

Kernreactoren

Opgave: Kernafval van kernsplijtingscentrales

a) De activiteit is het aantal kernen dat per seconde vervalst. De activiteit is dus te berekenen met onderstaande formule:

$$P = A \cdot E_{\text{per vervalgebeurtenis}}$$

$$* P: E = P \cdot t$$

$$* E = 1,44 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$* t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$\Rightarrow P = 24 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$* E_{\text{per vervalgebeurtenis}} = 3,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$\Rightarrow A = 6,7 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$$

b) Voor het debiet door een buis met oppervlakte A geldt:

$$\text{debiet} = A \cdot v = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2\right) \cdot v \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \text{m}^2 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$* v = 5,0 \text{ m/s}$$

$$* \text{debiet} = \frac{V}{t}$$

$$* t = 1,0 \text{ s}$$

$$* V: Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{toevoer}}$$

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{lucht}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = \rho \cdot V$$

$$* \rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m = 1,293 \cdot V$$

$$* \Delta T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 1,00 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 1,94 \cdot 10^4 \cdot V$$

$$* Q_{\text{toevoer}} = 200 \cdot P \cdot t$$

$$* P = 24 \cdot 10^3 \text{ W (zie a)}$$

$$* t = 1 \text{ s}$$

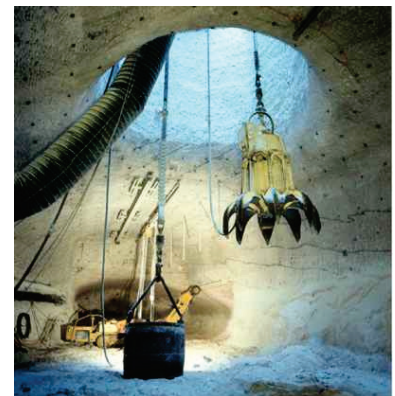
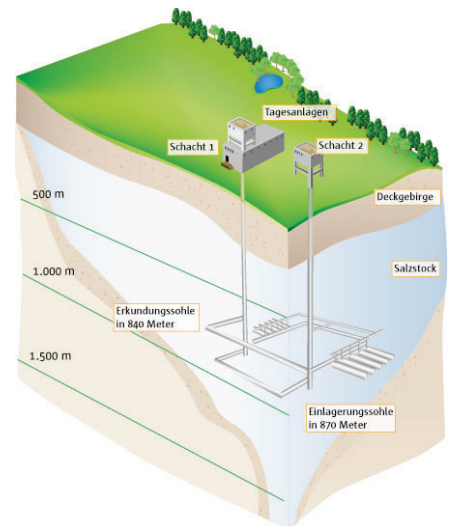
$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 1,94 \cdot 10^4 \cdot V = 4,8 \cdot 10^6$$

$$\Rightarrow V = 247,49 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow \text{debiet} = 247,49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Rightarrow d = 7,9 \text{ m}$$



In bovenstaande afbeelding kun je de lay-out van het Gorlebencomplex zien. De tweede afbeelding is een afbeelding uit de tijd van de constructie van Gorleben. Dit is één van beide schachten. De ondergrondse opslag bevindt zich op een diepte van bijna 900 m in een ondergrondse zoutlaag.

- c) Zowel α - als β -straling hebben een te klein doordringend vermogen om de wand te doordringen. Alleen γ -straling heeft een voldoende groot doordringend vermogen om de wand van het vat te doordringen en buiten het vat voor stralingsbelasting te zorgen.
- d) Het warmtevermogen van een castorvat wordt door verschillende isotopen, waarvan elk isotoop zijn eigen halveringstijd heeft, geproduceerd. De kortlevende isotopen vervallen dus relatief snel waarna het warmtevermogen alleen wordt geproduceerd door de langlevende isotopen. Je ziet dat de grafiek de 4 kW-lijn nadert. Blijkbaar is dat het vermogen dat wordt geproduceerd door de langlevende isotopen met een halveringstijd van duizenden jaren. Dat vermogen zou op de tijdschaal van de grafiek dus zo goed als constant moeten zijn.
- e) De hoeveelheid warmte die een castorvat produceert komt overeen met het oppervlak onder de grafiek.

$$* \text{ aantal hokjes} = 21,5$$

$$* \text{ warmte per hokje} = 4 \cdot 10^3 \cdot (5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600) = 6,307 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

$$\Rightarrow \text{ totaal geproduceerde warmte} = 1,4 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

- f) De effectieve lichaamsdosis is een naar stralingsgevoeligheid gewogen equivalente dosis. Er geldt:

$$E = \sum_{\text{weefsels}} w_t \cdot H_t$$

Hierbij geldt H_t de equivalente dosis is van het weefsel t met weegfactor w_t .
Voor de weegfactoren geldt:

$$E = \sum_{\text{weefsels}} w_t \cdot H_t = H_t \cdot \sum_{\text{weefsels}} w_t = H_t \cdot 1 = H_t$$

Alle weegfactoren samen vertegenwoordigen een volledig menselijk lichaam, vandaar dat de optelsom gelijk aan één moet zijn.

- g) Homogene bestraling dus:

$$E = H = 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 600 = 9,0 \text{ mSv}$$

De stralingslimiet voor beroepshalve blootgestelde werknemers bedraagt 20 mSv per jaar. Daarmee wordt de limiet dus niet overschreden.