$$p_p + p_e = p_{f1} + p_{f2}$$

Hvor $p_e = 0$ idet elektronen ligger stille. Så derfor bliver det

$$p_p = p_{f1} + p_{f2}$$

De to fotoner ligger ikke ret så derfor skal jeg regne med vektorer.

$$\vec{p}_p = \vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2}$$

Jeg sætter mit koordinatsystem så foton 1 bevæger sig i positiv retning parallelt med x-aksen og derfor vil den være

$$\vec{p}_{f1} = \begin{pmatrix} 2.73 \cdot 10^{-22} \\ 0 \end{pmatrix}$$

Den anden fotons vektor findes så ved

$$\vec{p}_{f2} = \begin{pmatrix} 2.73 \cdot 10^{-22} \cdot \cos(179.5^\circ) \\ 2.73 \cdot 10^{-22} \cdot \sin(179.5^\circ) \end{pmatrix}$$

Så ligger jeg dem sammen og får vektoren

$$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \begin{pmatrix} 1.0395 \cdot 10^{-26} \\ 2.38234 \cdot 10^{-24} \end{pmatrix}$$

Så finder jeg længden af vektoren som så er lig med positronens bevægelsesmængde

$$f_p = 2.38237 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Så positronens bevægelsesmængde er $2.38 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

- c. Bestem antallet af annihilationsprocesser under scanningen.

Scanningen varer 40 minutter og halveringstiden er 1.8288 timer.

Jeg ved at

$$A = k \cdot N \Leftrightarrow N = \frac{A}{k}$$

Og at

$$k = \frac{\ln(2)}{1.8288 \cdot 60 \cdot 60} = 0.00010528263$$

Så jeg finder N

$$N = \frac{400 \text{ MBq}}{0.00010528263 \text{ s}^{-1}} = 3.7993 \cdot 10^{12}$$

Så kan jeg bruge formlen

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

Så jeg indsætter

$$N = 3.7993 \cdot 10^{12} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2/3 \text{ timer}}{1.8288 \text{ timer}}} = 2.951 \cdot 10^{12}$$

Så skal jeg bare finde ændringen

$$\Delta N = N_0 - N = 3.7993 \cdot 10^{12} - 2.951 \cdot 10^{12} = 8.48 \cdot 10^{11}$$

Så der er sket $8.48 \cdot 10^{11}$ annihilationsprocesser under scanningen

Opgave 2

- a. Hvor lang tid tager det en guldion at bevæge sig en omgang i ringen?

Jeg dividerer længden med hastigheden

$$\frac{3834 \text{ m}}{2.997 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 0.00001279 \text{ s}$$

Så det tager guldionen 0.00001279 sekunder at bevæge sig rundt i ringen en gang.

- b. Beregn de enkeltladede guldioners fart, når de rammer foliet.

De har kun mistet en elektron og har derfor ladningen

$$q = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Så kan jeg finde deres energier med formlen

$$E = q \cdot U$$

Og deres energier med formlen

$$E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$$

Spændingsfaldet ændrer kun på deres fart og derfor kan jeg sætte de to lig med hinanden og finde v vha. solve

$$\text{solve}(1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 14 \text{ MV} = \frac{1}{2} \cdot 3.2707065 \text{ kg} \cdot v^2, v) | 0 < v \rightarrow v = 3.70331 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Så guldionerne har hastigheden $3.7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ når de passerer foliet.

- c. Bestem størrelsen af det magnetfelt, som afbøjer guldionerne

Jeg ved da magnetfeltet står vinkelret på bevægelsesretningen at det gælder

$$F = |q| \cdot v \cdot B \Leftrightarrow B = \frac{F}{|q| \cdot v}$$

Her har guldionerne fået fjernet alle deres elektroner i yderste skal, dvs. 3 og derfor er deres ladning 3 gange så stor. Så jeg finder B

$$B = \frac{2.995 \cdot 10^{-9} \text{ N}}{3 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2.9799 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 20.91 \text{ T}$$

Så størrelsen af magnetfeltet der afbøjer guldionerne er 20.91 T

Opgave 3

- a. Bestem massen af titandioxid-belægningen.

$$140 \text{ nm} = 1.4 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

Så ganger jeg overfladearealet med tykkelsen for at få volumnet og ganger det med densiteten for at få massen

$$1.4 \cdot 10^{-5} \text{ cm} \cdot 14.5 \text{ cm}^2 \cdot 4.45 \text{ g/cm}^3 = 0.903 \text{ mg}$$

Så belægningen har massen 0.903 mg

- b. Bestem størrelsen af magnetfeltet, som afbøjer elektronerne.

Jeg ved idet magnetfeltet er vinkelret på elektronernes hastighed at det gælder

$$r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} \Leftrightarrow B = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot r}$$

Så jeg indsætter

$$B = \frac{9.10938356 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 4.6 \cdot 10^6 \text{ m/s}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0.15 \text{ m}} = 17.4 \text{ mT}$$

Så størrelsen af magnetfeltet er 17.4 mT

- c. Vurder, hvor mange elektroner der skal styres mod titandioxiden i skålen pr. sekund for at kunne overføre titandioxiden til brillelæssene.

Jeg udregner energien der bliver tilført fra hver elektron med formlen

$$E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$$

Idet det kun er kinetisk energi der bliver absorberet fra elektronerne. Jeg indsætter

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot 9.10938356 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (4.6 \cdot 10^6 \text{ m/s})^2 = 9.6377278 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Så tager jeg de og dividerer på energiend per gram titandioxid, og ganger med massen af titandioxid der bliver tilført per sekund for at finde hvor mange elektroner der skal ramme skålen per sekund.

$$\frac{7670 \text{ J}}{9.6377278 \cdot 10^{-18} \text{ J}} \cdot 8.6 \cdot 10^{-3} = 6.8441443 \cdot 10^{18} \approx 6.8 \cdot 10^{18} \text{ elektroner}$$

Så der skal cirka ramme $6.8 \cdot 10^{18}$ elektroner på skålen per sekund.