Uitwerkingen § 1

Opgave 1
Een reflectiehologram kun je aan de muur hangen. De belichting komt immers van voren. Een transmissiehologram wordt van achteren belicht en kan dus nooit aan de muur hangen.

Opgave 2
Het beeld van de gasvlam is vrij plat. Het beeld dat een hologram maakt, heeft vaak veel meer diepte.

Opgave 3
a.
Bij een reëel beeld. Het reële beeld is ten opzichte van het hologram in de richting van de waarnemer verschoven. Deze laatste moet dus juist een grotere afstand tot het hologram hebben.
b.
Bij een reflectiehologram. Je kunt met je hoofd de invallende lichtstralen blokkeren.
Bij de meeste professioneel gemaakte en op de markt gebrachte reflectiehologrammen moet het opvallende licht schuin van boven komen. Praktisch gesproken komt het bovenstaande probleem (blokkeren van het licht) niet of nauwelijks voor.

Opgave 4
1)
Je ziet de kamer in 3D; als je je hoofd verplaatst, zie je de kamer vanuit een ander perspectief.
2)
Met een gedeeltelijke afdekking zie je nog steeds de hele kamer.

Opgave 5
Het beeld is voor een deel reëel en voor een deel virtueel. Het beeld dat uit het hologram steekt (de tubus), is reëel.

Uitwerkingen § 2

Opgave 1
In de rechter figuur wordt het voorwerp (object) van beide kanten belicht zodat meer aspecten van het voorwerp kunnen worden opgenomen.

Opgave 2
Transmissiehologram
Reflectiehologram

Opgave 3
a.
Transmissiehologram
b.
3

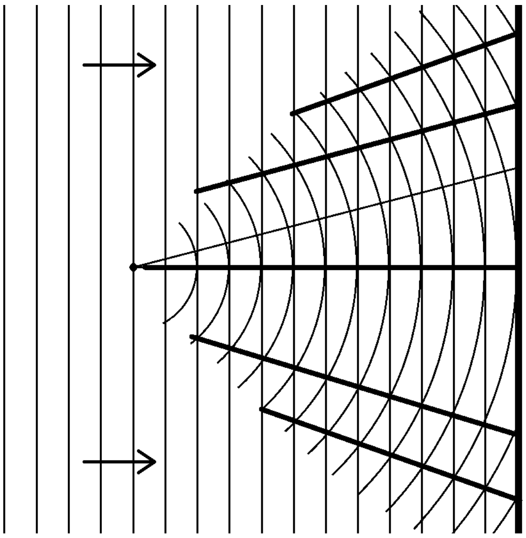
Opgave 4
a.
TH   RH
b.
In de linker opstelling want daar is de gebruikte bundelbreedte veel groter (beter gezegd: de openingshoek is groter).

Opgave 5
Door het licht door de pinhole te laten gaan, wordt het licht (meer) spatieel coherent. De combinatie van bolle lens met pinhole wordt een spatieel filter genoemd.

Uitwerkingen § 3

<u>Opgave 1</u>
I: transmissiehologram
II: reflectiehologram
III: transmissiehologram

<u>Opgave 2</u>
a.
Reflectiehologrammen
b.
Bij reflectiehologrammen zijn trillingen schadelijker omdat de afstand tussen de buikvlakken kleiner is.

<u>Opgave 3</u>
a.
L ligt links van de figuur op een oneindig grote afstand.
b.

c.
Transmissiehologram
d.
$s^2 = f^2 + r^2$ (Stelling van Pythagoras)

$$s^2 = f^2\left(1 + \frac{r^2}{f^2}\right)$$

$$s = f \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{r}{f}\right)^2}$$

e.
Voor het eerste orde maximum geldt: s = f + λ.

