



daVinci Programma

Onderzoekend en creatief

Ontwerpopdracht Telescoop



Figuur 1 Telescoop of verrekijker



Figuur 2 Microscop

Een optisch apparaat is vaak bedoeld om iets beter te kunnen bekijken. Met een microscoop kijk je naar kleine voorwerpen, met een verrekijker of telescoop kijk je naar grote voorwerpen die ver weg staan.

1. **Telescoop** – om naar sterren of planeten aan de hemel te kijken
 2. **Verrekijker** – om op aarde naar voorwerpen ver weg te kijken
- Bij een verrekijker moet het beeld rechtop staan, bij een telescoop is dat niet zo belangrijk.

Inleiding

Een eenvoudige telescoop of verrekijker bestaat uit twee lenzen en de vergroting hangt af van de sterkte van de twee lenzen. Bij een sterke vergroting neemt de beeldkwaliteit af. Het beeld is dan minder scherp of niet helder genoeg. De eerste stap in de opdracht is dan ook om uit te zoeken welke lenzen het best zijn.

Beoordeling

Je telescoop wordt beoordeeld op de volgende punten:

- De vergrotingsfactor van het apparaat moet zo groot mogelijk zijn. Noteer de vergrotingsfactor op de telescoop.
- Het beeld moet goed zichtbaar zijn. Dat betekent dat het beeld scherp is en dat het beeld voldoende helder is
- Constructie: Je moet met het apparaat scherp kunnen stellen.
- De vormgeving: uiterlijk, kleur, etc.

Voor de behuizing van het apparaat (de buitenkant) mag je gebruik maken van kartonnen kokers, papier en karton.

Opdracht

De opdracht bestaat uit een aantal onderdelen:

1. Bestudeer de bijbehorende theorie en maak de vragen erbij. Lever de antwoorden in.
2. Onderzoek welke lenzen het meest geschikt zijn. Probeer verschillende combinaties en controleer of de vergroting (ongeveer) klopt met wat je berekend hebt.
3. Bedenk hoe je het apparaat gaat bouwen. Hoe ga je de buitenkant maken en hoe zorg je dat je scherp kunt stellen? Maak een bouwtekening en lever die in. Noteer daarin ook de afmetingen en de lenzen die je gekozen hebt.
4. Bouw vervolgens de behuizing voor het apparaat en bevestig de lenzen erin. Zorg dat je kunt scherp stellen en dat de behuizing voldoende stevig is.

Lenzen

De lenzen die je gaat gebruiken zijn gemaakt van acryl, een kunststof die je goed kunt lijmen. Het nadeel van acryl is wel dat er snel krassen in komen. Je krijgt een aantal lenzen die geschikt zijn voor het optisch apparaat van je keuze. Daaruit kies je twee lenzen.



Figuur 3 Kunststof lenzen

Telescoop

Een eenvoudige telescoop bestaat uit twee lenzen. Met de voorste lens, het **objectief**, wordt een afbeelding gemaakt van het voorwerp. Door de tweede lens, het **oculair**, kijk je van dichtbij naar het beeld dat de eerste lens gemaakt heeft.



