

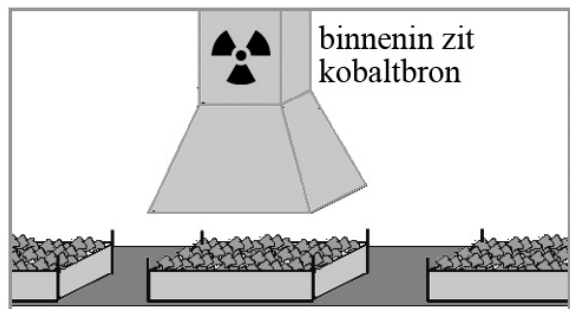
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

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

**Opgave 1**

Door bestraling kunnen bacteriën en insecten in voedselproducten onschadelijk worden gemaakt. De producten blijven daardoor langer houdbaar. Lees het artikel hieronder.

De houdbaarheid van bijvoorbeeld aardbeien kan aanzienlijk vergroot worden door de vruchten na het plukken te doorstralen met  $\gamma$ -straling. Niet alleen de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor het rottingsproces worden onschadelijk gemaakt, maar ook insecten en eitjes van insecten. Als stralingsbron wordt kobalt-60 gebruikt dat bij verval  $\beta$ - en  $\gamma$ -straling uitzendt. De kistjes fruit komen via een lopende band onder de bestraler. Dan stopt de band even en wordt het fruit enige tijd doorstraald. Daarna schuift het volgende kistje onder de bestraler.

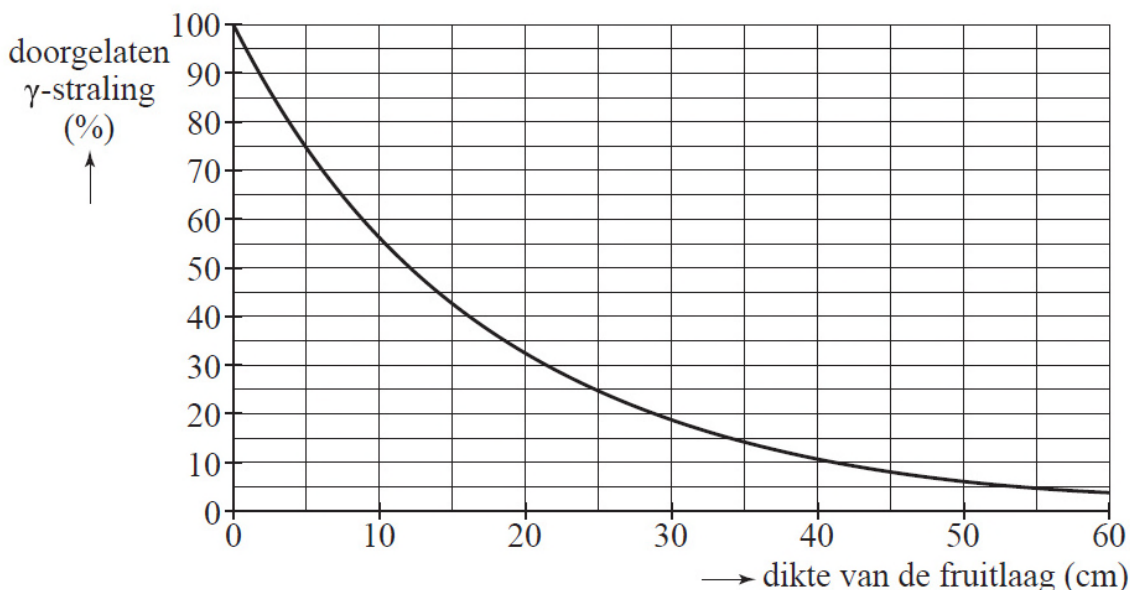


a) Geef de vervalreactie van kobalt-60.

De  $\beta$ -straling die het kobalt uitzendt, draagt nauwelijks bij aan het onschadelijk maken van bacteriën en insecten in het fruit.

b) Geef daarvoor de reden.

De grafiek in onderstaande afbeelding geeft aan hoeveel procent van de  $\gamma$ -straling door een laag fruit van een bepaalde dikte wordt doorgelaten.



