

Antwoorden tentamen Optica 2 maart 2010

Opgave 1

- (10) a) De brekingsindex = verhouding van snelheid licht in vacuum tot snelheid licht in medium, oftewel $n=c/v$ (c = lichtsnelheid in vacuum; v =lichtsnelheid in medium).
- (20) b) Van n =hoog naar n =laag, dus op de grenslaag olie-lucht
- (30) c) Grenshoek olie-lucht: $\sin^{-1}(1/1,46) = 43,23^\circ$. Dit moet de θ_{uit} zijn bij de overgang van water-olie: $\sin(\theta_{\text{in}}) \cdot 1,33 = \sin(\theta_{\text{uit}}) \cdot 1,46 \Rightarrow \theta_{\text{in}} = \sin^{-1}(\sin 43,23^\circ \cdot 1,46/1,33) = 47,54^\circ$

Opgave 2

- (10) a) Subtractieve kleurmenging
- (10) b) Groen
- (10) c) Groen, maar iets geler dan bij zonlicht
- (10) d) Geel/oranje (natrium geel/oranje)

Opgave 3

- (10) a) Elektrisch vermogen: de hoeveelheid elektrische energie die de lamp per seconde verbruikt.
Specifieke lichtstroom: de hoeveelheid zichtbare lichtenergie die de lamp per Watt verbruikt vermogen afgeeft.
Kleurtemperatuur: de temperatuur die een ideaal zwart lichaam moet hebben om dezelfde kleurindruk te geven als de lamp.
 R_a : de kleurweergaveindex geeft aan hoe goed het spectrum overeenkomt met het spectrum van een zwarte straler met dezelfde kleurtemperatuur.
- (10) b) TL of PL om vier redenen:
- Specifieke lichtstroom is stuk hoger dan voor gloeilamp of halogeen.
 - Kleurtemperatuur is hoog, in ieder geval hoger dan gloeilamp of halogeen.
 - Gezien de R_a is het geen temperatuurstraler.
 - Het opgenomen vermogen is typisch in de ordergrootte van een TL of PL.
- (5) c) $40 \times 75 = 3000$ lumen
- (10) d) Lichtsterkte lichtbron (uniform verdeelt over ruimtehoek 4π):
 $I_{\text{bron}} = 3000/4\pi = 239$ cd (of lm/sr) voor alle hoeken α .
 Lichtbron straalt helft naar boven en helft naar beneden (immers uniform verdeelt, 1500 lumen per helft); van de bovenste helft wordt 75% naar beneden gereflecteerd ($0,75 \times 1500 = 1125$ lumen); totaal naar beneden dus $1500 + 1125 = 2625$ lumen.
 Daarvan 80% doorgelaten, dus $0,8 \times 2625 = 2100$ lumen.
 Deze is uniform verdeeld over een halve bol (2π steradianen), dus lichtsterkte onderste helft ($-90^\circ < \alpha < 90^\circ$) $I = 2100/2\pi = 334$ cd.
 Uit de bovenste helft komt geen licht, dus daar is $I = 0$ cd.
 Kortom $I_{0^\circ} = I_{60^\circ} = 334$ cd en $I_{135^\circ} = 0$ cd.

- (10) e)
-
- The diagram shows a square with a circle inscribed within it. The circle is divided into two equal halves by a horizontal line. The upper half of the circle is labeled '239 cd / lichtbron' with an arrow pointing to it. The lower half of the circle is labeled '334 cd / lamp' with an arrow pointing to it. The square has diagonal lines from the corners to the center. The angles at the corners are labeled: -90° at the top-left, 90° at the top-right, -45° at the bottom-left, and 45° at the bottom-right. The angle at the bottom center is labeled 0°.

- (5) f) Zie lichtsterkte diagram: iedere positie onder de lamp ($-90^\circ < \alpha < 90^\circ$) voldoet, de lichtsterkte is daar immers constant.
- (10) g) Gebruik de fotometrische grondwet:
 $I = 334 \text{ cd}$; $R = 5 \text{ meter}$; $\cos\alpha = 3/5 \Rightarrow E = (I \cos\alpha)/R^2 = (334 \cdot 3/5)/25 = 8 \text{ lux}$

Opgave 4

- (10) a) Licht dat vanuit het middelpunt naar achter gaat komt precies door het middelpunt terug. Dus de lichtbron lijkt feller, maar blijft een "puntbron".
- (10) b) Om parallelle stralen te maken en zoveel mogelijk licht in te vangen.
- (10) c) Midden tussen de projectielenzen. Licht zoveel mogelijk door het centrum van de lens = minder sferische aberratie.
- (15) d) Zie tekenblad
- (10) e) Het beeld is rechtop en vergroot. De voorwerpsafstand en beeldafstand zijn beide positief. Dus geldt:
 $M = b / v = 30 \Rightarrow v = b / 30 \text{ (1)}$
 $b = 1.500 \text{ cm}$ invullen in (1) levert $v: v = 1.500 / 30 = 50 \text{ cm}$.
 Vul b en v in de lenzenformule in: $1 / f_{\text{eff}} = 1 / v + 1 / b = 1 / 50 + 1 / 1.500$
 Hieruit volgt $f_{\text{eff}} = 48,4 \text{ cm}$.
- (10) f) $48,4 = (15 \times 20) / (15 + 20 - D) \Rightarrow 15 + 20 - D = (15 \times 20) / 48,4 \Rightarrow$
 $D = 15 + 20 - (15 \times 20) / 48,4 = 28,8 \text{ cm}$.
- (10) g) f_{eff} blijft gelijk en dus blijft $1 / f_{\text{eff}}$ gelijk.
 v wordt kleiner, en dus wordt $1/v$ groter.
 De lenzenformule moet echter blijven kloppen, dus $1/b$ moet net zoveel kleiner worden als $1/v$ groter wordt. Als $1/b$ kleiner wordt, wordt b groter. (Als $v = f$, dan ligt het beeld in het oneindige). De afstand waarop je het beeld scherp ziet ligt dus verder weg.
- (10) h) $M = b / v$
 b wordt groter en v kleiner (dus $1/v$ wordt ook groter) $\Rightarrow M$ groter, dus beeld wordt groter.

TEKENBLAD OPGAVE 2

