

Poollicht

Lees de onderstaande tekst.

In de gebieden bij de Noordpool en de Zuidpool kun je vaak 's nachts gekleurd licht zien. Dit poollicht wordt respectievelijk noorderlicht of zuiderlicht genoemd (zie figuur 1).

figuur 1



figuur 2



Het poollicht wordt veroorzaakt door een zogenaamd plasma van positief geladen en negatief geladen deeltjes. Dit plasma verlaat de zon bij een zonne-uitbarsting (zie figuur 2) en bereikt 17 uur later onze dampkring.

Als de deeltjes botsen met moleculen in de lucht geeft dit de spectaculaire lichtverschijnselen van het poollicht.

Het plasma moet een bepaalde minimale snelheid hebben om aan het gravitatieveld van de zon te kunnen ontsnappen.

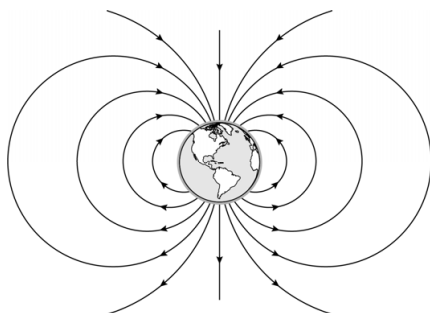
4p **9** Bereken deze snelheid. Noteer je antwoord in vier significante cijfers.

De afstand die het plasma aflegt van de zon naar de aarde is $1,5 \cdot 10^{11}$ m.

2p **10** Bereken de gemiddelde snelheid van het plasma over dat traject.

In figuur 3 is de aarde met haar magneetveld te zien. De aarde is op te vatten als een staafmagneet.

figuur 3



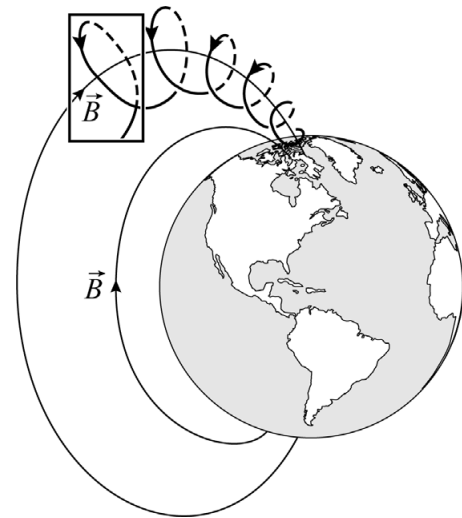
Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- 1p 11 Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met een N aan waar de magnetische noordpool van de aarde zich bevindt.

Als het plasma het aardmagnetisch veld binnenkomt, gaan geladen deeltjes van het plasma een schroefvormige beweging maken om de magnetische veldlijnen. In figuur 4 is de baan van één geladen deeltje weergegeven.

In het rechthoekige kader in figuur 4 is één omloop van het geladen deeltje om een veldlijn van het aardmagnetisch veld te zien. Op de uitwerkbijlage is deze omloop vereenvoudigd weergegeven, zoals je deze ziet als je in de richting van het magnetisch veld kijkt. De richting van de veldlijn en de component van de snelheid loodrecht op de veldlijn zijn ook weergegeven.

figuur 4



- 3p 12 Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de richting van de lorentzkracht op het deeltje.
 - Leg uit of het deeltje positief of negatief geladen is.

De snelheid van het deeltje heeft niet alleen een component loodrecht op de veldlijn, maar ook een component in de richting van de veldlijn. Die laatste component zorgt ervoor dat het deeltje richting de magnetische noordpool of zuidpool beweegt. Deze beweging langs de veldlijn levert in combinatie met de cirkelbeweging om de veldlijn de schroefvormige baan in figuur 4 op.

- 2p 13 Leg met behulp van figuur 4 uit waarom de straal van de cirkelbeweging steeds kleiner wordt naarmate het deeltje dichterbij de pool komt.

