**B48 Gloeilamp als zon**

[subkop]   
Het stralingsvermogen van de zon

[onderwerpsymbool GS]

Tijd

15-30 minuten

Bereik

Vanaf klas 4

Begrippen: kwadratenwet, stralingsvermogen, zonneconstante

[inleidend kader]

Het vermogen dat de zon uitstraalt, kan redelijk goed worden bepaald met gebruikmaking van een gewone gloeilamp van 100 W en de kwadratenwet.

[eind kader]

**Nodig**

Een gloeilamp van 100 W met fitting en stekker; meetlat; blinddoek.

Eventueel als voor verificatie van de kwadratenwet: computer met Coach 6 en Coachlab, lichtsensor (bijvoorbeeld CMA 0142i)

[B48\_PFWSfig1.jpg; onderschrift]

*Gloeilamp en hand.*

**Voorbereiding**

Sluit de gloeilamp aan op de netspanning.

**Uitvoering**

Stap 2 van de uitvoering wordt alleen uitgevoerd als het zomer en zonnig is, anders moeten leerlingen het doen met hun herinnering van zonnewarmte op het strand (stap 3). Werk met groepjes van twee leerlingen die achtereenvolgens naar voren komen. Leerling 1 voert de meting uit en houdt de geblinddoekte leerling 2 in de gaten, zodat die zijn hand niet brandt aan de hete lamp. Benadruk deze belangrijke taak!

1. Je vraagt de leerlingen hoe je op een eenvoudige manier een schatting zou kunnen maken van het vermogen van de zon. Je beantwoordt die vraag zelf gedeeltelijk door de 100 W lamp aan te zetten, de hand erbij te houden, en te vragen hoe sterk een lamp op 150 miljoen km zou moeten zijn om hetzelfde warmte-effect te bereiken. Vervolgens leg je de basismethode voor de meting uit. Daarbij leg je de kwadratenwet al uit. Of juist niet en laat je de leerlingen die bij stap 6 (deels) zelf bedenken. Eventueel kan de kwadratenwet worden geverifieerd met een lichtsensor (zie Verder onderzoek).
2. Als het zomer en zonnig is: Leerling 2 houdt zijn/haar hand in de zon door het open raam en voelt hoe warm de zon is.
3. Een geblinddoekte leerling 2 beweegt zijn/haar hand langzaam naar de gloeilamp van 100 W, *totdat hij evenveel warmte voelt als wanneer hij zijn hand in de zon houdt* *op een zonnige dag op het strand* (opdracht 2). Leerling 1 let op dat de hand de lamp niet raakt en meet de afstand van de hand tot (het midden van) de gloeilamp.
4. Herhaal dit voor 6 – 10 groepjes van 2 en bepaal de gemiddelde afstand. Intussen kunnen de andere leerlingen alvast nadenken hoe ze met behulp van deze afstand het vermogen van de zon gaan berekenen (zie stap 1).
5. Leerlingen berekenen de verhouding tussen de afstand tot de zon en de gemiddelde afstand tot de lamp die gemeten is.
6. Leerlingen gebruiken de kwadratenwet of bedenken zelf een manier om het vermogen van de zon te berekenen uitgaande van het vermogen van de lamp.
7. Er is een manier om de schatting te verbeteren. De hand voelt voornamelijk de infrarode warmtestraling. Bij de gloeilamp is dat 90 - 95% van de straling. Bij de zon is dat 52% van de straling. Welke correctie moet je nog toepassen om een betere schatting van het vermogen van de zon te krijgen?
8. Laat het vermogen van de zon opzoeken in Binas (tabel 32C). Was onze experimentele schatting redelijk (binnen een factor 10)?

**Natuurkundige achtergrond**

[B48\_PF\_fig2.jpg in deze paragraaf plaatsen waar het uitkomt; onderschrift]

*Kwadratenwet.*

|  |
| --- |
|  |

De essentie van dit experiment is dat leerlingen door toepassing van de kwadratenwet het uitgestraalde vermogen van de zon berekenen.

De lamp zendt een vermogen van 100 watt uit in alle richtingen waarvan 90 - 95% in de vorm van warmtestraling. Wat op je hand valt is maar een deel daarvan. Eenzelfde situatie geldt voor de zon. We nemen aan dat de gloeilamp zijn licht en warmtestraling in alle richtingen gelijkmatig uitstraalt zoals ook de zon zijn energie in alle richtingen uitstraalt. Ook nemen we aan dat de straling van de gloeilamp bij benadering vergelijkbaar is met de straling van de zon. De hoeveelheid energie die wordt opgevangen door een gegeven oppervlak zal afnemen met de afstand tot de zon. Het verband met de afstand is dat de energie door een oppervlak, zoals in de figuur is afgebeeld, afneemt met het kwadraat van de afstand. Dit staat bekend als **de kwadratenwet**.

**Veiligheid**

Zorg dat de arm van leerlingen de lamp niet kan raken om verbranden van de huid te voorkomen.

**Verder onderzoek**

Voorafgaand aan of na afloop van de bepaling van het uitgestraalde vermogen van de zon, kun je de leerlingen de kwadratenwet eerst zelf laten afleiden. Dit kan door met een lichtmeter (bijvoorbeeld de lichtsensor CMA 0142i) de lichtsterkte van de gloeilamp op verschillende afstanden te bepalen en grafisch weer te geven als functie van de afstand op dubbel-logaritmisch papier. De kwadratenwet kan vervolgens nog een keer worden toegepast om de zonneconstante te berekenen, dat is het zonnevermogen dat gemiddeld per vierkante meter de aarde bereikt.

Ook kun je daaruit het totale zonnevermogen invallend op de aarde berekenen. Bij berekening ervan blijkt dit vele malen groter te zijn dan de hoeveelheid vermogen die wij als aardbewoners gemiddeld verbruiken voor transport, industrie, verlichting, verwarming en andere doeleinden! Verwacht wordt dat het totale energieverbruik in 2030 ca 700.1018 J per jaar zal bedragen (bron: [http://www.deconsult.nl](http://www.deconsult.nl/)). Deze constatering kan worden gebruikt om de motivatie bij leerlingen tot gebruik en ontwikkelen van duurzame energie te stimuleren. Ze kunnen bijvoorbeeld met de zonneconstante berekenen welk totaal oppervlak aan zonnepanelen in principe nodig is om die hoeveelheid energie als elektrische energie op te wekken (afgezien van aspecten als dag/nacht, energiebehoefte, transport van elektrische energie, enzovoorts).

[begin kadertje]

Op de site, [www.nvon.nl/showdefysica2](http://www.nvon.nl/showdefysica2), staat bij deze demo B48 een Excelbestand: *Berekening vermogen zon.* Verder staan er links naar mooie plaatjes die kunnen dienen als illustratie bij een opdracht voor berekening van de zonneconstante.

[eind kadertje]

Site

Links:

(fig3) <http://wikikids.nl/images/thumb/1/1a/Zonnestelsel.jpg/400px-Zonnestelsel.jpg>

(fig 4) (mooi model van zonnestelsel) <http://www.freethinker.nl/>

(fig 5) (veld met zonnepanelen) <http://www.vanrooijen.nl/i/projecten/zonnepanelen/zonnepanelen-2.jpg>

Voor berekeningen van het e.e.a. is een Excel-bestand voorhanden

[PFexcel.xlsx] Berekening van het vermogen van de zon

Auteurs opdracht:

Paul Feldbrugge, Wim Sonneveld, Ed van den Berg

Foto figuur 1: Wim Sonneveld