Figuur 4 Telescoop of verrekijker

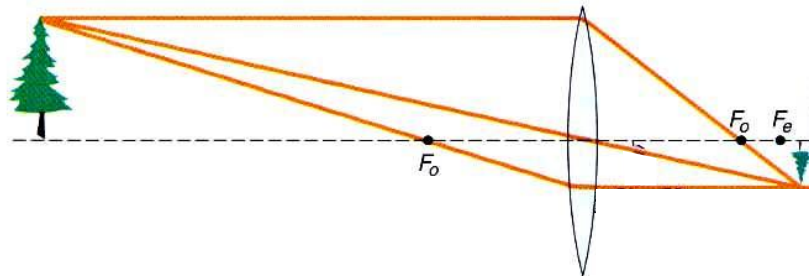


Figuur 5 Een bolle lens maakt een omgekeerd beeld

Theorie telescoop

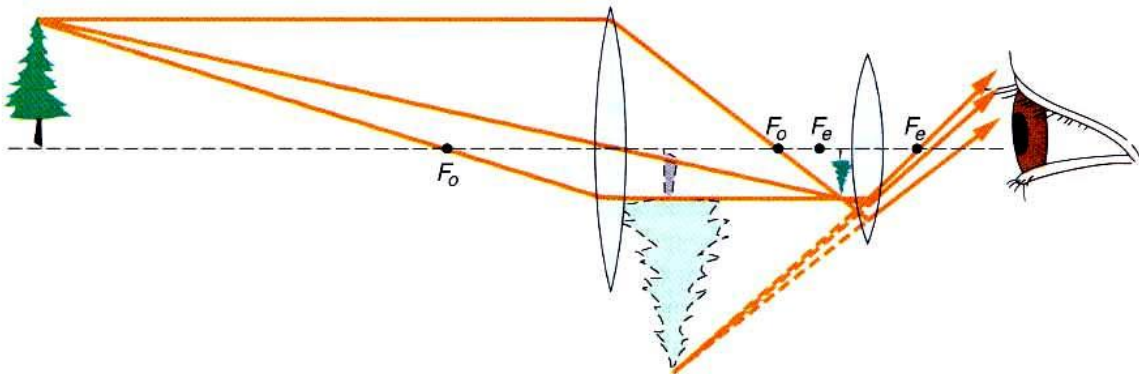
De voorste lens maakt een beeld van het voorwerp. Omdat het voorwerp heel ver weg staat komt het beeld (ongeveer) in het brandpunt. Het beeld is dan altijd verkleind doordat het voorwerp zo ver weg staat. Zie figuur 6.

Om toch een zo groot mogelijk beeld te krijgen wordt een zwakke lens gebruikt. Door de grote brandpuntafstand van deze lens komt het beeld vrij ver van de lens te liggen. Daarom zijn telescopen zulke grote instrumenten. Een tweede nadeel van een groot beeld is dat het beeld erg lichtzwak wordt.



Figuur 6 Het objectief maakt een verkleind omgekeerd beeld van de boom

Het beeld dat door het objectief is gemaakt wordt bekeken door een andere lens: het oculair. Deze lens (een loep) is altijd een sterke lens om het beeld van dichtbij te kunnen bekijken.



Figuur 7 Je kijkt door het oculair naar een vergroot (virtueel) beeld. In werkelijkheid staat dit beeld verder weg

Je kijkt door het oculair naar een vergroot (virtueel) beeld (zie figuur 7). Het beeld is omgekeerd. Dat is geen probleem als je naar de sterren kijkt, maar wel als je een vliegende vogel wilt volgen. Het beeld van de voorste lens staat (ongeveer) in het brandpunt, en ook (ongeveer) in het brandpunt van het oculair. De twee brandpunten vallen dan (ongeveer) samen en de lengte van de telescoop is dan gelijk aan de som van de twee brandpuntsafstanden.



Figuur 15 Een lenzentelescoop

De vergroting van een telescoop geeft aan hoeveel keer groter je het voorwerp ziet vergeleken met het blote oog. Deze vergroting wordt ook wel de hoekvergroting genoemd.

De grootste vergroting wordt bereikt als de eerste lens een grote brandpuntsafstand heeft en de tweede lens een kleine brandpuntsafstand. De vergroting wordt berekend met de volgende formule:

$$N = \frac{f_{\text{objectief}}}{f_{\text{oculair}}}$$

De vergroting is dus gelijk aan de verhouding van de brandpuntsafstanden van het objectief en het oculair. De telescoop in figuur 15 heeft bijvoorbeeld een objectief met $f = 1200$ mm en verwisselbare oculairs met een brandpuntsafstand van 3 tot 80 mm. De vergroting varieert dan van 15× tot 400×. Bij zulke grote vergrotingen moet de telescoop op een statief geplaatst worden. Een telescoop die je in de hand kunt houden heeft vaak een vergroting van 10× tot 20×.

Bij de kunststof lenzen die je bij deze opdracht gebruikt moet een vergroting van 5× haalbaar zijn.

Samengevat:

- Een lenzentelescoop gebruikt twee lenzen. De eerste lens geeft een verkleind beeld, de tweede lens wordt als een loep gebruikt om het beeld te bekijken.
- De vergroting van een telescoop is gelijk aan de verhouding van de brandpuntsafstanden van de lenzen.

Vragen

- 1 Wat geldt bij een telescoop voor de voorste lens (objectief)?
 - a Het objectief is een sterke positieve lens.
 - b Het objectief is een zwakke positieve lens.
 - c Het objectief is een sterke negatieve.
 - d Het objectief is een zwakke negatieve lens.
- 2 Wat geldt bij een telescoop voor het oculair?
 - a Het oculair is een sterke positieve lens.
 - b Het oculair is een zwakke positieve lens.
 - c Het oculair is een sterke negatieve.
 - d Het oculair is een zwakke negatieve lens.
- 3 Het objectief van een telescoop is meestal een lens met een grote brandpuntsafstand.
 - a Leg uit wat het voordeel is van zo'n lens.
 - b Noem een nadeel van zo'n lens.

