

**Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.**

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

**Opgave 1**

Om na te gaan of het jaartal op het etiket van een wijnfles klopt met de inhoud van de fles, zijn verschillende methodes mogelijk.

Bij methode 1 wordt gekeken naar de activiteit van de  $\beta$ -straling van de isotopen in de wijn. Maar daarvoor moet de fles geopend worden.

Bij oude dure wijn wil je de fles niet openmaken. Dan kan men met methode 2 kijken naar de  $\gamma$ -straling van Cs-137.

Deze isotoop komt pas sinds 1950 voor in de atmosfeer ten gevolge van kernproeven. Vanaf die tijd is er Cs-137 in de wijndruiven terechtgekomen.



over methode 1

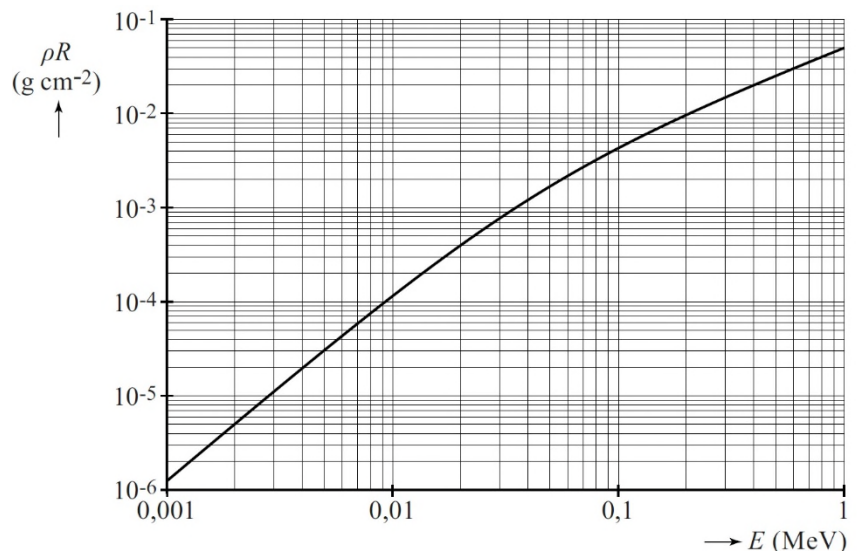
In wijn komen de radioactieve isotopen C-14, O-15 en H-3 voor. De activiteit van deze isotopen in wijn is gemeten als de wijn de fles in gaat en dus bekend. Bij een fles wijn waar op het etiket staat dat deze 5 jaar oud is, wil men uit de afname van de activiteit afleiden hoe oud deze wijn werkelijk is. Voor deze methode is alleen H-3 geschikt.

a) **Leg uit** waarom voor deze methode alleen H-3 geschikt is, met behulp van gegevens uit het tabellenboek. Geef daartoe aan waarom de twee andere isotopen niet geschikt zijn.

In nevenstaand diagram is het verband uitgezet van het product van de dichtheid (in  $\text{g/cm}^3$ ) en de dracht R (in cm) tegen de energie van het  $\beta$ -deeltje.

Door het glas van een wijnfles met een dikte van 3,5 mm komt geen  $\beta$ -straling van H-3.

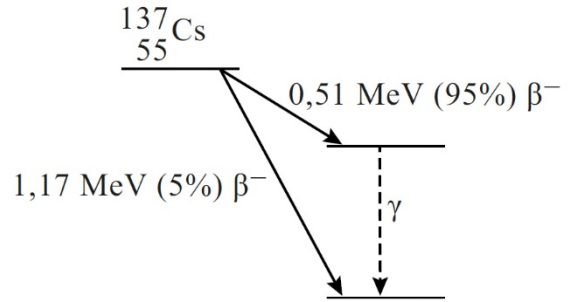
b) **Toon dat aan** met behulp van nevenstaand diagram en een berekening van de dracht.



over methode 2

Bij de tweede methode kijkt men naar Cs-137, dat vervalt onder uitzending van  $\beta^-$ -deeltjes.

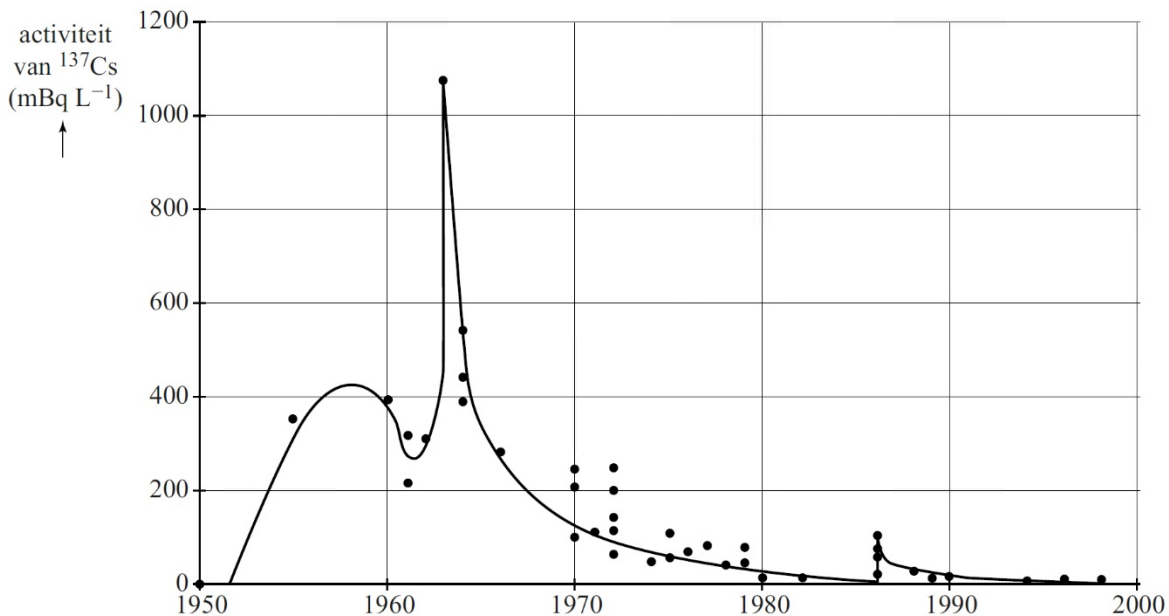
95% van de kernen van Cs-137 vervalt naar een metastabiele toestand, waarna het onder uitzending van een  $\gamma$ -foton de grondtoestand bereikt. Zie figuur 2.



