

Tentamen Optica
2 maart 2010
15:00 – 17:00 uur

Voor iedere vraag kun je het aantal punten behalen dat tussen haakjes bij iedere vraag staat aangegeven. Het maximaal te behalen aantal punten bedraagt 245. Bij het tentamen wordt een formuleblad uitgereikt.

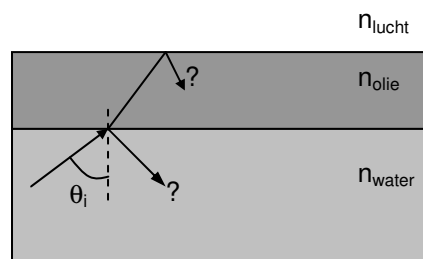
Bij het tentamen wordt een formuleblad uitgereikt !

Het gebruik van boeken en aantekeningen is NIET toegestaan !

Vermeld bij berekeningen altijd de eenheden en vergeet plus- of mintekens niet !

Opgave 1 (60 punten)

Een tank is gevuld met water (brekingsindex $n_{\text{water}} = 1,33$). Op het oppervlak drijft een laag olie van 1 cm (brekingsindex $n_{\text{olie}} = 1,48$). Een lichtbron bevindt zich onder water in de tank en schijnt naar boven.



- (10) a) Wat is eigenlijk de brekingsindex; wat verstaat men daaronder?
 (20) b) Aan welke grenslaag of grenslagen kan totale reflectie plaatsvinden?
 (30) c) Onder welke hoek θ_i moet de lichtbundel naar boven schijnen, zodat er geen licht uit de tank ontsnapt?

Opgave 2 (40 punten)

Een wand wordt egaal geschilderd met een verf die bestaat uit een mengsel van twee kleurpigmenten, namelijk geel en cyaan.

- (10) a) Van welke type kleurmenging is hier sprake?
 (10) b) Welke kleur heeft dit vlak bij zonlicht?
 (10) c) Welke kleur heeft dit vlak bij halogeen licht?
 (10) d) Welke kleur heeft dit vlak bij een lage druk natriumlamp?

Opgave 3 (60 punten)

Van een lichtbron zijn de volgende gegevens bekend:

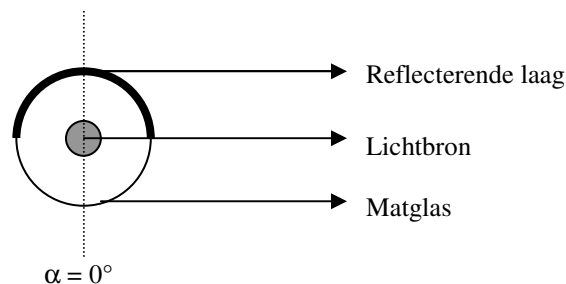
- Specifieke lichtstroom 75 lm/W
- Kleurtemperatuur 5000 °K
- R_a 80
- Elektrisch vermogen 40 Watt

- (10) a) Leg in je eigen woorden uit wat elk van deze vier eigenschappen betekent.
 (10) b) Wat voor soort lichtbron denk je dat het is en waarom denk je dat?
 (5) c) Wat is de totale lichtstroom (Φ_{totaal}) van de lichtbron als deze volledig wordt aangestuurd, d.w.z. niet gedimd is?

Een lamp bestaat uit een matglazen bol (transmissie coëfficiënt 80%) met in het centrum bovengenoemde lichtbron (zie figuur). De lamp heeft een lichtverdeling waarvoor geldt:

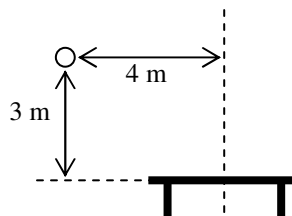
- De lichtverdeling is uniform voor de onderste helft (halve bol: $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$)
- De andere helft laat geen licht door, maar is aan de binnenzijde voorzien van een spiegelende laag met een reflectie coëfficiënt van 75%.

De lichtbron zelf heeft een uniforme lichtverdeling en bevindt zich in het centrum van de glazen bol.