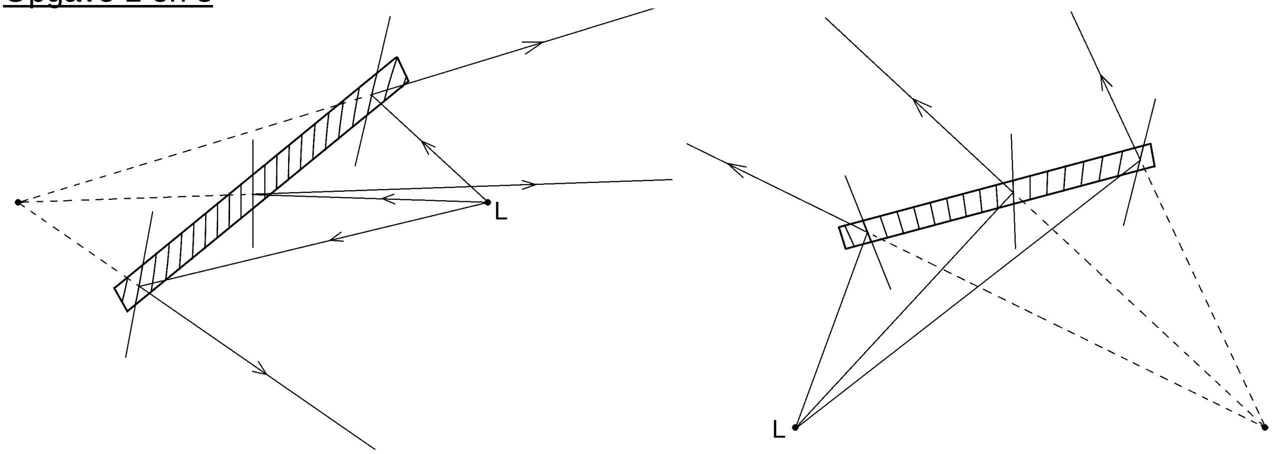
Samen met $s - f = \dfrac{r^2}{2 \cdot f}$ krijgen we: $\lambda = \dfrac{r^2}{2 \cdot f}$.

Dit geeft $r = \sqrt{2 \cdot f \cdot \lambda}$.

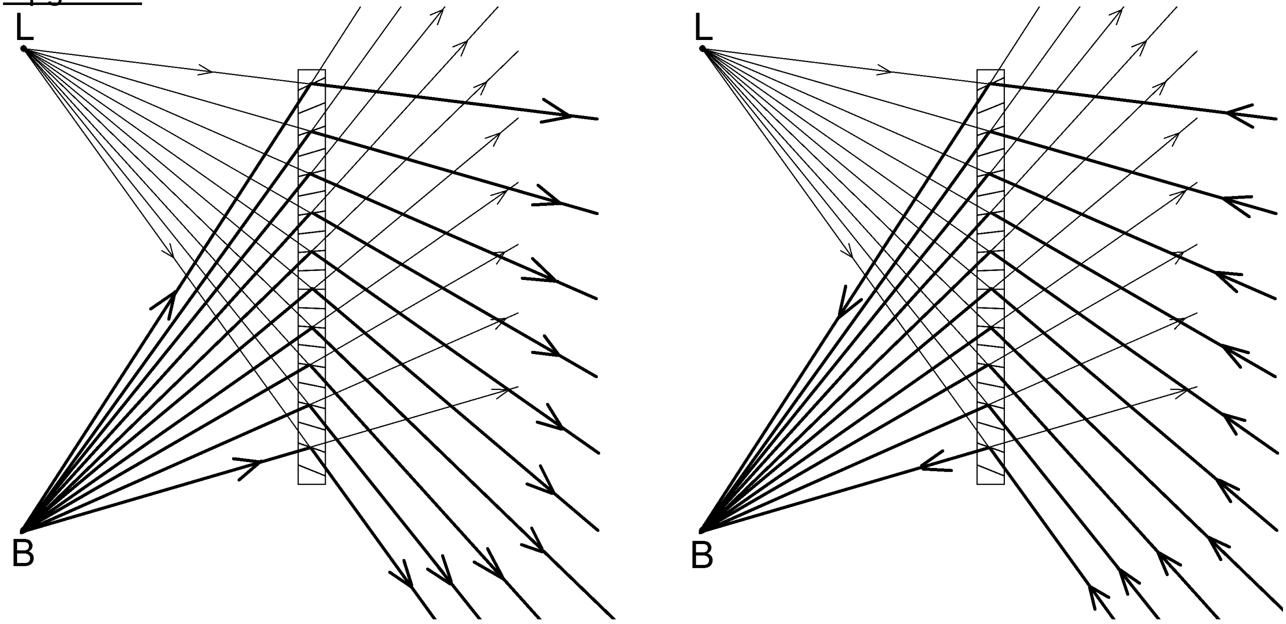
f.
Voor het n-de orde maximum geldt: s = f + n·λ.
Verder analoog aan vraag d.
g.
We kunnen $r = \sqrt{2n \cdot f \cdot \lambda}$ schrijven als $r = \sqrt{n} \cdot \sqrt{2 \cdot f \cdot \lambda}$.
Hierin is de factor $\sqrt{2 \cdot f \cdot \lambda}$ is constant.
Het verschil tussen $\sqrt{n}$ en $\sqrt{n+1}$ wordt steeds kleiner bij toenemende n.

