

Uitwerkingen oefenopgaven hoofdstuk 2

Opgave 1

- a De uitstroomsnelheid u van het water is $\frac{36}{5,0} = 7,2$ liter per minuut. In het diagram kun je aflezen dat bij deze uitstroomsnelheid het water verwarmd wordt tot een temperatuur van 54°C .
De temperatuur van het koude water is dan: $54 - 43 = 11^\circ\text{C}$
- b De massa van het water bereken je met behulp van de dichtheid. Het volume is $0,0072\text{ m}^3$. De dichtheid van water is $0,998 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$.
 $m = \rho \cdot V = 0,998 \cdot 10^3 \times 0,0072 = 7,1856\text{ kg}$
 $Q_{\text{water}} = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \times 7,1856 \times 11 = 3,304 \cdot 10^5\text{ J}$
 Dit is de hoeveelheid warmte die wordt opgenomen in één minuut.
 In één seconde is dat:

$$Q_{\text{water}} = \frac{3,304 \cdot 10^5}{60} = 5507\text{ J} = 5,5\text{ kJ}$$

Opgave 2

- a De hoeveelheid warmte is:
 $Q_{\text{ballon}} = C \cdot \Delta T = 6,0 \cdot 10^5 \times (56 - 20) = 2,16 \cdot 10^7\text{ J} = 2,2 \cdot 10^7\text{ J}$
- b De hoeveelheid warmte die het propaangas moet leveren bereken je uit het

$$\text{rendement.} \quad \eta = \frac{Q_{\text{ballon}}}{Q_{\text{propaan}}} \times 100\% \quad \Rightarrow \quad 91 = \frac{2,16 \cdot 10^7}{Q_{\text{propaan}}} \times 100\%$$

$$Q_{\text{propaan}} = 2,374 \cdot 10^7\text{ J} = 2,4 \cdot 10^7\text{ J}$$

- c Hier moet eerst het volume propaangas berekend worden dat verstoekt wordt. Propaan heeft een stookwaarde van $93,8 \cdot 10^6\text{ J/m}^3$.

$$V = \frac{Q_{\text{propaan}}}{\text{stookwaarde}} = \frac{2,374 \cdot 10^7}{93,8 \cdot 10^6} = 0,2531\text{ m}^3 = 253,1\text{ dm}^3$$

Er wordt in één minuut 59 dm^3 propaan verbrand.

$$\text{De tijd dat de branders aanstaan is dan: } \frac{253,1}{59} = 4,3\text{ minuten}$$

Opgave 3

- a De warmte lekt naar binnen via warmtegeleiding. De moleculen van de isolatielaag aan de buitenzijde hebben een grote gemiddelde snelheid omdat de temperatuur daar hoog is. De moleculen botsen tegen elkaar waarbij trillingsenergie wordt doorgegeven. Uiteindelijk wordt deze energie doorgegeven aan het vloeibare gas, waardoor de temperatuur van het gas stijgt.
- b Je berekent de dikte met: $\frac{dQ}{dt} = \lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{d}$
 De inwendige boloppervlakte A bedraagt $4\pi \cdot r^2$. Dus: $A = 4\pi \times 19,5^2 = 4778\text{ m}^2$
 Het temperatuurverschil is: $\Delta T = (273,15 + 15) - 112 = 176\text{ K}$
 Dan is: $93 \cdot 10^3 = 0,041 \times 4778 \times \frac{176}{d}$
 De dikte van de isolatielaag is: $d = 0,37\text{ m}$
- c Het volume bereken je uit de dichtheid van LNG en de massa: $V = \frac{m}{\rho}$
 De dichtheid is 423 kg/m^3 .
 De massa m die moet worden verdampt bereken je uit de energie Q die per 24 uur de tank in lekt en de verdampingswarmte van methaan.
 De energie die per 24 uur de tank in lekt is:
 $Q = 93 \cdot 10^3 \times t = 93 \cdot 10^3 \times (24 \times 60 \times 60) = 8,0352 \cdot 10^9\text{ J}$.
 De verdampingswarmte van methaan vind je in BINAS en is $0,51 \cdot 10^6\text{ J/kg}$.

$$\text{Dan is: } m = \frac{8,0352 \cdot 10^9}{0,51 \cdot 10^6} = 15755\text{ kg}$$

$$\text{Het volume LNG dat per 24 uur per tank verdampt is: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{15755}{423} = 37\text{ m}^3$$