

### Koper-67

Koper-67 (Cu-67) is een geschikte isotoop voor radiotherapie. De halveringstijd van 62 uur is lang genoeg om de stof te laten ophopen in tumorweefsel en dit van binnenuit te bestralen. Het Cu-67 zendt  $\beta$ -straling en  $\gamma$ -straling uit.

3p 1 Geef de vergelijking van de vervalreactie van Cu-67.

Cu-67 kan zowel voor beeldvorming van tumorweefsel als voor behandeling ervan worden gebruikt.

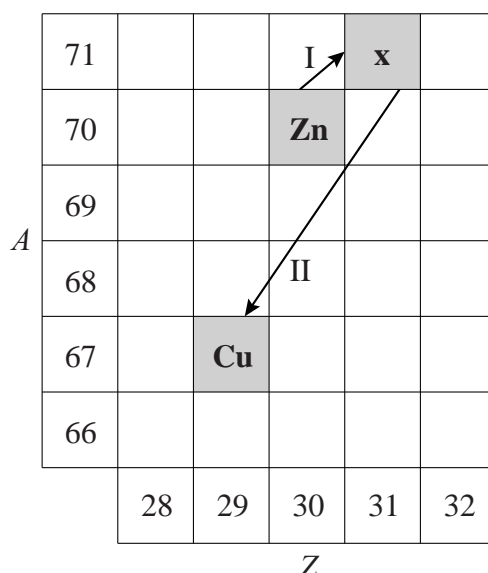
2p 2 Leg dit uit.

Cu-67 moet worden geproduceerd. Bij een bepaalde methode worden kernen van zink-70 (Zn-70) beschoten met protonen. Als een proton doordringt in een kern Zn-70 ontstaat een nieuwe kern x. In figuur 1 wordt deze reactie weergegeven met pijl I. Deze nieuwe kern x valt direct daarna uiteen in twee deeltjes. Eén van die deeltjes is Cu-67. Deze reactie wordt weergegeven met pijl II.

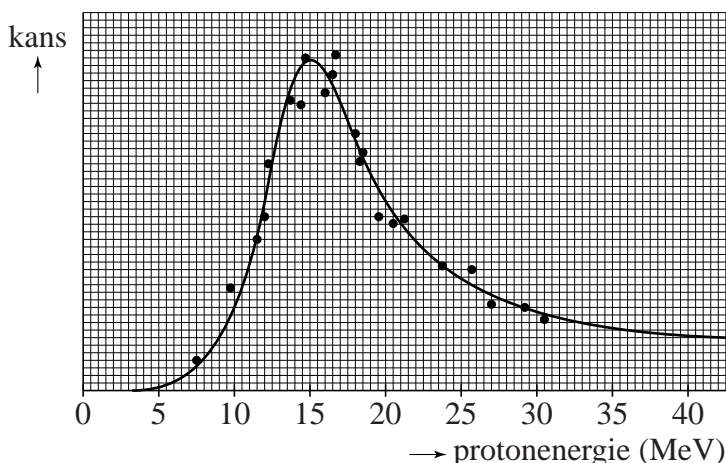
2p 3 Leg met behulp van figuur 1 uit welk ander deeltje vrijkomt bij deze tweede reactie.

De kans dat deze reactie lukt is afhankelijk van de kinetische energie van de afgeschoten protonen. Dit is weergegeven in figuur 2.

figuur 1



figuur 2



3p 4 Bepaal met behulp van de figuur de snelheid die de protonen moeten hebben om de kans op succes zo groot mogelijk te maken.

