



Werkblad 23

EXPERIMENT: STRALINGSVERMOGEN EN AFSTAND



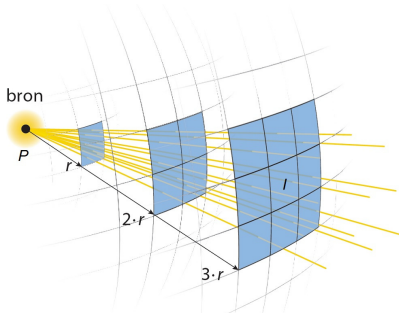
Figuur 1 Sterren verschillen in waargenomen helderheid.

Benodigheden

- gloeilamp (100 W)
- computer met Coach6, Coachlab en lichtsensor 0142i
- meetlint

KWADRATENWET

De stralingsintensiteit neemt kwadratisch af met de afstand tot de lichtbron. We noemen dat verband daarom de *kwadratenwet*. In figuur 2 zie je dat het door een lichtbron uitgezonden stralingsvermogen zich over een steeds groter oppervlak in de ruimte verspreidt. Als de afstand tot de lichtbron $2 \times$ zo groot is, is het verspreidingsoppervlak $2^2 = 4 \times$ zo groot en is de stralingsintensiteit dus $4 \times$ zo klein. En bij een $3 \times$ zo grote afstand is de stralingsintensiteit dan $3^2 = 9 \times$ zo klein.



Figuur 2 De stralingsintensiteit neemt kwadratisch af met de afstand tot de bron.

In deze opdracht verken je het verband tussen het door een lichtbron, zoals een ster, uitgezonden stralingsvermogen en de afstand tot die lichtbron.

- 1 Eén blik op de sterrenhemel maakt duidelijk dat sterren verschillen in helderheid (zie figuur 1). Leg uit hoe deze verschillen in helderheid te verklaren zijn met de eigenschappen van sterren, zoals temperatuur, straal en afstand.

Het stralingsvermogen van een ster is de in alle richtingen over alle golflengten per seconde uitgezonden stralingsenergie. De waargenomen helderheid van een ster hangt af van dit stralingsvermogen: hoe groter het stralingsvermogen is, des te groter is de waargenomen helderheid. Maar ook de afstand van de ster tot de aarde speelt een rol: hoe groter de afstand is, des te kleiner is de waargenomen helderheid.

De waargenomen helderheid van een ster is een maat voor de stralingsintensiteit van de ster op aarde: het waargenomen stralingsvermogen per m^2 .

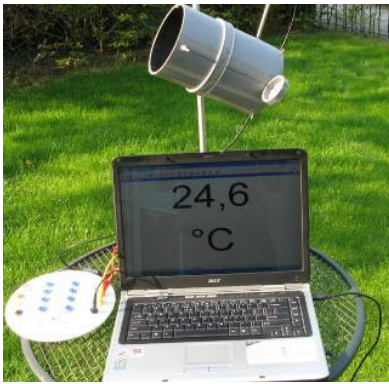
Stralingsvermogen van de zon

- 2 In dit experiment bepaal je het stralingsvermogen van de zon door de stralingsintensiteit van de zon op aarde te vergelijken met die van een gloeilamp.
 - a Zet een gloeilamp met een vermogen van 100 W aan. Doe je ogen dicht. Stel je voor dat je lekker op het strand in de zon ligt. Beweeg je pols naar de lamp toe, tot je denkt: "Nu voelt het precies zoals op het strand." Meet die afstand van je pols tot de lamp. Herhaal het experiment een aantal keren, en bereken het gemiddelde van de gemeten afstanden als 'beste schatting'. Pas op dat je je met je ogen dicht niet brandt aan de lamp.
 - b Gebruik dezelfde gloeilamp als in onderdeel a. Meet met een lichtsensor de stralingsintensiteit op verschillende afstanden van de lamp. Zet in een diagram de gemeten stralingsintensiteit uit tegen de afstand tussen de sensor en de lamp. Ga na dat de stralingsintensiteit kwadratisch afneemt met de afstand tot de lichtbron (zie het kader hiernaast over de kwadratenwet en figuur 2).
 - c Op de in onderdeel a bepaalde afstand is de waargenomen stralingsintensiteit van de gloeilamp even groot als de op aarde waargenomen stralingsintensiteit van de zon. Maak een beredeneerde schatting van het stralingsvermogen van de zon. Gebruik daarbij het resultaat van de experimenten in de onderdelen a en b, en de bekende afstand van de aarde tot de zon ($1,50 \cdot 10^{11}$ m). Controleer het resultaat van je schatting met Binas.



