

# Hoe koud zónder broeikasgas?



## Zoek op:

- De straal van de zon  $R_z = \dots\dots\dots$  meter.
- De straal van de aarde  $R_a = \dots\dots\dots$  meter.
- De temperatuur van de zon  $T_z = \dots\dots\dots$  Kelvin.
- De afstand tussen zon en aarde  $d = \dots\dots\dots$  meter.
- De formule om de oppervlakte van een bol te berekenen =  $\dots\dots\dots$
- De formule om de oppervlakte van een cirkel te berekenen =  $\dots\dots\dots$

## Lees: 'evenveel energie ontvangen als uitstralen'

De hoeveelheid energie die een voorwerp per seconde uitstraalt ( $P$ ) hangt af van de temperatuur ( $T$ ) en de oppervlakte ( $A$ ) volgens:  $P = A \sigma T^4$ , waarin  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ . Zo is te berekenen hoeveel energie de zon per seconde uitstraalt, en vervolgens hoeveel wij daarvan op aarde ontvangen. Hierbij moet rekening gehouden worden met een directe weerkaatsing van de zonnestraling van 30% door het aardoppervlak. De hoeveelheid niet weerkaatste en dus opgenomen energie moet vervolgens gelijk zijn aan wat de aarde per seconde aan energie weer uitstraalt, anders zou haar temperatuur veranderen.

## Bereken: 'ontvangen zonnestraling op aarde'

Bereken met je bovenstaande opgezochte gegevens hoeveel energie de zon per seconde uitstraalt.

$$P_{\text{zon}} =$$

Deze straling verspreidt zich vanuit de zon in alle richtingen,  $P_{\text{zon}}$  wordt dus verdeeld over een boloppervlak ver rondom de zon. Bereken hiermee hoeveel energie er per seconde aan zonnestraling op een vierkante meter aarde komt.

$$I = P_{\text{zon}} / A_{\text{bol}} =$$

Je hebt nu zelf de zogeheten 'zonneconstante' berekend. Controleer je uitkomst in BiNaS.

Bereken vervolgens hoeveel energie ( $E$ ) er per seconde wordt opgenomen door de aarde, rekening houdend met de weerkaatsing, én aannemend dat de zon exact de halve aarde als cirkel beschijnt.

$$E_{\text{in}} =$$

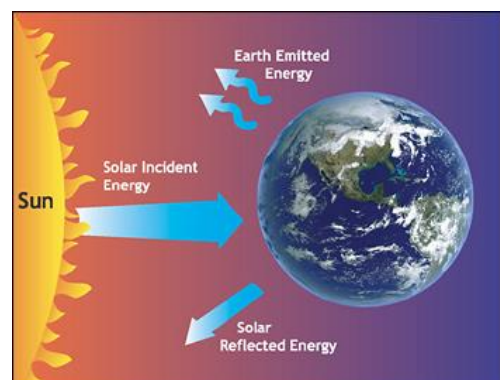
## Bereken: 'temperatuur van de aarde'

Stel nu een vergelijking op waarin je de hiervoor berekende ontvangen energie  $E_{\text{in}}$  gelijkstelt aan de uitgestraalde energie door de aarde.

$$E_{\text{in}} = E_{\text{uit}} = P_{\text{aarde}}$$

$$=$$

$$\rightarrow T_a =$$



Bereken uit bovenstaande vergelijking de temperatuur die de aarde zou hebben als we geen atmosferische effecten meenemen. Reken van Kelvin om naar graden Celsius.

## Lees: 'broeikas'

Gelukkig zorgen gassen in onze atmosfeer zoals waterdamp, ozon, koolstofdioxide, methaan en lachgas ervoor dat niet alle aardstraling de ruimte in ontsnapt, waardoor de evenwichtstemperatuur wat hoger ligt. Al leidt toename van deze gassen tot een verschuiving van dit evenwicht.