Uitwerkingen § 4

Opgave 1 en 3



Opgave 2



Uitwerkingen § 5

Opgave 1

$2d \cdot \cos(\alpha) = m \cdot \lambda$

Hierin is λ de golflengte in het medium. Als n de brekingsindex van het medium is, is de golflengte in vacuüm n keer zo groot.

Opgave 2

De wet van Bragg zorgt voor kleurenselectiviteit.

Opgave 3

De veren bevatten reflecterende laagjes die optimale reflectie geven bij blauw licht.

Opgave 4

$$\lambda_H = \frac{\lambda}{n} = \frac{500\ \text{nm}}{1,4} = 357\ \text{nm}$$

Opgave 5

In de formule $2d \cdot \cos(\alpha) = m \cdot \lambda_H$ geldt m = 1 bij de maximale golflengte. Dus:

$$d = \frac{\lambda_H}{2 \cdot \cos(\alpha)} = \frac{425\ \text{nm}}{2 \cdot \cos(24°)} = 233\ \text{nm}.$$

Opgave 6

Bij de maximale golflengte is m = 0. Dan wordt de formule: $2d \cdot \cos(\alpha) = \dfrac{\lambda}{2n}$

Dus geldt:

$\lambda = 4 \cdot n \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 4 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}15 \cdot \cos(30°) = 0{,}68\ \mu\text{m}$

Uitwerkingen § 6

Opgave 1

a.

Omdat α = 0 geldt $\sin(\beta) = n \cdot \frac{\lambda}{a}$

Dit wordt $\sin(\beta) = n \cdot \frac{0{,}50}{1{,}3} = n \cdot 0{,}385$

Bij n = 0 geldt: β = 0º.
Bij n = +1 geldt: β = 23º en bij n = -1 geldt: β = -23º.
Bij n = +2 geldt: β = 50º en bij n = -2 geldt: β = -50º.
Er zijn geen hogere orde lichtbundels.

b.

$\sin(\beta) - \sin(\alpha) = n \cdot \frac{\lambda}{a}$

$\sin(\beta) - \sin(30°) = n \cdot \frac{0{,}50}{1{,}3}$.

$\sin(\beta) = 0{,}5 + n \cdot \frac{0{,}50}{1{,}3}$

Bij n = -3 geldt: β = -41º.
Bij n = -2 geldt: β = -16º.
Bij n = -1 geldt: β = 6,6º.
Bij n = 0 geldt: β = 30º.
Bij n = +1 geldt: β = 62º.
Bij andere ordes is er geen uittredende lichtbundel.

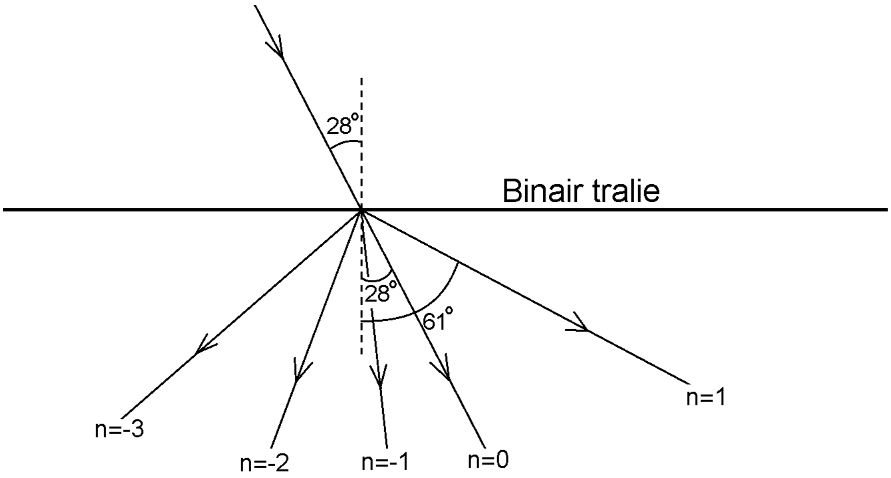
Opgave 2

In de gegeven figuur geldt α = 28º en bij n = 1 geldt: β = 61º.

