

ONDERZOEK VAN EEN KLEINE KIJKER I.Onderzoek in het laboratorium.

In de astronomie is de kijker een der belangrijkste instrumenten. We zullen in de serie proeven enkele facetten van dit instrument bekijken en tevens leren hoe er mee te werken.

De opstelling.

1. Hierbij worden in het algemeen twee assen gebruikt, die loodrecht op elkaar geplaatst zijn. De stand van deze assen kan verschillend zijn:
 - a. de azimuthale opstelling: één as verticaal en één horizontaal;
 - b. de equatoriale of parallaktische opstelling: één as (de poolas) evenwijdig aan de aardas en dus gaande door de hemelpolen. De andere as, loodrecht op de poolas, wordt declinatie-as genoemd;
 - c. de meridiaankijker heeft een bijzondere opstelling met slechts één horizontale as. Deze is zuiver oost-west gericht, zodat de kijker alleen in het meridiaanvlak kan draaien.

Vraag 1) Welke opstelling is volgens u het meest geschikt om een hemellichaam in zijn dagelijkse beweging te volgen. Waarom?

Om de kijker vast te kunnen zetten, zijn klemmingen aangebracht. Bekijk deze op uw kijker. Draai deze klemmingen NOOIT zeer strak aan, dat is overbodig en schadelijk voor het instrument. De constructie is zodanig dat "even aandraaien" voldoende is.

De kijker

2. Deze bestaat in principe uit een kijkerbuis waarin twee lenzen of lenzensystemen zijn aangebracht n.l.:

- a. het objectief,
- b. het oculair.

Vraag 2 a) Teken nu de stralengang in de astronomische kijker voor het ongeaccomodeerde oog.

- b) Teken enkele stralen komende van een punt in het oneindige op de hoofdas en van een punt buiten de hoofdas.
- c) Geef de brandpuntsafstanden aan.

Vraag 3 a) Onderzoek of het verschil maakt of u dwars door een ruit of door een geopend raam kijkt.

b) Houd ook een stuk vensterglas vlak voor het objectief.

c) Bepaal de kortste afstand van een voorwerp dat nog net scherp te zien is. Waar wordt deze afstand door bepaald?

V_{2000}
1500

4. Het oculair. Eerst gaan we na hoe de werking is:

Stel de kijker scherp op een ver verwijderd voorwerp, b.v. een straatlantaarn, door het oculair in en uit te schuiven.

Vraag 4 a) Meet hoever het achtervlak van het oculair van het objectief verwijderd is. Schroef vervolgens het gehele "oculairhuis" voorzichtig uit de kijkerbuis.

442 mm

b) Meet vervolgens de afstand van het door het objectief gevormde beeld tot het objectief.

401 mm

c) Waar ligt dit beeld t.o.v. de lenzen van het oculair?

d) Waar zitten de "kruisdraden"?

e) Waarom juist daar?

Waarschuwing: Wees uiterst voorzichtig met de "kruisdraden" en steek niets in het oculairbuisje.

$$\frac{2000}{b} = \frac{1500}{19}$$

Vraag 5 a) Hoe bepaalt u de brandpuntsafstand van een enkele lens?

Deze manier is niet zonder meer toepasbaar op een lenzensysteem, wat uw oculair in feite is. Voor een lenzensysteem wordt f gemeten vanaf een z.g. hoofdvlak, waarvan de ligging alleen bepaald kan worden als de eigenschappen van de afzonderlijke lenzen bekend zijn.

$$b = 19 \cdot \frac{20^4}{15.3} = \frac{26}{3} = f \approx 25 \text{ mm}$$

We kunnen deze moeilijkheid echter omzeilen met de volgende methode: ontwerp het beeld van een TL-buis (lengte v).

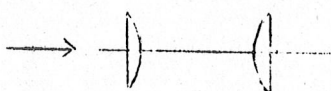
b) Uit de verhouding $V/B = v/b$ en de benadering $b = f$ is de brandpuntsafstand van het oculair te berekenen.

$$b = 19$$

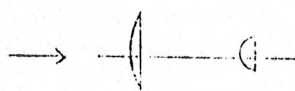
c) Waarom speelt bij deze methode de precieze ligging van het hoofdvlak geen rol?

6. Het meest eenvoudige oculair is een enkelvoudige lens. Het veld van de kijker is dan vaak klein. O.a. hierom wordt een oculair meestal samengesteld uit twee lenzen. De voorste lens (die naar het objectief gekeerd) wordt dan veldlens genoemd.