- 4 In figuur 6 en 7 zie je de beeldvorming bij een telescoop. De voorste lens (het objectief) maakt een beeld van de boom
- a Is dit beeld in figuur 6 rechtop of omgekeerd? Reëel of virtueel?
 - b Hoeveel keer vergroot of verkleind is het beeld in figuur 6?

In werkelijkheid zal het voorwerp waar je naar kijkt veel verder weg staan dan de boom in de tekening.

- c Waar komt het beeld als het voorwerp heel ver weg komt te staan?

Het oculair in figuur 7 maakt een tweede beeld. Je kijkt door de lens naar dit beeld.

- d Is dit beeld rechtop of omgekeerd? Reëel of virtueel?
- e Leg uit waarom deze telescoop wel geschikt is om naar de sterren te kijken, maar minder handig als je naar vogels of bomen wilt kijken.

- 5 Bij een telescoop kan het voorwerp niet dichterbij de lens geschoven worden. Voor een sterke vergroting moet het beeld daarom zo ver mogelijk van het objectief terecht komen.
- a Leg met de formule $N = \frac{b}{v}$ uit dat het beeld van de voorste lens groter wordt als het beeld verder van de lens ligt.

- b Heb je voor een groter beeld een sterke of een zwakke lens nodig?

Met het oculair wil je van dichtbij naar het beeld van de eerste lens kijken.

- c Gebruik je dan een sterke of een zwakke lens als oculair?
- d Leg uit hoe je aan de formule $N = \frac{f_{\text{objectief}}}{f_{\text{oculair}}}$ kunt zien welke lens zwak moet zijn en welke sterk om een sterke vergroting te krijgen.

- 6 Je hebt een grote lens met een brandpuntsafstand van 30 cm die je wilt gebruiken als objectief.
- a Bereken de brandpuntsafstand van het oculair dat nodig is voor een vergroting van $N = 5$ bereiken.
- b Bereken de vergroting bij een oculair met $f = 15$ mm.
- 7 Het oculair van een telescoop wordt meestal zo geplaatst dat het brandpunt van het oculair samenvalt met het beeld dat door het objectief gemaakt wordt.
- a Zijn de lichtbundels na het oculair dan divergent, convergent of evenwijdig?

	diameter (mm)	f (mm)	dioptrie
3	16,5	+30	+33,3
4	16,5	+49	+20,4
8	34,5	+225	+4,4
8a	40,0	+180	+5,6
9	45,0	+360	+2,8
9a	50,0	+245	+4,1

Figuur 16 Beschikbare lenzen voor een telescoop

- b Leg uit dat de persoon die door het oculair kijkt zijn oogspieren dan niet hoeft te aan te spannen.
- 8 In figuur 16 zie je uit welke lenzen je kunt kiezen voor een telescoop.
- a Met welke twee lenzen kun je een telescoop bouwen met de grootste vergroting?
- b Bereken de hoogst haalbare vergroting met deze lenzen.
- c Welk nadeel zou er kunnen kleven aan een telescoop met een sterke vergroting?
- d Met welke twee lenzen krijg je de kleinste vergroting?

Bouw je telescoop

Voor het ontwerp dat je gaat maken gelden de volgende eisen:

- De vergrotingsfactor van het apparaat moet zo groot mogelijk zijn, maar het beeld moet goed zichtbaar zijn. Dat betekent dat het beeld scherp is en dat het beeld voldoende helder is
- Gebruik alleen de lenzen die de school beschikbaar stelt.
- Je moet met het apparaat scherp kunnen stellen.
- Voor de behuizing van het apparaat (de buitenkant) mag je gebruik maken van karton, papier en kunststof buizen.

9 Nu je de vragen gemaakt hebt ben je klaar om je verrekijker te gaan bouwen.

a Onderzoek welke lenzen het meest geschikt zijn. Probeer verschillende combinaties en controleer of de vergroting (ongeveer) klopt met wat je berekend hebt. Noteer welke lenzen je gaat gebruiken, en bereken de vergroting.



Figuur 4 Kunststof lenzen

b Bedenk hoe je het apparaat gaat bouwen. Hoe ga je de buitenkant maken en hoe zorg je dat je scherp kunt stellen? Maak een bouwtekening en lever die in. Noteer daarin ook de afmetingen en de lenzen die je gekozen hebt.

c Bouw vervolgens de behuizing voor het apparaat en bevestig de lenzen erin. Zorg dat je kunt scherp stellen en dat de behuizing voldoende stevig is.