Uit $\sin(\beta) - \sin(\alpha) = n \cdot \dfrac{\lambda}{a}$ volgt dan λ/a = 0,405.

Dus geldt: $\sin(\beta) = 0{,}469 + n \cdot 0{,}405$

Voor n = -3 geldt: β = -48º.
Voor n = -2 geldt: β = -20º.
Voor n = -1 geldt: β = 3,7º.
Voor n = 0 geldt: β = 28º (dit is gegeven).
Voor n = 1 geldt: β = 61º (dit is gegeven).
Voor alle andere n is er geen uittredende lichtstraal.



Uitwerkingen § 7

Opgave 1

1)

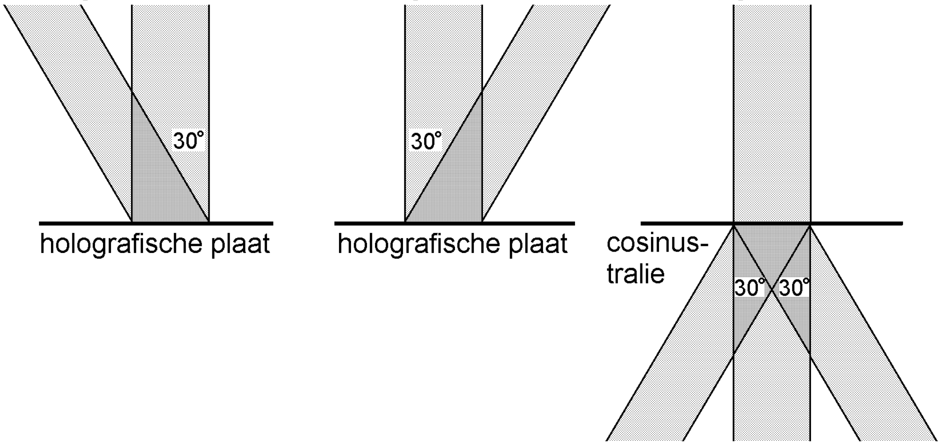
De doorlaatbaarheid van een binair tralie heeft maar twee waarden en die van een cosinustralie is continu namelijk cosinusvormig.

2)

Een binair kan in principe veel uittredende lichtbundels hebben. Iedere lichtbundel heeft daarbij zijn eigen orde. Een cosinustralie heeft maximaal drie uittredende lichtbundels, namelijk bij n = -1 en n = 0 en n = 1.

Opgave 2

figuur 1 figuur 2 figuur 3



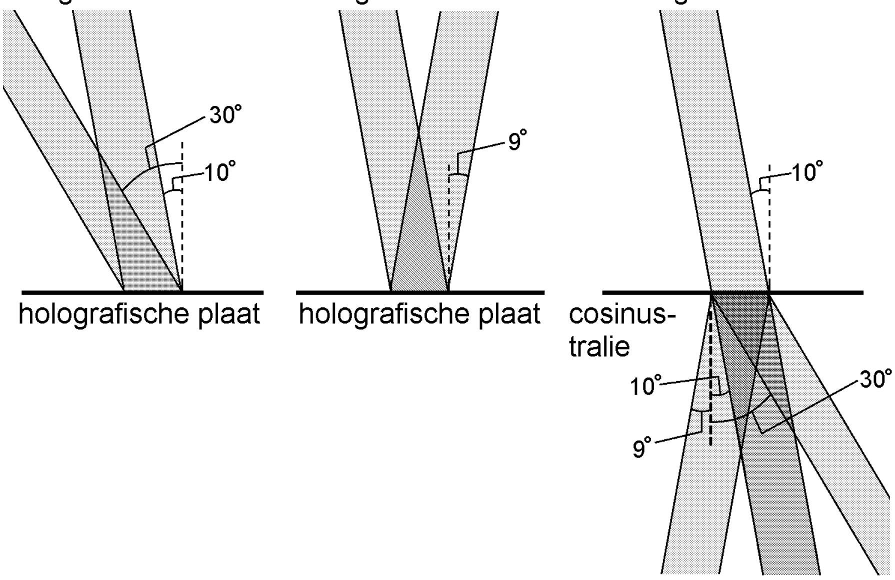
Opgave 3

a. en b.

