

Proefopgave 3G

Bij Genève staat een bijzonder krachtige fontein.
In het kader hieronder staan wat gegevens.

Fontein van Genève

Elke seconde wordt er 450 liter water de lucht in gestuwd tot een hoogte van 140 m.

Het water wordt met twee pompen door een spuitmond gespoten met een snelheid van 200 km/h. De twee elektrische pompen hebben elk een vermogen van 500 kW.

Na zonsondergang wordt de straal verlicht door een aantal lampen met een gezamenlijk vermogen van 13,5 kW.

Fontein in werking:

maandag tot vrijdag: 10.00 - zonsondergang
vrijdag tot en met zondag: 10.00 – 22.30 uur.



Iedere pomp is aangesloten op een spanning van 3800 Volt.
De verlichting is aangesloten op een spanning van 240 V

In Zwitserland kost 1 kWh 0,30 Zwitserse Franken

Geef antwoord op de volgende vragen:

1. Wat zijn de energiekosten (in Zwitserse Franken) op een zondag voor de pompen?
2. Wat is, op het gebied van de energie, het rendement van dit stukje techniek?
3. Wat is de elektrische weerstand van één pomp?

Uitwerking:

Om de kosten te berekenen moet je eerst weten hoeveel energie er dan gebruikt is.

$$E = P \times t$$

Als $P = 1000 \text{ kW} = 1000 \text{ (500 kW per pomp)}$ en

Er wordt in totaal op zondag van 10:00 tot 22:30 uur gepompt. Dus $t = 12,5$ uur

Dan gebruikt men aan Energie $E = P \times t = 1000 \text{ kW} \times 12,5 \text{ uur} = 12\,500 \text{ kWh}$.

1 kWh kost 0,30 Zwitserse franken.

Dan kost 12 500 kWh dus $12\,500 \times 0,30 = 3750$,-- Zwitserse Franken.

Het rendement kun je bepalen door uit te rekenen hoeveel energie er gebruikt moet worden om het water op te tillen (wel 140 m). Voor het gemak berekenen we de arbeid die geleverd moet worden in 1 seconde.

450 liter water (dichtheid van water is $1,0 \text{ Kg/dm}^3$ en 1 liter is 1 dm^3) dus 450 liter water betekent $m = 450 \text{ kg}$. De zwaartekracht is $F_z = m \times 10 = 450 \times 10 = 4500 \text{ N}$.

Als je het water omhoog moet tillen dan heb je dus ook 4500 N nodig.

$$s = 140 \text{ m}$$

De Arbeid(energie) die nodig is $W = F \times s = 4500 \times 140 = 630\,000 \text{ J}$. (dit is E_{nuttig})

De pompen leveren bij $P = 1000 \text{ kW} (= 1000\,000 \text{ w})$ in $t = 1$ seconde:

$$E = P \times t = 1000\,000 \times 1 = 1000\,000 \text{ J. (dit is } E_{\text{totaal}})$$

$$\text{Rendement} = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{totaal}}} \times 100\% = \frac{630\,000}{1000\,000} \times 100\% = 63\%$$

De pomp heeft een $P = 500\,000 \text{ W}$ en werkt met een spanning van $U = 3800 \text{ V}$

Weerstand: $P = U \times I$ en $R = U / I$. Als je de 'I' berekent kan je ook de 'R' berekenen.

$$I = P / U = 500\,000 / 3800 = 131,5 \text{ A. Dan } R = U / I = 3800 / 131,5 = 28,9 \Omega.$$