

- 29 Een banaan bevat ongeveer 0,50 g kalium. Een klein deel van dat kalium is K-40, een radioactieve isotoop. Als gevolg hiervan zijn bananen ook radioactief. Bij het verval van K-40 ontstaat β -straling.
- a Geef de vervalreactie van K-40.
- Als je een banaan eet, raak je besmet. Pim adviseert om een banaan niet vers te eten, zodat de radioactiviteit kleiner is.
- b Leg uit dat Pims advies niet zo veel zin heeft.
- Als je een banaan eet, neemt de hoeveelheid kalium in je lichaam toe. Na enkele dagen is de extra hoeveelheid K-40 het lichaam alweer uit. Een gram kalium heeft een activiteit van 31 Bq. De effectieve dosis is 6,2 nSv per Bq gedurende de tijd dat het extra kalium in het lichaam verblijft.
- c Bereken hoeveel bananen je per dag moet eten om de stralingsbeschermings-norm van BINAS tabel 27D2 te overschrijden.
- Kalium is een belangrijke stof in je lichaam. In een volwassen man van 70 kg geeft het aanwezige kalium permanent een activiteit van 5,4 kBq. Het elektron dat vrijkomt bij het verval van K-40 heeft gemiddeld een energie van $7,1 \cdot 10^{-14}$ J.
- d Bereken de jaarlijkse equivalente stralingsdosis als gevolg van de aanwezigheid van kalium in het lichaam van een volwassen man van 70 kg.

Opgave 29

- a ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{40}_{20}\text{Ca}$
- b K-40 heeft een halveringstijd van 1,28 miljard jaar.
In de tijd dat je een banaan kunt laten liggen, neemt de activiteit nauwelijks af.
- c Het aantal bananen bereken je met de stralingsnormen en de hoeveelheid nSv per banaan.
De hoeveelheid nSv per banaan bereken je met de effectieve dosis en de activiteit van een banaan.
De activiteit van een banaan bereken je met het aantal gram kalium in een banaan en de activiteit van een gram kalium.
- Een banaan bevat 0,50 g kalium en de activiteit is 31 Bq per gram kalium.
Een banaan heeft dus een activiteit van $0,50 \times 31 = 15,5$ Bq.
De effectieve dosis is 6,2 nSv per Bq.
De effectieve dosis van een banaan is dus $15,5 \times 6,2 = 96$ nSv = $96 \cdot 10^{-9}$ Sv.
Volgens BINAS tabel 27D2 is de norm 1 mSv per jaar = $1 \cdot 10^{-3}$ Sv per jaar.
- Voor overschrijden van de norm zijn $\frac{1 \cdot 10^{-3}}{96 \cdot 10^{-9}} = 1,041 \cdot 10^4$ bananen nodig in een jaar.
- Dat is $\frac{1,041 \cdot 10^4}{365} = 28,5$ bananen per dag.
- Afgerond: 29 bananen per dag.
- d De jaarlijkse effectieve dosis bereken je met de formule voor de effectieve dosis.
De stralingsdosis bereken je met de formule voor de stralingsdosis.
De geabsorbeerde energie per jaar bereken je met de geabsorbeerde energie per seconde en de tijd van een jaar uitgedrukt in seconden.
De geabsorbeerde energie per seconde bereken je met de activiteit en de energie van een elektron.

$$\begin{aligned} E_{\text{per s}} &= A \cdot E_{\text{elektron}} \\ A &= 5,4 \text{ kBq} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ Bq} \\ E_{\text{elektron}} &= 7,1 \cdot 10^{-14} \text{ J} \\ E_{\text{per s}} &= 5,4 \cdot 10^3 \times 7,1 \cdot 10^{-14} \text{ J s}^{-1} \\ E_{\text{per s}} &= 3,83 \cdot 10^{-10} \text{ J s}^{-1} \end{aligned}$$

1 jaar = $3,15 \cdot 10^7$ s (zie BINAS tabel 5)
Dus in een jaar is de geabsorbeerde energie $3,83 \cdot 10^{-10} \times 3,15 \cdot 10^7 = 1,207 \cdot 10^{-2}$ J.

$$\begin{aligned} D &= \frac{E}{m} \\ m &= 70 \text{ kg} \\ D &= \frac{1,207 \cdot 10^{-2}}{70} \\ D &= 1,72 \cdot 10^{-4} \text{ Gy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= w_R \cdot D \\ w_R &= 1 \quad (\text{zie BINAS tabel 27D3}) \\ H &= 1,72 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} \\ \text{Afgerond: } H &= 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ Sv.} \end{aligned}$$