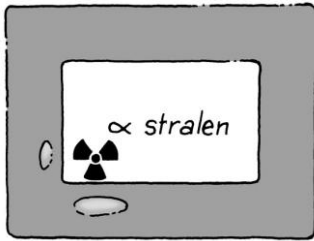


1 Blaren

Soms worden α -stralers in een metalen doosje verpakt. Na enige tijd ontstaan aan de binnenkant van het doosje, vlak onder het oppervlak, blaren.



Als de blaren openspringen, vormen zich daaronder nieuwe blaren waardoor de stevigheid van het doosje gevaar loopt. De blaren blijken gevuld te zijn met heliumgas.

- a Hoe komt het helium in zo'n blaas?
- b Waarom ontstaan de blaren alleen aan het binnenoppervlak van het doosje?

2 Bescherming

Medewerkers van de afdeling radiologie in een ziekenhuis dragen verschillende badges voor het detecteren van β -straling, γ -straling en röntgenstraling.

- a Noem een overeenkomst en een verschil tussen γ -straling en röntgenstraling.
 - Om de gevoeligheid van een badge voor β -straling te bepalen, wordt de badge bestraald met één van de volgende isotopen: ^{137}Cs , ^{90}Sr en ^{209}Po .
- b Geef de vervalreactie van ^{137}Cs .
- c Leg uit welke isotoop het best gebruikt kan worden om de badges te testen.
 - Bij het maken van röntgenfoto's worden de medewerkers beschermd door een loodschort met een dikte van 0,053 cm. De röntgenstraling heeft een energie van 0,10 MeV.
- d Bereken met behulp van tabel 28F van *Binas* hoeveel procent van de straling door het loodschort wordt tegengehouden.

3 Kalium

- a Op welke manier verschillen isotopen van elkaar en op welke manier komen ze overeen?
- b¹ Geef de vervalvergelijking van ^{40}K .
- b² Wat is daarbij de halveringstijd?
 - In een rotsblok blijkt 75% van het ^{40}K vervallen te zijn. Dat is te berekenen omdat ^{40}K ook naar het gas argon vervalt en dat blijft achter in de rots.
- c Hoe oud is het rotsblok?
- d Teken de grafiek van het verval: percentage tegen de tijd.
 - De straal van ^{40}K is $4,1 \cdot 10^{-15}$ m.
- e Bereken de dichtheid van de kern.

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

De antwoorden van de toets

1 Blaren

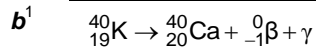
-
- a** Een alfa deeltje is een heliumkern. Als zo'n kern twee elektronen vangt ontstaat een helium atoom. Dit gebeurt met veel alfadeeltjes die het metaal binnendringen en zo ontstaat de met heliumgas gevulde blaas.
-
- b** De dracht van alfa's in een metaal is erg klein.
-

2 Bescherming

-
- a** Overeenkomst: gamma en röntgenstraling zijn beide elektromagnetische straling. Je spreekt dan ook van gammafotonen en röntgenfotonen.
Verskil: Een gammafoton ontstaat in de kern, het röntgenfoton niet (dat komt uit de elektronenschil rondom de kern).
-
- b** ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{137}_{56}\text{Ba}$
-
- c** Als je in *Binas* tabel 25A de isotopen opzoekt dan blijkt het volgende:
- ${}^{90}\text{Sr}$ zendt 'zachte' bèta's uit
- de bèta's van ${}^{137}\text{Cs}$ zijn veel energierijker
- ${}^{209}\text{Po}$ is een alfa straler.
Dus als je wilt testen of een badge gevoelig is voor bèta's, kun je het beste ${}^{90}\text{Sr}$ nemen.
-
- d** $E = Pt = 0,15 \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 3,75 \cdot 10^{-6} \text{ J}$.
Daarvan wordt 69% geabsorbeerd: $0,69 \cdot 3,75 \cdot 10^{-6} \text{ J} = 2,58 \cdot 10^{-6} \text{ J}$.
 $D = \frac{E}{m} = \frac{7,56 \cdot 10^{-6}}{10} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ Gy}$
-

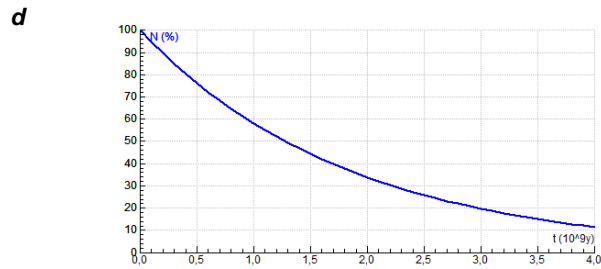
3 Kalium

a Isotopen hebben dezelfde aantallen protonen in de kern (Z) en elektronen in de wolk waardoor ze dezelfde chemische eigenschappen hebben. De aantallen neutronen verschillen zodat de atoommassa's (A) verschillen.



b² $t_{1/2} = 1,28 \cdot 10^9 \text{ y}$

c Er is 25% over, dus:
 $25 = 100 \cdot 0,5^n$ met $n = t/t_{1/2} \Rightarrow n = 2$
 Het rotsblok is dus $2,56 \cdot 10^9$ jaar oud.



e $V_{\text{kern}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = 2,99 \cdot 10^{-43} = 3,0 \cdot 10^{-43} \text{ m}^3$

In tabel 25A staat voor de atoommassa van ${}^{40}\text{K}$ 39,96400 u; dat is inclusief de elektronen in de wolk. We verwaarlozen die.

$$m_{\text{kern}} = 39,9600 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 6,64 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{6,64 \cdot 10^{-26}}{3,0 \cdot 10^{-43}} = 2,2 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$$