

## Opgave 6 Doorstralen van fruit

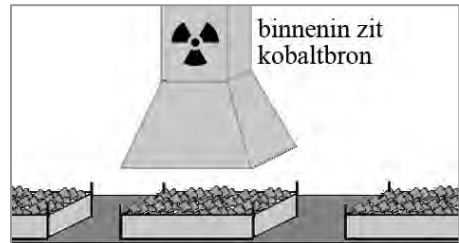
### Inleiding

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. Een stralingsdosis van 1,0 kJ/kg is genoeg om groente en fruit te behandelen.



3p 19 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.

1p 20 Geef daarvoor de reden.

### Deel 1

Peter is aangesteld als stralingsdeskundige bij een bedrijf dat fruit exporteert. Hij heeft de opdracht om uit te zoeken hoe het bestralen zo efficiënt mogelijk gebeurt.

Eerst bepaalt hij de halveringsdikte van het fruit voor de  $\gamma$ -straling van de kobaltbron. Daartoe heeft hij laagjes fruit met toenemende dikte bestraald en gemeten hoeveel procent van de opvallende straling door elke laag heen komt.

 Klik in het openingsscherm op **fruit 1**. Excel wordt gestart.

In dit bestand staan de meetresultaten van Peter.

De metingen vertonen enige fluctuatie rondom een zogenoemde exponentiële functie.


3p 21 Bepaal de halveringsdikte van het fruit in drie significante cijfers. Voeg daartoe met behulp van het programma de trendlijn toe.

 Sla het resultaat op in de examenmap als **vr21\_examenummer**.

Sluit Excel.

### Deel 2

Peter heeft een laag fruit van 40 cm (denkbeeldig) verdeeld in veertig laagjes van elk 1 cm dik. Die laagjes zijn genummerd van 1 t/m 40. Met zijn meetgegevens heeft hij berekend hoeveel straling op elk laagje valt en hoeveel het doorlaat. Daaruit heeft hij berekend hoeveel straling elk laagje absorbeert.

 *Klik in het openingsscherm op **fruit 2**. Excel wordt gestart.*

In dit bestand staan de berekeningen van Peter.

In kolom D staat de straling die elk laagje absorbeert als percentage van de op de **bovenste** laag vallende straling.

In kolom E wil Peter de stralingsenergie berekenen die elk laagje in één seconde absorbeert in J/kg. Hij beschikt daarbij over de volgende gegevens:


- Per seconde vallen er  $1,14 \cdot 10^{16}$   $\gamma$ -deeltjes op de bovenste fruitlaag (cel G1).
- De energie per  $\gamma$ -deeltje is 1,37 MeV (cel G2).
- De massa van elke fruitlaag is 1,20 kg (cel G3).

- 5p **22** Voer de berekeningen van Peter uit. Vul daartoe in cel E5 de formule in waarmee de stralingsenergie die het bovenste laagje in één seconde absorbeert (in J/kg), berekend wordt en kopieer die formule naar de onderliggende cellen.

 *Sla het resultaat op in de examenmap als **vr22\_examennummer**.*

*Sluit Excel.*

### Deel 3

 *Klik in het openingsscherm op **fruit 3**. Excel wordt gestart.*

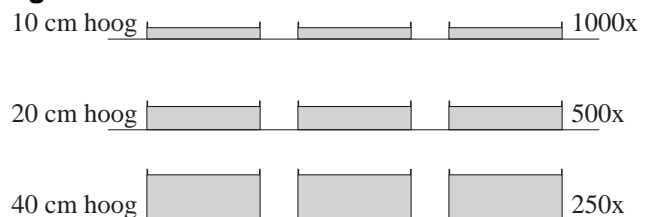
In dit bestand zijn de berekeningen van Peter samengevat. (De formules die in het vorige bestand moesten worden ingevuld, zijn hier weggelaten.)

In cel B3 staat de bestralingstijd ingesteld op 1 seconde. De waarde van de bestralingstijd kan vergroot worden door het schuifje in cel B4 naar rechts te schuiven. Als dat gebeurt, wordt de straling die elke laag absorbeert automatisch herberekend.

Peter wil achterhalen wat de snelste manier van bestralen is. Daarbij geldt steeds dat de onderste laag van een kistje minimaal een stralingsdosis van 1,0 kJ/kg moet ontvangen.

Hij overweegt drie methodes:  
1000 kistjes met een hoogte van 10 cm fruit of 500 kistjes met een hoogte van 20 cm fruit of 250 kistjes met een hoogte van 40 cm fruit bestralen.  
Zie figuur 11.

**figuur 11**



- 4p **23** Welke van deze drie methodes is de snelste manier van bestralen? Varieer de tijd in cel B3 om deze vraag te kunnen beantwoorden. Beschrijf kort de strategie die je daarbij hebt gevolgd.

 *Je hoeft geen resultaat op te slaan. Sluit Excel.*

*Dit was de laatste vraag van het deel met de computer.*

 *Klik op **Controleren of Inleveren** en controleer of de resultaten zijn opgeslagen. Klik daarna op **Inleveren en afsluiten** of op **Terug**.*