Benodigdheden

- koker met isolatie, spijker en kruisdraad
- beroete aluminium schijf met bekende massa en straal, voorzien van een gat voor de temperatuursensor
- computer met Coach6, Coachlab en temperatuursensor



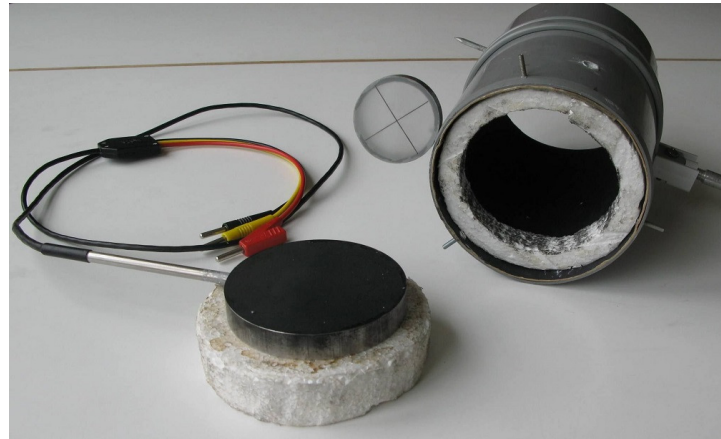
Figuur 4 Meetopstelling

Stralingsintensiteit van de zon

- 3 In dit experiment bepaal je de stralingsintensiteit van de zon op aarde met een zelfgebouwde stralingsmeter.

De stralingsmeter is weergegeven in figuur 3 en 4. Met deze opstelling is de stralingsintensiteit te bepalen uit de temperatuurstijging van een zwart beroete aluminium schijf net na de start van de meting. De massa en de straal van deze schijf zijn bekend.

De roetlaag op de aluminium schijf is aan te brengen met behulp van een kaarsvlam.



Figuur 3 De stralingsmeter bestaat uit een aluminium schijf die zwart beroet is.

In een gat in de zijkant van de schijf steekt de temperatuursensor. Het polystyrenschuim zorgt voor isolatie van de schijf. De koker kan goed op de zon gericht worden met de schaduw van de spijkerpunt op de kruisdraad.

Richt de koker van de stralingsmeter op de zon. Zorg ervoor dat je de metingen begint bij omgevingstemperatuur: houd de meter dus goed afgeschermd van de zon tot de meting loopt.

- Meet de temperatuur van de aluminium schijf als functie van de tijd. Zet in een diagram de gemeten temperatuur uit tegen de tijd .
- Bepaal uit het diagram het tempo van de temperatuurstijging in het begin. Dus: de temperatuurstijging per seconde. Als de grafiek een kromme lijn is, bepaal je dit tempo uit de raaklijn aan de grafiek.
- Ga na hoe groot de massa van de aluminium schijf is, en zoek in Binas de soortelijke warmte van aluminium op. Bereken nu het vermogen van de door de aluminium schijf opgevangen zonnestraling tijdens jouw meting.
- Ga na hoe groot de straal van de aluminium schijf is. Bereken nu de intensiteit van de zonnestraling tijdens jouw meting. Dus: het vermogen van de zonnestraling per m^2 .
- Zoek in Binas de waarde van de *zonneconstante* op: de intensiteit van de zonnestraling *buiten de atmosfeer*. Ga na dat de waarde van deze zonneconstante groter is dan het resultaat van je meting bij onderdeel **d**: de intensiteit van de zonnestraling *aan het aardoppervlak*. Hoeveel procent van de op de atmosfeer invallende zonnestraling wordt dan door de atmosfeer geabsorbeerd?