$\sin(\gamma) = 2 \cdot \sin(\alpha) - \sin(\beta) = 2 \cdot \sin(10°) - \sin(30°)$

Hieruit volgt: γ = -8,8º (= -9º).

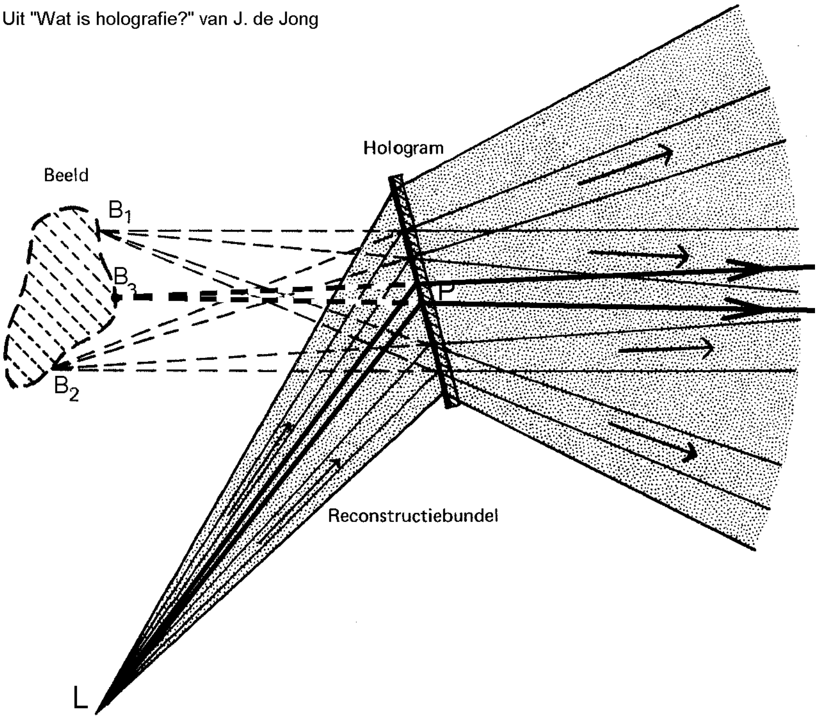
figuur 1 figuur 2 figuur 3



Uitwerkingen § 8

Opgave 1

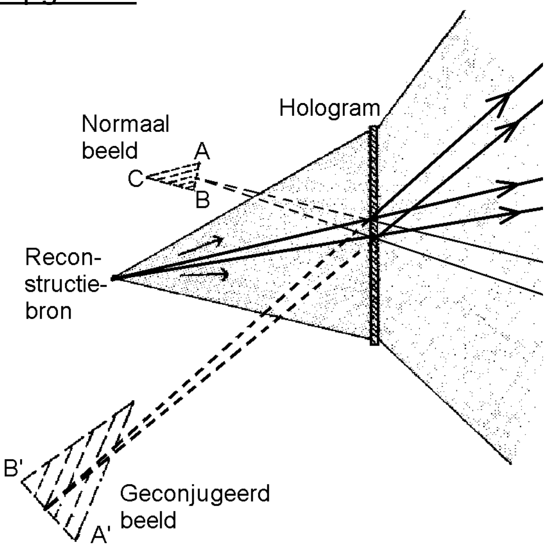
Uit "Wat is holografie?" van J. de Jong



Opgave 2

1) Waar 2) Waar 3) Waar 4) Waar 5) Niet Waar

Opgave 3



Opgave 4

Bovenste beeld: blauw (de afbuighoek is het kleinst)

Onderste beeld: rood (de afbuighoek is het grootst)

Opgave 5
Als lichtpunt L naar rechts schuift, wordt lijn a steiler en lijn c dus ook steiler. Lijn b blijft dezelfde helling houden. Als L voldoende dicht bij het hologram ligt, loopt lijn c steiler dan lijn b en is het geconjugeerde beeldpunt virtueel.

