

24 De isotoop gallium-67 kan worden gemaakt door een geschikt element te beschieten met protonen. Wanneer de kern van dat element een proton invangt, ontstaan naast gallium-67 ook twee neutronen.

- a Geef de reactievergelijking.
- b Toon aan dat het proton minimaal een energie van 12,0 MeV moet hebben om de reactie te laten plaatsvinden.

De protonen worden versneld in een cyclotron. Bij elke oversteek doorloopt het proton een versnelspanning van 50 kV.

- c Bereken hoeveel omlopen een proton vanuit rust heeft doorlopen om de energie van 12,0 MeV te krijgen.

In de gebieden waar het proton niet wordt versneld, is zijn snelheid constant. Een magnetisch veld zorgt ervoor dat het proton daar een halve cirkelbaan beschrijft.

Op een gegeven moment heeft een proton een snelheid van $2,5 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$. Met deze snelheid doorloopt het een cirkelbaan met een straal van 48 cm.

- d Bereken de sterkte van het magnetisch veld in het cyclotron.

Opgave 24

- a $^{68}_{30}\text{Zn} + ^1_1\text{p} \rightarrow ^{67}_{31}\text{Ga} + 2^1_0\text{n}$
- b Het massadefect uitgedrukt in MeV bereken je met het massadefect uitgedrukt in u. Het massadefect uitgedrukt in u bereken je uit het verschil tussen de massa's voor en na de kernreactie uitgedrukt in u. De massa van een kern bereken je met de atoommassa en het aantal elektronen in de elektronenwolk.

$$m_{\text{voor}} = m_{\text{Zn-kern}} + m_{\text{proton}}$$
$$m_{\text{voor}} = 67,92485 - 30 \times 5,4857990946 \cdot 10^{-4} + 1,007276466812$$
$$m_{\text{voor}} = 68,9156691 \text{ u}$$

$$m_{\text{na}} = m_{\text{Ga-kern}} + 2 \times m_{\text{neutron}}$$
$$m_{\text{na}} = 66,92821 - 31 \times 5,4857990946 \cdot 10^{-4} + 2 \times 1,00866491600$$
$$m_{\text{na}} = 68,9285339 \text{ u}$$
$$\Delta m = 68,9156691 - 68,9285339 = 0,0128647548 \text{ u.}$$

Dit komt overeen met $0,0128647548 \times 931,494061 = 11,9834427 \text{ MeV}$.
Afgerond: 12,0 MeV.

- c Bij elke oversteek krijgt het proton 50 keV aan energie erbij. Per rondje zijn er 2 oversteken.

Dus totaal zijn er $\frac{12,0 \cdot 10^6}{2 \times 50 \cdot 10^3} = 120$ omlopen.

- d De sterkte van het magnetisch veld bereken je met de formule voor de kromtestraal.

$$r = \frac{m \cdot v}{B \cdot q}$$
$$m = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$
$$v = 2,5 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$$
$$q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$
$$r = 48 \text{ cm} = 0,48 \text{ m}$$

$$0,48 = \frac{1,67262 \cdot 10^{-27} \times 2,5 \cdot 10^7}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot B}$$
$$B = 0,54379 \text{ T}$$

Afgerond: 0,54 T.