

- 34 Misschien gaan er in de toekomst astronauten naar de planeet Mars. Als ze zich daar vestigen, krijgen ze met het klimaat op Mars te maken. In deze opgave kijk je naar verschillen tussen het klimaat op Aarde en op Mars.
- De stralingsintensiteit van de zonnestraling is bij de aarde ongeveer $1,4 \text{ kW m}^{-2}$. Mars staat ongeveer 1,5 keer zo ver van de zon als de aarde.
- a Laat zien dat de intensiteit van de zonnestraling bij Mars ongeveer $0,62 \text{ kW m}^{-2}$ bedraagt.
- Door de albedo van Mars en de verdeling van de warmte over de hele planeet heeft de door Mars uitgestraalde warmtestraling een intensiteit van $0,13 \text{ kW m}^{-2}$.
- b Laat zien dat de evenwichtstemperatuur van Mars ongeveer $-55 \text{ }^\circ\text{C}$ is.
- De druk van de atmosfeer op Mars bedraagt $6,4 \text{ hPa}$, tegen $1,0 \cdot 10^3 \text{ hPa}$ op aarde. De atmosfeer van Mars bestaat hoofdzakelijk uit koolstofdioxide. De massa van $1,0 \text{ mol}$ koolstofdioxide is gelijk aan $44,0 \text{ gram}$.
- c Bereken de dichtheid van de atmosfeer op het oppervlak van Mars. Verwaarloos de aanwezigheid van andere gassen.
- Het Hellas Bassin is een grote krater op Mars, waarvan de bodem $7,0 \text{ km}$ onder de gemiddelde bodem van Mars ligt. De gasdruk is daar $11,5 \text{ hPa}$.
- d Leg uit waarom de druk op de bodem van de krater groter is dan buiten de krater. De kans dat er vloeibaar water op Mars voorkomt is klein, zelfs als de temperatuur boven $0 \text{ }^\circ\text{C}$ komt. Er zijn geleerden die denken dat op de bodem van het Hellas Bassin wel vloeibaar water kan voorkomen.
- e Leg uit waarom de hogere druk in de krater de kans op vloeibaar water vergroot.

Opgave 34

- a De intensiteit op een afstand van de zon volgt uit de kwadratenwet. Mars staat 1,5 keer zover van de zon als de aarde. De intensiteit van de zonnestraling is dus $(1,5)^2 = 2,25$ keer zo klein zijn.
- De intensiteit van de zonnestraling op Mars is $\frac{1,4}{2,25} = 0,6222 \text{ kW m}^{-2}$.
- Afgerond: $0,62 \text{ kW m}^{-2}$.
- b De evenwichtstemperatuur bereken je met de wet van Stefan-Boltzmann. De verhouding tussen P_{bron} en A volgt uit de formule voor de intensiteit.
- $P_{\text{bron}} = \sigma \cdot A \cdot T^4$ en $I = \frac{P_{\text{bron}}}{A}$
- Hieruit volgt $I = \sigma \cdot T^4$
- $I = 0,13 \text{ kW m}^{-2} = 0,13 \cdot 10^3 \text{ W m}^{-2}$
- $\sigma = 5,670373 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ (Zie BINAS tabel 7A)
- $0,13 \cdot 10^3 = 5,670373 \cdot 10^{-8} \cdot T^4$
- $T = 218,8 \text{ K}$
- Dit is $218,8 - 273,15 = -54,3 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Dit ongeveer $-55 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Opmerking*
- Op Mars is nauwelijks sprake van een broeikaseffect. De evenwichtstemperatuur is dus ook ongeveer de gemiddelde temperatuur.
- c De dichtheid is de massa van de hoeveelheid gas in $1,0 \text{ m}^3$ van de atmosfeer op Mars. De hoeveelheid gas in $1,0 \text{ m}^3$ van de atmosfeer op Mars bereken je met de algemene gaswet.
- $\frac{p \cdot V}{n \cdot T} = R$
- $p = 6,4 \text{ hPa} = 6,4 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
- $V = 1,0 \text{ m}^3$
- $T = -55 \text{ }^\circ\text{C} = 218 \text{ K}$
- $R = 8,3144621 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- $\frac{6,4 \cdot 10^2 \times 1,0}{n \cdot 218} = 8,3144621$
- $n = 0,35309 \text{ mol}$
- De massa van $0,35309 \text{ mol}$ koolstofdioxide is $0,35309 \times 44 = 15,535 \text{ g} = 1,55 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$.
- Dit is de massa van $1,0 \text{ m}^3$ van de atmosfeer op Mars.
- De dichtheid is dus afgerond $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ kg m}^{-3}$.
- e Boven de bodem van de krater bevindt zich meer gas dan gemiddeld boven de Marsbodem. Deze kolom gas zorgt voor de extra druk.
- f Water condenseert als de partiële druk van waterdamp hoger is dan de verzadigingsdruk. Dus hoe hoger de totale druk, hoe groter is de partiële druk van waterdamp. De kans dat de partiële dampdruk van waterdamp groter is dan de verzadigingsdruk, neemt dus toe.