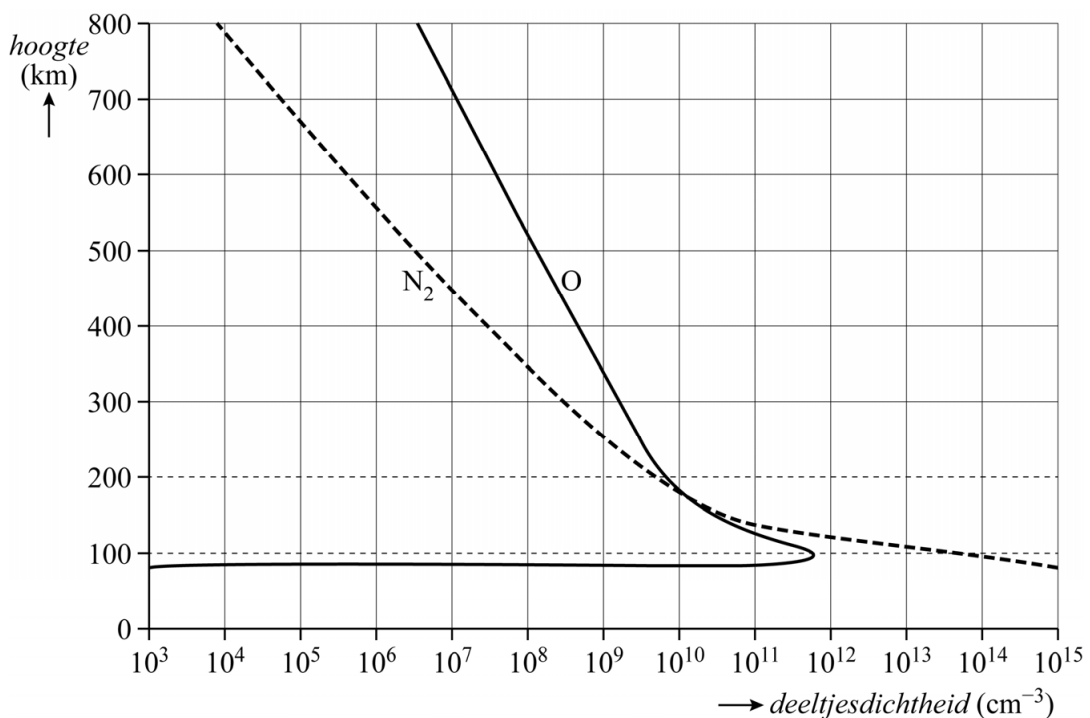
Het plasma wordt dus door het aardmagnetisch veld afgebogen naar de polen en zorgt daar voor het ontstaan van het poollicht. Het poollicht ontstaat vooral als gevolg van botsingen van de plasmadeeltjes met zuurstofatomen O en stikstofmoleculen N_2 . De volgende processen komen voor:

- Een aangeslagen N_2 -molecuul zendt bij terugvallen een combinatie van golflengtes uit, die wij zien als de kleur magenta.
- Een aangeslagen O-atoom zendt bij het terugvallen vooral rood licht uit, tenzij het botst met een N_2 -molecuul.
- Bij een botsing tussen een aangeslagen O-atoom en een N_2 -molecuul draagt het N_2 -molecuul energie over aan het O-atoom, dat vervolgens de dominante kleur in het poollicht uitzendt. De fotonen van dit licht hebben een energie van 2,22 eV.

- 4p 14 Geef aan wat de dominante kleur in het poollicht is. Bereken daarvoor eerst de golflengte van de fotonen.

In figuur 5 is het aantal deeltjes per cm^3 uitgezet tegen de hoogte.

figuur 5



De dominante kleur in het poollicht ontstaat vooral op hoogtes tussen ongeveer 100 km en 200 km.

- 3p 15 Voer de volgende opdrachten uit. Maak daarvoor gebruik van figuur 5:
- Leg uit dat deze kleur op grote hoogte (> 300 km) nauwelijks ontstaat.
 - Geef aan welke kleur op hoogtes kleiner dan 100 km vooral ontstaat.