

Opgave 4 Luchtspiegeling

Soms kan een automobilist op een heel warme dag, de auto's die hem tegemoet komen ook gespiegeld in het wegdek zien. Het lijkt dan alsof er water op de weg ligt, maar de weg is kurkdroog: de bestuurder ziet een zogenaamde 'luchtspiegeling'. Zie figuur 1.

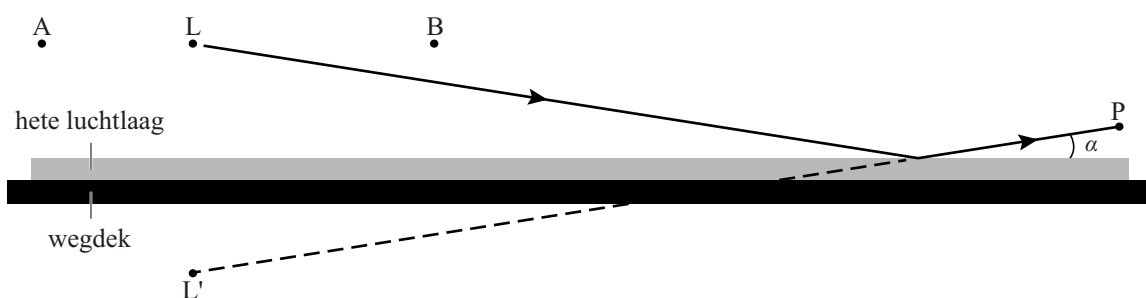
Een luchtspiegeling kan ontstaan als er boven het wegdek een laagje hete lucht hangt. De brekingsindex van koude lucht is verschillend van die van warme lucht zodat er op het grensvlak volledige terugkaatsing kan optreden.

figuur 1



In figuur 2 is de beschreven situatie schematisch weergegeven. De grijze rechthoek stelt het hete laagje lucht voor. Vanuit het dak van de tegemoet komende auto (L) is een lichtstraal getekend die (volledig) terugkaatst tegen de hete luchtlaag en daarna het oog van de bestuurder treft (P). Er is sprake van totale terugkaatsing.

figuur 2



- 2p 16 Is de brekingsindex van hete lucht kleiner of groter is dan die van koude lucht? Leg je antwoord uit met behulp van figuur 2.

In de figuur op de uitwerkbijlage zijn, behalve punt L, ook de punten A en B getekend. Voor een lichtstraal vanuit één van beide punten geldt, dat de hoek van inval precies gelijk is aan de grenshoek. De figuur is niet op schaal.

- 2p 17 Leg met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage uit voor welk punt (A of B) dat geldt.

Als de hoek van inval precies gelijk is aan de grenshoek, is hoek α in figuur 2 de maximale gezichtshoek waaronder je de luchtspiegeling nog kunt zien.

Omdat de brekingsindex voor de overgang van koude lucht naar warme lucht afhangt van het temperatuurverschil ΔT tussen deze twee luchtlagen, hangt hoek α ook af van ΔT . Dit verband is weergegeven in figuur 3.

In een bepaalde situatie geldt:

$$\sin g = 0,99996.$$

De temperatuur van de koude lucht is 20 °C.

4p **18** Beantwoord nu de volgende vragen:

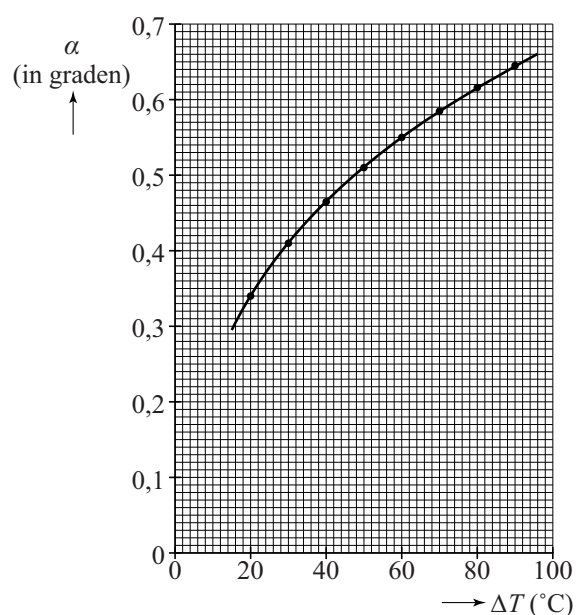
- Bereken de maximale gezichtshoek α in 2 significante cijfers.
- Bepaal hiermee de temperatuur van de hete lucht.

Luchtspiegelingen kunnen ook voorkomen boven een heel koud oppervlak.

Op de foto van figuur 4 zie je een luchtspiegeling van een schip. Je ziet het schip op het water, maar ook gespiegeld 'in de lucht hangen'.

2p **19** Leg uit hoe het komt dat het spiegelbeeld van het schip in de lucht te zien is.

figuur 3

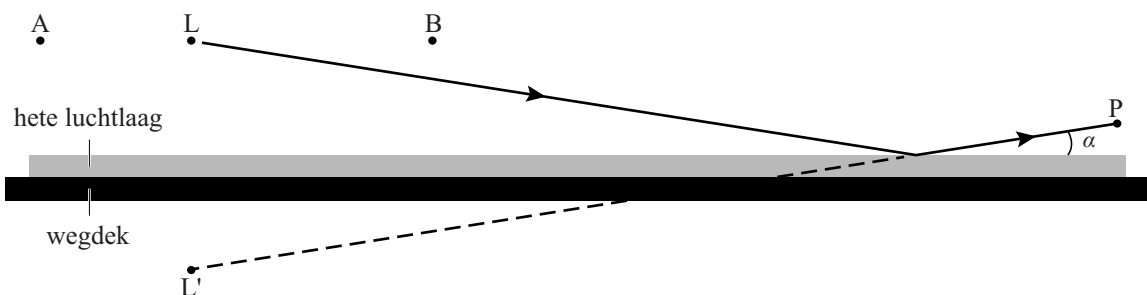


figuur 4



uitwerkbijlage

17



Ruimte voor het beantwoorden van vraag 17:

.....

.....

.....

.....