

Warmte – weektaak 4

Opgave W401: rendement 1

$$\eta = \frac{E_{\text{nut}}}{E_{\text{tot}}} \cdot 100\%$$

$$* \eta = 7,0\%$$

$$* E_{\text{nut}} = 1,9 \text{ MJ}$$

$$\Rightarrow 7,0 = \frac{1,9}{E_{\text{tot}}} \cdot 100$$

$$\Rightarrow 7,0 \cdot E_{\text{tot}} = 1,9 \cdot 100$$

$$\Rightarrow E_{\text{tot}} = 27,1 \text{ MJ}$$

16 MJ per 1 kg (verbrandingswarmte)

$$\Rightarrow 27,1 \text{ MJ per } 1,69 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow 27,1 \text{ MJ per } 1690 \text{ g}$$

Je hebt dus 1690 g hout nodig.

of

Je hebt 1,9 MJ aan nuttige warmte-energie nodig.

Slechts 7,0 % van de chemische energie in het hout wordt omgezet in nuttige warmte-energie. Je hebt dus 27,1 MJ aan chemische energie nodig om 1,9 MJ warmte in het water te krijgen, de rest gaat verloren naar de omgeving.

Hout levert 16 MJ/kg.

16 MJ per 1 kg

$$\Rightarrow 27,1 \text{ MJ per } 1,69 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow 27,1 \text{ MJ per } 1690 \text{ g}$$

Je hebt dus 1690 g hout nodig.

Let op! Als je de formule niet gebruikt, moet je voldoende tekst als toelichting geven. Alleen getallen is niet goed.

Opgave W402: rendement 2

a)

$$\eta = \frac{E_{\text{nut}}}{E_{\text{tot}}} \cdot 100\%$$

$$* E_{\text{nut}} = 2,0 + 7,0 + 2 \cdot 0,8 = 10,6 \text{ MJ} \quad (\text{let op de eenheden})$$

$$* E_{\text{tot}}: \quad 16 \text{ MJ per } 1 \text{ kg} \quad (\text{verbrandingswarmte})$$

$$\Rightarrow 46,4 \text{ MJ per } 2,9 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow E_{\text{tot}} = 46,4 \text{ MJ}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{10,6}{46,4} \cdot 100$$

$$\Rightarrow \eta = 23\%$$

b) $E_{\text{verlies}} = E_{\text{tot}} - E_{\text{nut}} = 46,4 - 10,6 = 48,8 \text{ MJ}$

Opgave W403: centrale verwarming 2

- a) Het thermisch vermogen is het totale vermogen dat vrijkomt bij de verbranding van het gas.

De verbrandingswarmte gas bedraagt 32 MJ/m³.

$$32 \text{ MJ per } 1 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow 123,8 \text{ MJ per } 3,87 \text{ m}^3$$

dat is per uur

$$\Rightarrow 123,8 \text{ MJ per } 1 \text{ h}$$

$$\Rightarrow 123,8 \text{ MJ per } 3600 \text{ s}$$

$$\Rightarrow 0,0344 \text{ MJ per } 1 \text{ s}$$

$$\Rightarrow 34400 \text{ J per } 1 \text{ s}$$

Het thermische vermogen is dus gelijk aan $34400 \text{ W} = 3,44 \cdot 10^4 \text{ W}$.

- b) Een deel van de warmte wordt overgedragen aan de ketel zelf.
Een deel van de warmte ontsnapt met de verbrandingsgassen via de schoorsteen.

c) $Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{toevoer}}$

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{water}}$$

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

$$* \Delta T = 84 - 65 = 19 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{rivierwater}} = m \cdot 19 \cdot 4,18 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow Q_{\text{opwarmen}} = 7,942 \cdot 10^4 \cdot m$$

$$* Q_{\text{toevoer}} = Q_{\text{verbrandingswarmte}}$$

$$* Q_{\text{verbrandingswarmte}} = P \cdot t$$

$$* P_n: \eta = \frac{P_n}{P_t}$$

$$* \eta = 82\% = 0,82$$

$$* P_t = 34400 \text{ W (zie a)}$$

$$\Rightarrow 0,82 = \frac{P_n}{34400}$$

$$\Rightarrow P_n = 0,82 \cdot 34400 = 2,82 \cdot 10^4 \text{ W}$$

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

$$\Rightarrow Q_{\text{verbrandingswarmte}} = 2,82 \cdot 10^4 \cdot 1 = 2,82 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = 2,82 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow 7,942 \cdot 10^4 \cdot m = 2,82 \cdot 10^4$$

$$\Rightarrow m = \frac{2,82 \cdot 10^4}{7,942 \cdot 10^4} = 0,36 \text{ kg}$$

Opgave 404: geiser

a)

$$\eta = \frac{E_{\text{nut}}}{E_{\text{tot}}} \cdot 100\%$$

$$* E_{\text{nut}} = Q_{\text{water}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

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

$$* \rho = 0,998 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Ook hier wordt de eenheid van m en V bepaald door de eenheid van ρ .

