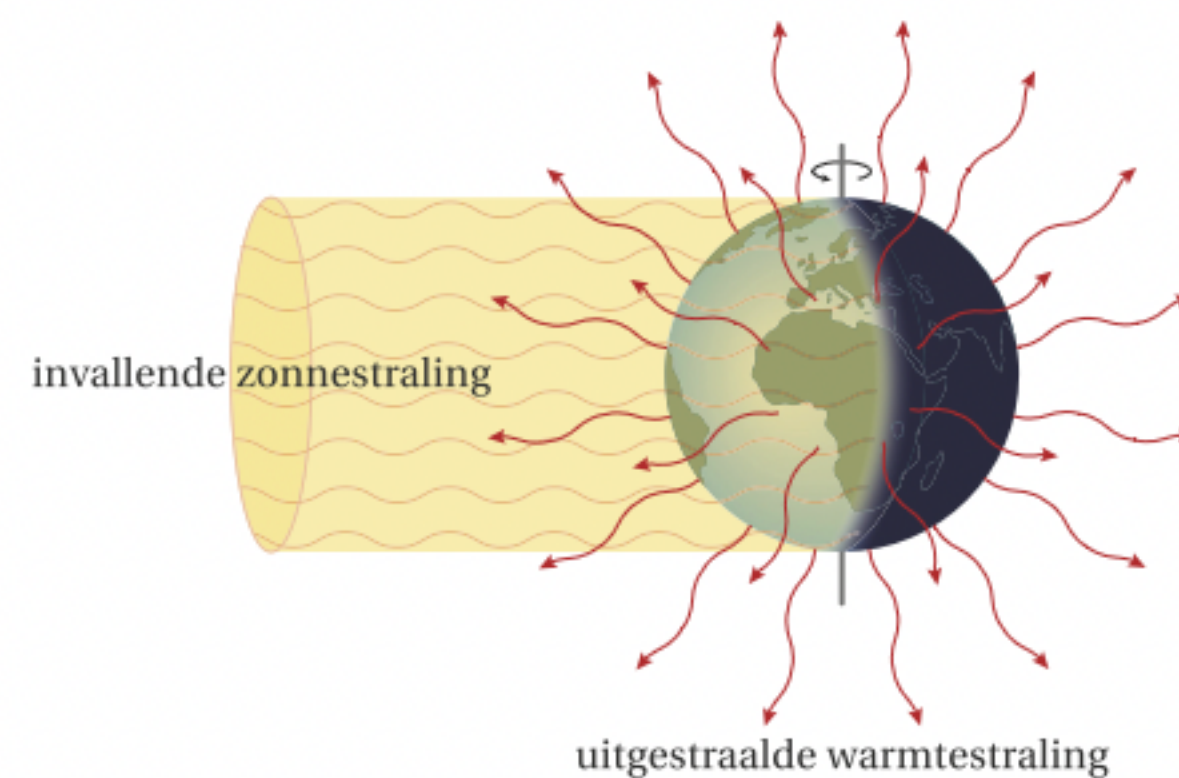


- 26 In deze opgave bereken je de temperatuur van de aarde, als er geen broeikaseffect zou zijn. De invallende zonnestraling heeft een gemiddelde intensiteit van $1,4 \text{ kW m}^{-2}$, waarvan $1,0 \text{ kW m}^{-2}$ bijdraagt aan de temperatuur van de aarde.
- a Wat gebeurt er met de overige $0,4 \text{ kW m}^{-2}$?
- De bundel zonnestraling die op de aarde valt is cirkelvormig. Zie figuur 40. Deze bundel valt in op één kant van de aarde. Omdat de aarde om haar as draait wordt het hele aardoppervlak bestraald. Daarom wordt de warmtestraling in alle richtingen uitgestraald.
- De oppervlakte van een bol met straal R is $A_{\text{bol}} = 4\pi R^2$.
- b Leg uit dat de gemiddelde uitgestraalde intensiteit maar $0,25 \text{ kW m}^{-2}$ is.
- c Bereken met de wet van Stefan-Boltzmann de evenwichtstemperatuur.



Figuur 40

Opgave 26

- a Deze wordt weerkaatst.
(Op pagina 40 van het katern staat dat ongeveer 30% van de zonnestraling wordt weerkaatst en 70 % bijdraagt aan de temperatuur. 30% van $1,4 \text{ kW m}^{-2}$ is ongeveer $0,4 \text{ kW m}^{-2}$.)
- b De intensiteit is het vermogen per oppervlakte-eenheid.
De invallende bundel zonnestraling is cirkelvormig. De straal van deze bundel is gelijk aan de straal van de aarde. De oppervlakte van deze cirkel is dus $\pi \cdot R^2$.
De uitstraling van de is bolvormig. De oppervlakte van de aardbol is $4\pi \cdot R^2$.
Als de temperatuur constant is, wordt er evenveel vermogen ingestraald als uitgestraald. De uitstralende oppervlakte is echter 4 keer zo groot als het ingestraalde oppervlakte. De gemiddelde uitgestraalde intensiteit is dus een factor 4 kleiner: $\frac{1}{4} \times 1,0 = 0,25 \text{ kW m}^{-2}$.
- c De evenwichtstemperatuur bereken je met de wet van Stefan-Boltzmann.
De verhouding tussen P_{bron} en A volgt uit de formule voor de intensiteit.

$$P_{\text{bron}} = \sigma \cdot A \cdot T^4 \text{ en } I = \frac{P_{\text{bron}}}{A}$$

$$\text{Hieruit volgt } I = \sigma \cdot T^4$$

$$I = 0,25 \text{ kW m}^{-2}$$

$$\sigma = 5,670373 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4} \quad (\text{Zie BINAS tabel 7A})$$

$$T = 258 \text{ K}$$

$$\text{Afgerond: } 2,6 \cdot 10^2 \text{ K.}$$

(Dit is ongeveer -15°C . Dit is echter de evenwichtstemperatuur als er geen broeikaseffect is.)