- c) **Bepaal** de halveringsdikte van fruit voor de  $\gamma$ -straling van kobalt.  
Na verloop van tijd vermindert de activiteit van de kobaltbron. De bron blijft bruikbaar tot zijn activiteit gedaald is tot 12,5% van de oorspronkelijke waarde.
- d) **Bereken** na hoeveel jaar de bron vervangen moet worden.  
Het doorstralen van voedsel met  $\gamma$ -straling gebeurt op grote schaal. Toch bestaan in consumentenkringen bezwaren tegen deze manier van houdbaar maken van voedsel. Men stelt vragen als: "Wordt het bestraalde voedsel zelf radioactief?"
- e) Beantwoord deze vraag. Licht je antwoord toe.

## Opgave 2

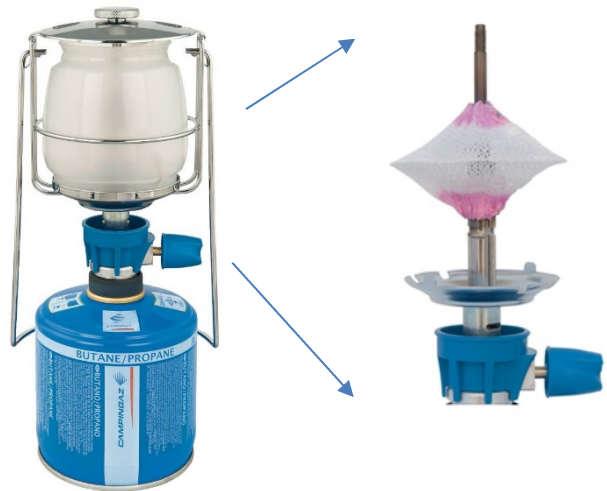
Als je het kousje in een gaslamp moet vervangen, dan valt het gaasje in kleine stofdeeltjes uiteen. In deze opgave gaan we na wat het effect is van het inademen van een stofdeeltje van 1,5 microgram thorium-232 in vergelijking met het inademen van evenveel plutonium-240. Plutonium kan vrijkomen bij het opwerken van kernbrandstof of het ontploffen van een kerncentrale.

De atoommassa van thorium bedraagt 232 u.

De activiteit van een radioactief materiaal op een bepaald tijdstip  $t$  is te berekenen met

$$A = \frac{0,693}{t_{1/2}} \cdot N$$

- a) Geef de vergelijking van het vervalproces van thorium-232.
- b) **Bereken** de activiteit van het stofdeeltje thorium.  
We nemen aan dat verreweg de meeste stralingsenergie geabsorbeerd wordt in een bolletje longweefsel.
- c) **Leg uit** waarom dit een terechte aanname is.  
Dit bolletje longweefsel (te vergelijken met water) heeft een volume van  $9,0 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3$ .
- d) **Bereken** de equivalente dosis die het bestraalde weefsel ten gevolge van de uitgezonden  $\alpha$ -straling in 1,0 jaar oploopt.

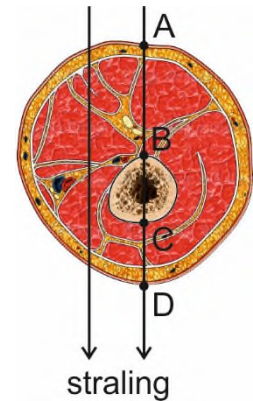


### Opgave 3

Men laat röntgenstraling door een menselijk been gaan (zie nevenstaande afbeelding). In de afbeelding zijn twee stralen getekend.

De fotonen hebben een energie van 0,10 MeV.

De aan de linkerkant getekende straal gaat alleen door spier- en vetweefsel heen en de straal rechts door weefsel én bot.



$$AB = 5,0 \text{ cm}$$

$$BC = 4,0 \text{ cm}$$

$$CD = 4,0 \text{ cm}$$

De halveringsdikte van spierweefsel is 4,0 cm.

Die van het bot is 2,1 cm.

- Beredeneer** welke van de twee stralen op het negatief van de foto de sterkste zwarting veroorzaakt.
- Bereken** hoeveel % van de oorspronkelijke stralingsintensiteit bij de linker straal geabsorbeerd wordt.
- Bereken** hoeveel % van de oorspronkelijke stralingsintensiteit bij de rechter straal geabsorbeerd wordt.

Om het personeel te beschermen tegen straling maakt men onder andere gebruik van een loden schort.

- Bereken** hoe dik het lood moet zijn als het 99,9% van de straling moet tegenhouden. Zoek de halveringsdikte van lood op in BiNaS.