Twee veel gebruikte typen zijn het Ramsden-oculair en het Huygens-oculair. Het eerste is te gebruiken als loupe en het geeft een reëel beeld van een verre lamp. Met het tweede gaat dit niet.



Ramsden



Huygens

Vraag 6 a) Bepaal tot welk soort het oculair van uw kijker behoort. Let op de richting van de bolle kant van de lenzen. Vergelijk ook punt 4.

b) Wat is het voordeel van een samengesteld oculair boven een enkelvoudig?

7. Het kijkerveld.

Vraag 7 Meet de grootte van het veld 2φ uit $\tan \varphi = \frac{\text{straal diafragma}}{\text{brandpuntsafstand objectief}}$. Een praktische methode zal bij de volgende kijkerproef worden toegepast (Onderzoek kijker II, Dagelijkse beweging)

$$\tan \varphi = \frac{10,5}{401} \quad 2\varphi = 2 \arctan \frac{10,5}{401}$$

Vraag 8 a) Kijk naar een willekeurig tafereel en scherm een deel van het objectief af.

b) Hoe verandert het veld?

c) En de helderheid?

Vraag 9 a) Wat verstaat men onder de hoekvergroting van een kijker?

b) Geef de hoeken aan in de tekening gemaakt onder punt 2.

c) Druk de vergroting uit in bekende grootheden en bereken de hoekvergroting van uw kijker met het volledige oculair.

10. De oogring. Stel de kijker in op oneindig. Richt deze daarna op een helder verlichte wand en houdt achter het oculair een scherpje. U zult een scherp verlicht cirkeltje zien als u het scherm wat heen en weer beweegt. Dit is de oogring. Het is het beeld van het objectief, gevormd door het oculair. Dit is als volgt te demonstreren. Leg een potlood op het objectief en constateer dat de oogring en het potlood op dezelfde plaats scherp zijn.

Vraag 10 a) Meet de afstand van oogring tot het oculair.

b) Houd uw oog voor en achter de oogring en onderzoek of het veld verandert.

c) Wat is de beste plaats?

Vraag 11 a) Meet nu de middellijn van de oogring met de loupe en een millimeterschaaltje (of doorzichtige lineaal) in een statief.

b) Toon aan dat geldt: hoekvergroting = $F/f = D_{\text{obj}}/D_{\text{oogr}}$; schets daartoe de vorming van de oogring als beeld van het objectief door het oculair (deze als enkele lens voorstellen).

c) Bereken de hoekvergroting en vergelijk de uitkomst met die gevonden onder punt 9.

Vraag 12 a) Als de kijker kruisdraden heeft, kijk dan, of die scherp voor uw oog kunnen worden ingesteld. Stel daarna de kijker als geheel scherp op een verre lichtbron. Onderzoek nu, of dit precies gebeurd is, door het oog een weinig heen en weer te bewegen.

b) Is er parallax?

c) Zitten de kruisdraden op de juiste plaats?

d) Moeten ze naar voren/achteren?

13. Bij het kijken naar een heldere achtergrond ziet u allerlei stofjes.

Vraag 13 a) Waar zitten die?

b) Draai het oculair en zie of ze mee bewegen.

14. De buiging. Om deze te onderzoeken maken we het effect vele malen groter dan het bij normaal gebruik van de kijker is. Verminder de middellijn van het objectief tot 1 mm door aanbrengeⁿ van een schermpje met kleine opening. Stel dan in op een verwijderde, puntvormige lichtbron.

Vraag 14 Bekijk de buigingsringen; maak een schets, die "kwalitatief" de lichtverdeling aangeeft langs de middellijn van de figuur.

Vraag 15 Neem nu i.p.v. het diafragma een rooster. Gebruik hiervoor een kam en een metaalgaasje. Teken de buigingsfiguren. Welk verschil valt u op tussen de buigingsbeelden van beide roosters? Geef een verklaring.

Literatuur.

Prof.dr.M.Minnaert, Collegedictaat sterrenstelsel, § 15, p.26.

G.D.Roth, Handbuch für Sternfreunde (S7-12)

J.B.Sidgwick, Amateur Astronomer's Handbook, blz.52 (S7-13)

G. van Herk, Astronomische instrumenten (S7-4).

B.K.Johnson, Optics and Optical Instruments (S7-21).