$$* V = 80 \text{ L} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow m = 79,84 \text{ kg}$$

$$* \Delta T = 49 - 24 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{water}} = 8,34328 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\Rightarrow E_{\text{nut}} = 8,34328 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$* E_{\text{tot}}: \quad 32 \text{ MJ per } 1 \text{ m}^3 \quad (\text{verbrandingswarmte})$$

$$\Rightarrow 9,6 \text{ MJ per } 0,30 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow E_{\text{tot}} = 9,6 \text{ MJ} = 9,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{8,34328 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 10^6} \cdot 100\% = 87\%$$

b) $Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{toevoer}}$

$$* Q_{\text{opwarmen}} = Q_{\text{water}} = 8,34328 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$* Q_{\text{toevoer}} = Q_{\text{element}}$$

$$* Q_{\text{element}} = P \cdot t$$

$$* t = 25 \text{ min} = 1500 \text{ s}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{element}} = P \cdot 1500$$

$$\Rightarrow Q_{\text{toevoer}} = P \cdot 1500$$

$$\Rightarrow 8,34328 \cdot 10^6 = P \cdot 1500$$

$$\Rightarrow P = \frac{8,3832 \cdot 10^6}{1500} = 5562,2 \text{ W}$$

Dit is echter niet het gevraagde vermogen, maar het vermogen dat daadwerkelijk aan het water ten goede komt. Dus eigenlijk P_{nuttig} . Je moet dus nog P_{totaal} uitrekenen.

$$\eta = \frac{P_{\text{nut}}}{P_{\text{tot}}} \cdot 100\%$$

$$* \eta = 90\%$$

$$* P_{\text{nut}} = 5562,2 \text{ W}$$

$$\Rightarrow 90 = \frac{5562,2}{P_{\text{tot}}} \cdot 100$$

$$\Rightarrow 90 \cdot P_{\text{tot}} = 5562,2 \cdot 100$$

$$\Rightarrow P_{\text{tot}} = \frac{5562,2 \cdot 100}{90} = 6,2 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Opgave W405: koperen pannetje

Op een ouderwets kookstel wordt een koperen pannetje verwarmt. Het pannetje heeft een massa van 0,60 kg en een temperatuur van 18 °C. Om het pannetje op te warmen wordt 0,020 m³ aardgas gebruikt. Tijdens het verwarmen gaat 0,40 MJ aan energie verloren.

a)

$$\eta = \frac{E_{\text{nut}}}{E_{\text{totaal}}} \cdot 100\%$$

$$* E_{\text{totaal}} : Q = \text{hoeveelheid} \cdot Q_V$$

$$* Q_V = 32 \text{ MJ/m}^3$$

$$* \text{hoeveelheid} = 20 \text{ dm}^3 = 0,020 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow Q = 0,020 \cdot 32 = 0,64 \text{ MJ}$$

$$\Rightarrow E_{\text{totaal}} = Q = 0,64 \text{ MJ}$$

$$* E_{\text{nut}} = E_{\text{totaal}} - E_{\text{verlies}}$$

$$* E_{\text{totaal}} = 0,64 \text{ MJ}$$

$$* E_{\text{verlies}} = 0,45 \text{ MJ}$$

$$\Rightarrow E_{\text{nut}} = 0,64 - 0,45 = 0,19 \text{ MJ}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{0,19}{0,64} \cdot 100\% = 39,7\%$$

b) $Q_{\text{pan}} = m \cdot \Delta T \cdot c$

$$* Q_{\text{pan}} = E_{\text{nut}} = 0,19 \text{ MJ} = 190000 \text{ J} \quad (\text{zie a})$$

$$* m = 700 \text{ g} = 0,700 \text{ kg}$$

$$* c = 387 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow 190000 = 0,700 \cdot \Delta T \cdot 387$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{190000}{0,700 \cdot 387} = 701 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow T = T_0 + \Delta T = 18 + 701 = 719 \text{ }^\circ\text{C}$$

Opgave W406: Claus C

a)

$$\eta = \frac{P_n}{P_t} \cdot 100\%$$

$$* \eta = 58\%$$

$$* P_n = 1304 \text{ MW}$$

$$\Rightarrow 58 = \frac{1304}{P_t} \cdot 100$$

$$\Rightarrow 58 \cdot P_t = 1304 \cdot 100$$

$$\Rightarrow P_t = \frac{1304 \cdot 100}{58} = 2248 \text{ MW}$$

42% gaat verloren, dus het verlies bedraagt 944 MW.

b) $E = P \cdot t$

$$* P = 2248 \text{ MW} = 2248 \cdot 10^6 \text{ W} \quad (\text{zie a})$$

$$* t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$\Rightarrow E = 2248 \cdot 10^6 \cdot 3600 = 8,09 \cdot 10^{12} \text{ J} = 8,09 \cdot 10^6 \text{ MJ}$$

De verbrandingswarmte gas bedraagt 32 MJ/m³.

32 MJ per 1 m³

⇒ 1 MJ per 0,031 m³

⇒ 8,09·10⁶ MJ per 2,5·10⁵ m³

Je hebt dus 2,5·10⁵ m³ gas nodig.

Opgave W407: combiketel

$$\eta = \frac{E_n}{E_t} \cdot 100\%$$

$$* E_n = Q_{\text{water}} = m \cdot \Delta T \cdot c$$

$$* m = \rho \cdot V = 0,998 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 27,944 \text{ kg}$$

$$* \Delta T = 85 - 15 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$* c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow E_n = 27,944 \cdot 70 \cdot 4,18 \cdot 10^3 = 8,176 \cdot 10^6 \text{ J} = 8,176 \text{ MJ}$$

$$* E_t: \quad 32 \text{ MJ per } 1 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow 9,6 \text{ MJ per } 0,3 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow E_t = 9,6 \text{ MJ}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{8,176}{9,6} \cdot 100\% = 85 \%$$