

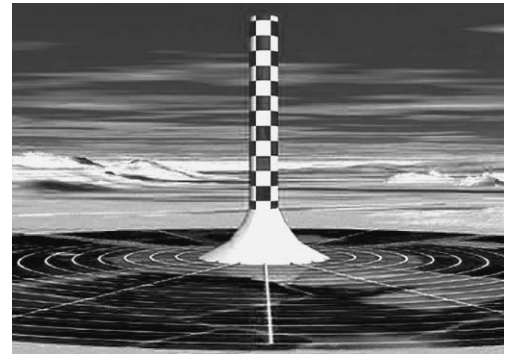
Opgave 3 Zonnetoren

Lees het onderstaande artikel.

artikel

Het Australische bedrijf EnviroMission wil een zonnetoren bouwen met een hoogte van één kilometer. De toren heeft een diameter van 130 m en staat boven op een cirkelvormige glazen plaat met een diameter van 5,0 km die zich enkele meters boven de grond bevindt. De zon verhit de lucht onder de plaat waardoor deze gaat stromen en via een gat in de glazen plaat de toren in gaat. In de toren wordt de bewegingsenergie van stromende lucht met behulp van turbines omgezet in elektrische energie. De zonnecentrale krijgt volgens EnviroMission een vermogen van 200 MW en een jaarlijkse energieproductie van 700 GWh.

figuur 3

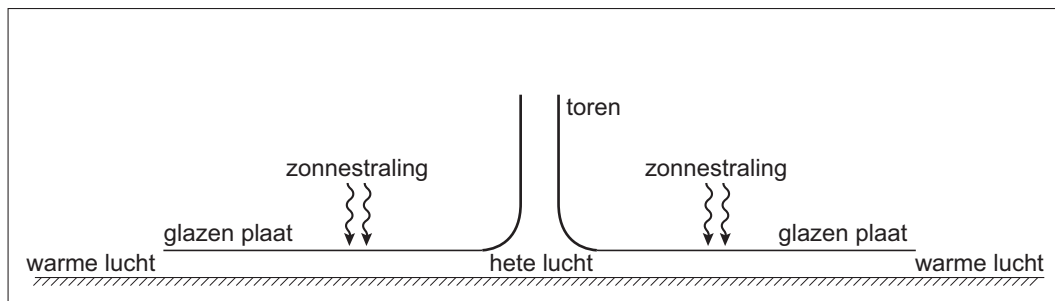


naar: *Technisch Weekblad*, 10 mei 2002

- 2p 11 Bereken hoeveel uur de centrale volgens EnviroMission gemiddeld per dag in werking zal zijn.

Figuur 3 is een impressie van een dergelijke zonnetoren. Figuur 4 is een schematische voorstelling van de zonnetoren met de glazen plaat.

figuur 4



Ten behoeve van rekenmodellen gaat EnviroMission uit van het volgende:

- onder de glazen plaat zit $4,3 \cdot 10^7$ kg lucht;
 - midden op de dag is de intensiteit van de zonnestraling die op de plaat valt $1,3 \text{ kW m}^{-2}$;
 - 80% van deze straling komt ten goede aan het opwarmen van de lucht.
- 4p 12 Bereken de temperatuurstijging per minuut van de lucht onder de plaat als deze stil zou staan en geen warmte afstaat aan de omgeving. Het ontbreken van glas op de plaats van de toren mag buiten beschouwing worden gelaten.
- Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage.
- 3p 13 Geef op de uitwerkbijlage met pijlen aan hoe de lucht in en om de installatie gaat stromen en geef hierbij een uitleg.

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2006-II

Volgens berekeningen zal de lucht met snelheden tot 54 m s^{-1} door de zonnetoren stromen.

We beschouwen een buis met een diameter van 130 m waar lucht door stroomt met een snelheid van 54 m s^{-1} .

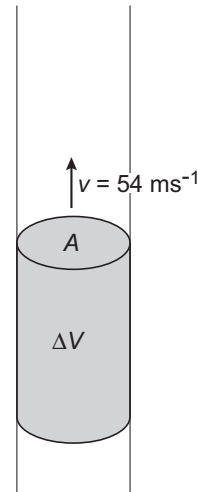
In 1,0 s stroomt een volume ΔV door een doorsnede A van de buis. Zie figuur 5.