c) Geef de vergelijking van het meest voorkomende verval van Cs-137 naar de grondtoestand.

d) **Bereken** de golflengte van het  $\gamma$ -foton.

De activiteit van de  $\gamma$ -straling van een groot aantal Franse wijnen waarvan het productiejaar met zekerheid was vastgesteld, is gemeten. Om de meetwaarden te kunnen vergelijken zijn de gemeten activiteiten omgerekend alsof alles gemeten is op 1 januari 2000. Zie onderstaand diagram.



Op het etiket van een wijnfles (75 cL) staat dat de wijn uit 1960 komt.

Halverwege 2018 meet men de activiteit van de  $\gamma$ -straling van Cs-137 van die fles wijn.

e) **Bepaal** wat de verwachte activiteit van Cs-137 ( $\gamma$ -straling) van die fles wijn is als die echt uit 1960 komt.

Als bij een test van een fles wijn de omgerekende activiteit 50 mBq/L bedraagt, is niet exact vast te stellen uit welk jaar die wijn komt.

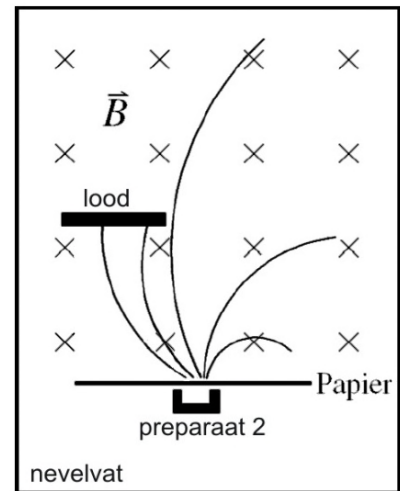
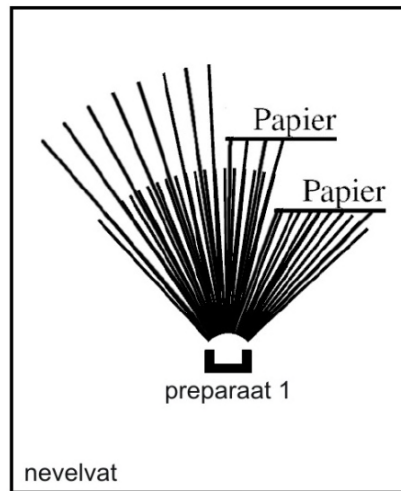
f) Geef de reden waarom.

### Opgave 2

De straling van radioactieve preparaten kan zichtbaar worden gemaakt met behulp van een nevelvat.

In nevenstaande afbeeldingen wordt voor twee preparaten een nevenkameropname weergegeven.

- a) **Leg uit** welke eigenschappen van de ioniserende straling afkomstig van preparaat 1 je uit de nevelvatopname kunt afleiden.
- b) **Leg uit** welke eigenschappen van de ioniserende straling afkomstig van preparaat 2 je uit de nevelvatopname kunt afleiden.



### Opgave 3

De kalium-argon-methode is geschikt om de ouderdom van gesteenten te bepalen. Bij het verval van kalium-40 met een halveringstijd van  $1,28 \cdot 10^9$  jaar zal 10,7% van de kernen vervallen tot het stabiele argon-40 en de overige kernen vervallen tot het stabiele calcium-40.

Tijdens verhitting van het gesteente, bijvoorbeeld tengevolge van vulkanische activiteit, ontsnapt het argon uit het gesteente. Zodra het gesteente stolt blijft het argon dat ontstaat opgesloten en wordt de atomaire klok gestart.

Bij een monster van vulkanisch gesteente wordt om te beginnen de massa van kalium-40 in het monster bepaald. Deze bedraagt 2,18 mg.

Aansluitend extraheert men het in het monster zittende argon-40 door middel van sterke verhitting. De massa van het geëxtraheerde argon-40 bedraagt 184  $\mu\text{g}$ .

- a) **Bereken** de ouderdom van het vulkanisch gesteente.
- b) **Leg uit** of de ouderdom, zoals deze in a) is bepaald, een overschatting of een onderschatting is als het argon-40 tijdens de vulkanische activiteit niet volledig ontsnapt is.

De aardse atmosfeer bevat verschillende isotopen van argon, namelijk argon-36, argon-38 en argon-40, in bekende verhoudingen.

Er bestaat het gevaar dat de ouderdomsbepaling een fout antwoord oplevert als het gesteente in de loop van de tijd argon-40 uit de lucht opgenomen heeft.

- c) **Leg uit** hoe dit probleem door middel van een massaspectroscopische analyse van het in het monster ingesloten argon kan worden voorkomen en geef aan welke aanname je daarbij maakt.