- (10) d) Wat is de lichtsterkte (I) van de lichtbron en van de lamp voor $\alpha = 0^\circ$ en wat voor $\alpha = 60^\circ$ en voor $\alpha = 135^\circ$
 (10) e) Teken van zowel de lichtbron als van de met deze lichtbron gefabriceerde lamp het polair lichtsterkte diagram.
 (5) f) Onder welke hoek moet je naar de lamp kijken om de maximale lichtsterkte te ervaren?

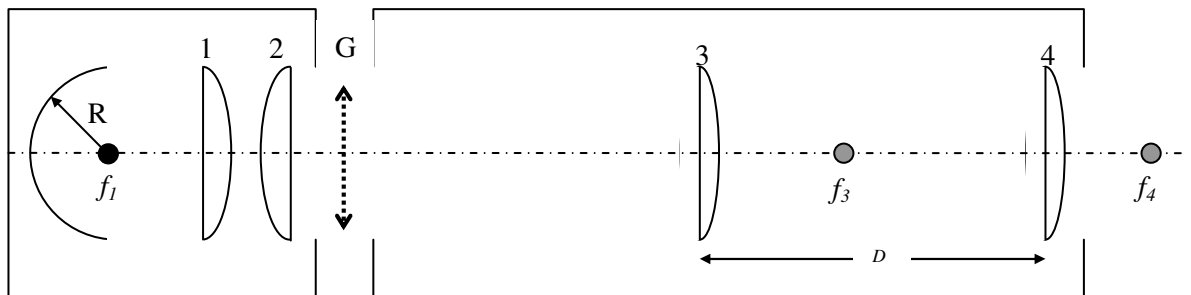
De lamp hangt op een hoogte van 3 meter boven een tafel en op een afstand van 4 meter van het centrum van de tafel (zie figuur).



- (10) g) Wat is de verlichtingssterkte in het midden van de tafel?

Opgave 4 (85 punten)

Een theaterspot heeft een opbouw als in de onderstaande figuur. (Let op: de tekeningen zijn niet op schaal).



Figuur: Schematische opbouw theaterspot

Het lamphuis bestaat uit een sferische reflector met in het middelpunt daarvan een halogeenlamp. Vervolgens een set condensorenlenzen (lenzen 1 en 2). De lamp staat in het brandpunt van de eerste condensorenlenz (f_1 van lens 1).

Vervolgens is er ruimte voor een gobo (G). Dan volgt het lenshuis met twee positieve lenzen (3 en 4), die tezamen een zoomlens vormen. Het brandpunt van lens 3 ligt bij f_3 en het brandpunt van lens 4 licht bij f_4 .

- (10) a) Waarom staat de lichtbron in het middelpunt van de sferische reflector?
- (10) b) Waarom staat de lichtbron in het brandpunt van de 1^e condensorenlenz?
- (10) c) Waar zou ideaal gesproken het brandpunt van de 2^e condensorenlenz liggen en waarom?
- (15) d) Construeer het beeld dat de zoomlens maakt van de gobo (gebruik hiervoor het tekenblad).
(tip: construeer eerst het beeld dat lens 3 maakt, en vervolgens het beeld dat lens 4 maakt van dit eerste beeld.)
(Op het tekenblad worden de lenzen oneindig dun verondersteld en vervangen door twee doorgetrokken lijntjes.)

De spot wordt gebruikt om de gobo scherp af te beelden op een afstand van 15 meter. De gewenste vergroting bedraagt 30 ($|M| = 30$).

- (10) e) Bereken de effectieve brandpuntafstand f_{eff} , die het lenzenstelsel moet hebben om deze vergroting te realiseren.

Voor de brandpuntafstanden van de lenzen geldt: $f_3 = 15$ cm en $f_4 = 20$ cm.

- (10) f) Bereken de afstand D tussen de twee lenzen, die ingesteld moet worden om de gevraagde vergroting te realiseren.
- (10) g) Als je het lenzenstelsel een klein stukje in de richting van het gobo schuift, maar tegelijk de afstand D gelijk houdt, wordt dan de afstand waarbij je het beeld scherp projecteert groter of kleiner en leg uit waarom?
(Tip: je kunt dit zowel analytisch beredeneren (lenzenformule) of m.b.v. de beeldconstructie tekening)
- (10) h) Verandert dan de grootte van het beeld en zo ja wordt het groter of juist kleiner? Geef hiervoor een verklaring.

UITWERKBLAD

Naam: _____