De lucht heeft een temperatuur van $80 \text{ }^\circ\text{C}$ en een druk van $1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

De massa van 1,0 mol lucht is 29 g.

- 4p **14** Bereken de kinetische energie van de lucht die per seconde door de buis gaat.

figuur 5



De centrale zal het vermogen van 200 MW gaan leveren bij een spanning van 12 kV.

Bij de uitgang van de centrale wordt deze spanning met een transformator omhoog getransformeerd. Via hoogspanningskabels zal dit vermogen over vele kilometers vervoerd worden naar de dichtstbijzijnde stad.

Het vermogensverlies in de kabels mag niet groter zijn dan 2,0%. De weerstand van de kabels is $15 \text{ } \Omega$. De primaire spoel heeft 350 windingen.

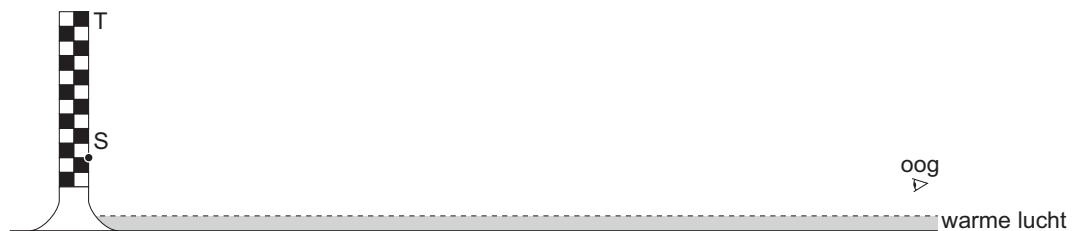
- 5p **15** Bereken het benodigde aantal windingen van de secundaire spoel. Vermogensverliezen in de transformator mogen worden verwaarloosd.

In de woestijn kunnen zogeheten luchtspiegelingen optreden. Deze worden veroorzaakt doordat de lucht vlak boven de grond warmer is dan de lucht daarboven. Zie figuur 6.

Een waarnemer op grote afstand van de zonnetoren zou punt S van de toren wel weerspiegeld kunnen zien in de warme luchtlaag (niet in de glasplaat). De waarnemer zal punt T echter niet zien omdat de brekingsindex bij de overgang van koude lucht naar warme lucht slechts iets kleiner is dan 1,000.

In figuur 6 is het oog van de waarnemer getekend. Figuur 6 is niet op schaal. Figuur 6 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 6

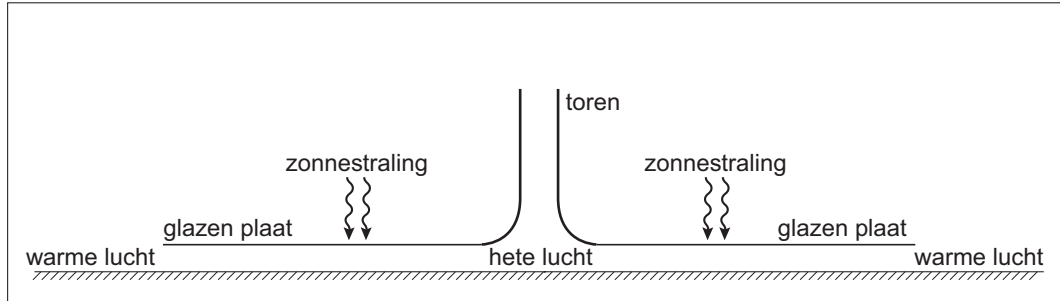


- 5p **16** Leg uit dat de waarnemer wel een spiegelbeeld van S kan zien, maar niet van T. Construeer daartoe eerst op de uitwerkbijlage de lichtstraal die vanuit S na spiegeling in de warme luchtlaag in het oog van de waarnemer valt.

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2006-II

Uitwerkbijlage bij de vragen 13 en 16

Vraag 13



uitleg:

.....

.....

.....

.....

Vraag 16

