

### Opgave 4 Regendruppels

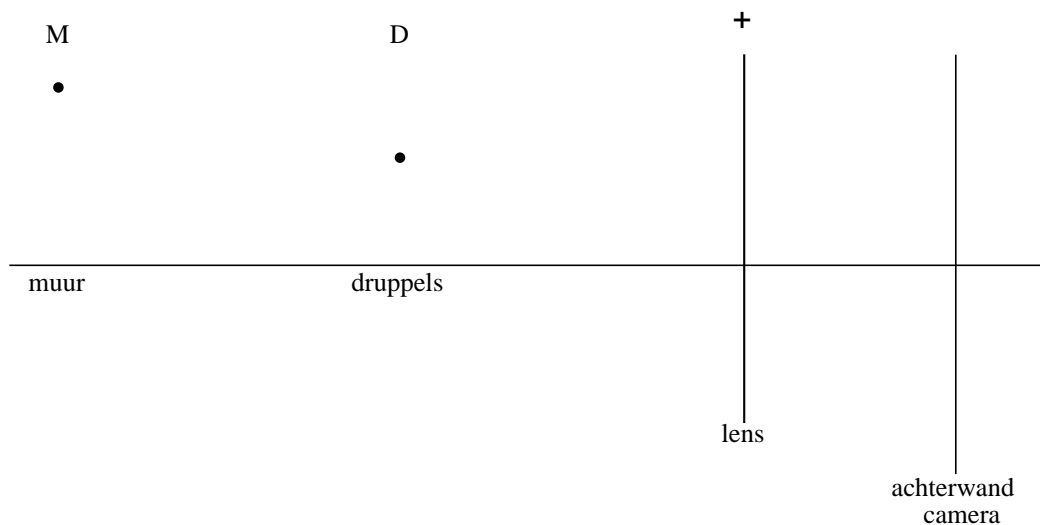
Op de foto van figuur 1 zie je vallende regendruppels. (Omdat het een beetje waait, vallen de druppels niet loodrecht naar beneden.)

Tijdens het maken van de foto stond de camera scherpgesteld op de regendruppels die zich halverwege de lens en de muur bevinden. In figuur 2 staat een schematische tekening van de situatie. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 1



figuur 2



Punt D geeft een druppel aan.  
Punt M is een punt van de muur.

- 4p 15 Voer de volgende opdrachten uit:
- Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage het beeld van punt D.
  - Bepaal de plaats van een van de brandpunten en construeer het beeld van punt M.
  - Leg uit waarom de afbeelding van de bakstenen op de foto niet scherp is.

Voor de luchtwrijvingskracht op een druppel geldt:

$$F_w = \frac{1}{2} c_w \rho_l A v^2$$

Hierin is:

- $c_w$  de wrijvingscoëfficiënt. Deze is onafhankelijk van de diameter van de druppel;
- $\rho_l$  de dichtheid van de lucht in  $\text{kg m}^{-3}$ ;
- $A$  de frontale oppervlakte van de druppel in  $\text{m}^2$ ;
- $v$  de snelheid van de druppel in  $\text{ms}^{-1}$ .

Als een druppel met constante snelheid  $v$  valt, geldt voor de valsnelheid:

$$v^2 = kr$$

Hierin is:

- $r$  de straal van de druppel in m;
- $k$  een constante.

- 4p **16** Druk de constante  $k$  uit in  $g$ ,  $c_w$ ,  $\rho_l$  en  $\rho_w$ .
- $\rho_w$  is de dichtheid van water in  $\text{kg m}^{-3}$ ;
  - $g$  is de valversnelling in  $\text{ms}^{-2}$ .

Voor regendruppels op de foto van figuur 1 is de waarde van  $k$  gelijk aan  $4,0 \cdot 10^4$ . De duur van de opname (sluittijd) is  $\frac{1}{60}$  s.

De hoogte van een baksteen met één voeg in de muur is 6,0 cm.

De vergroting van een baksteen op de foto is de helft van de vergroting van de druppels.

Bekijk het spoor van de druppel tussen de punten A en B.

- 5p **17** Bepaal de diameter van deze druppel aan de hand van de lengte van het spoor AB op de foto.

Tijdens het vallen verdampt er een klein deel van het water van een druppel. Dit is zo weinig dat het geen invloed heeft op de valsnelheid van de druppel, maar wel op zijn temperatuur.

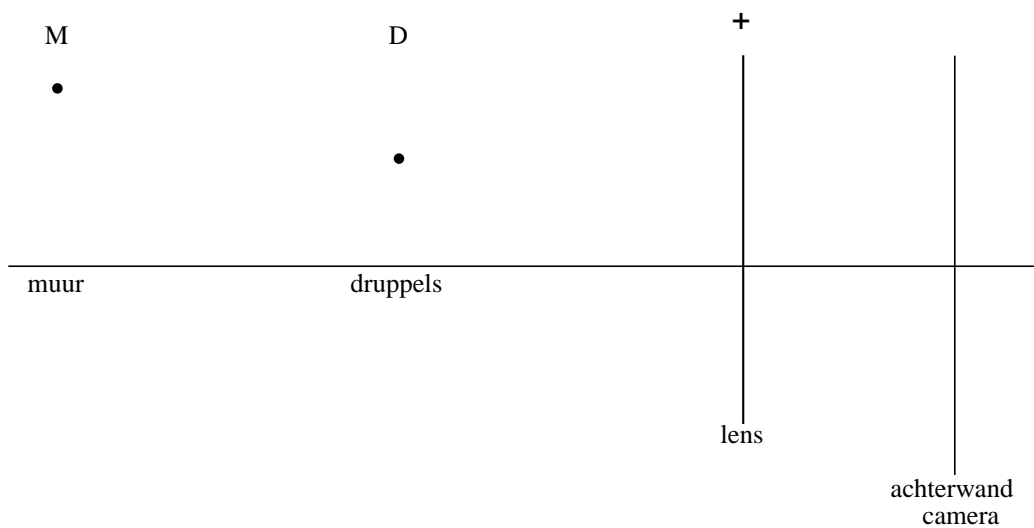
- 3p **18** Beredeneer of de temperatuur van de druppel door het verdampen stijgt of daalt.

De snelheid van een druppel is in de laatste 100 m van de val constant. Dit is een gevolg van de luchtwrijving. Door diezelfde luchtwrijving stijgt de temperatuur van de druppel iets. Neem aan dat alle wrijvingswarmte van de vallende druppel leidt tot deze temperatuurstijging.

- 4p **19** Bereken de temperatuurstijging van een druppel in de laatste 100 m van de val als gevolg van de luchtwrijving.

**uitwerkbijlage**

15



uitleg: .....

.....

.....

.....