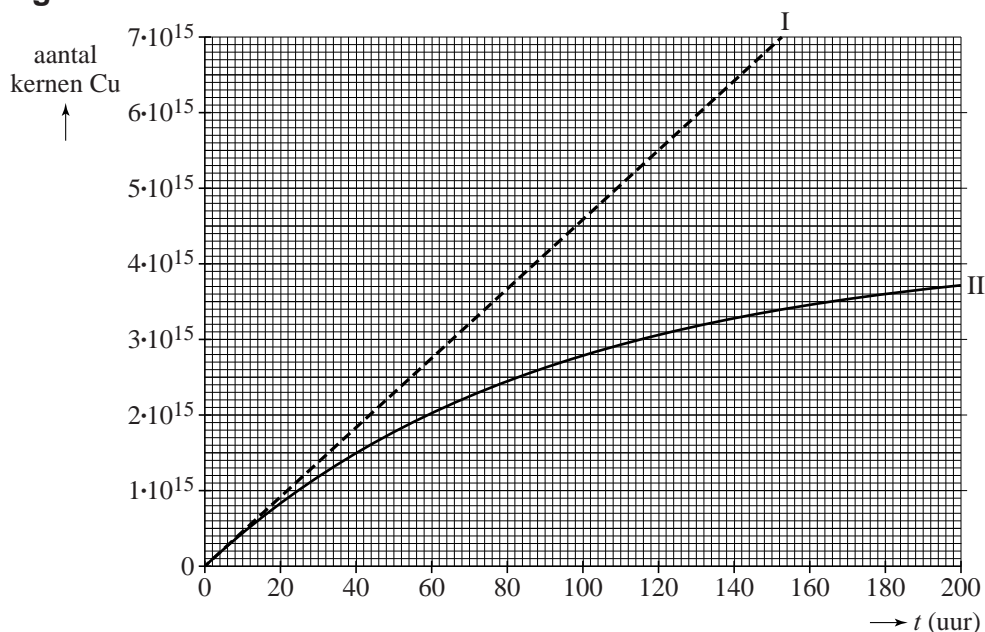
Een tweede methode om Cu-67 te maken is door zink-68 (Zn-68) te beschieten met zeer snelle protonen uit een protonenversneller. Bij deze botsing wordt door het snelle proton een ander proton uit de Zn-68 kern gestoten. Uit de oorspronkelijke Zn-68 kern is dan een proton verdwenen. Deze reactie heeft maar een heel kleine kans van slagen. Er moeten veel protonen worden afgeschoten op het zink om af en toe een koperkern te laten ontstaan.

Voor een bepaalde medische behandeling zijn  $3,2 \cdot 10^{15}$  kernen Cu-67 nodig. De protonenversneller levert een protonen-stroomsterkte van  $43 \mu\text{A}$ . Als het verval van Cu-67 wordt verwaarloosd zou het 70 uur duren om genoeg kernen te produceren voor de behandeling.

- 3p 5 Bereken hoeveel protonen er gemiddeld afgeschoten moeten worden om één Cu-67 deeltje te produceren.

In figuur 3 staat het aantal koperkernen uitgezet tegen de tijd. Lijn I geeft de productie van koperkernen weer, zonder rekening te houden met het verval van de koperkernen. Lijn II geeft het werkelijk aantal aanwezige koperkernen als functie van de tijd.

**figuur 3**

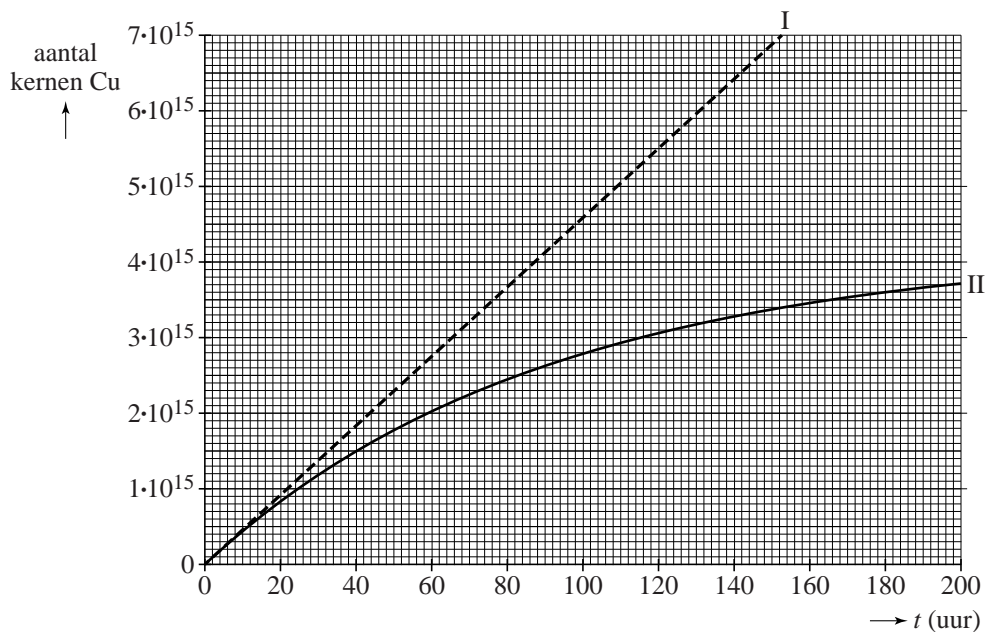


Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 3p 6 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef op de uitwerkbijlage aan hoe lang de productie van  $3,2 \cdot 10^{15}$  koperkernen voor één behandeling in de praktijk duurt.
  - Bepaal met de figuur op de uitwerkbijlage hoeveel koperkernen vervallen tijdens de productie.

uitwerkbijlage

6



– Antwoord: .....

– Bepaling:.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....