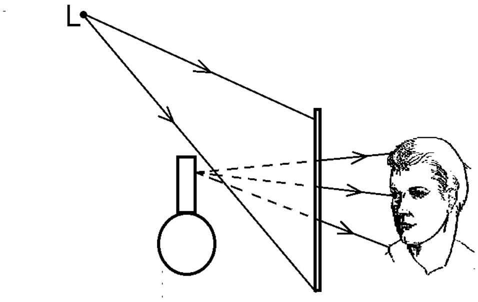
Uitwerkingen § 9

<u>Opgave 1</u>
a.
De voor- en achterkant zijn verwisseld.
b.
Je kijkt naar het beeld en beweegt je hoofd naar rechts. Als het beeld pseudoscopisch is, ga je vervolgens meer van de linker zijde van het voorwerp zien.

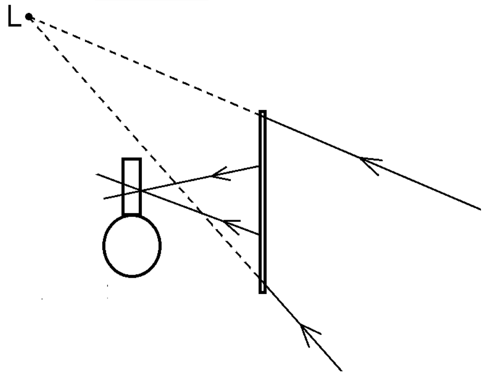
<u>Opgave 2</u>
Beeld is orthoscopisch, niet pseudoscopisch.
Uit de vorm van de vlammen blijkt dat voor- en achterkant niet verwisseld zijn.

<u>Opgave 3</u>

<u>Figuur 1</u>



<u>Figuur 2</u>



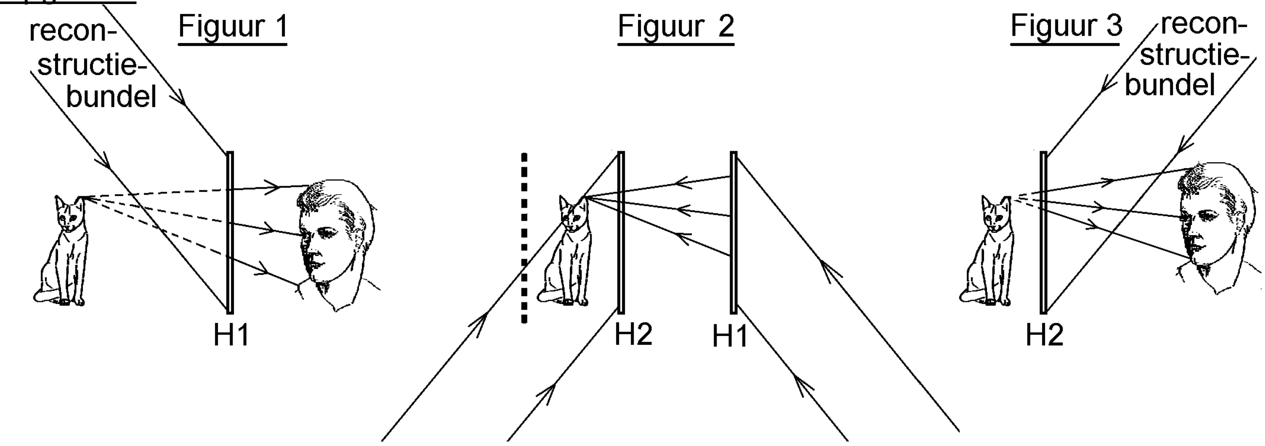
<u>Opgave 4</u>
Het is veel gemakkelijker om een hologramplaat om te draaien dan om een lichtbundel van richting om te keren.

<u>Opgave 5</u>
a.
H2 wordt een transmissiehologram want de referentiebundel en objectbundel vallen op dezelfde kant.
b.
Virtueel
Pseudoscopisch
c.
Reëel
Pseudoscopisch

Uitwerkingen § 10

Opgave 1
Het virtuele beeld komt verder van het hologram af te liggen. Het verdient de voorkeur om het beeld juist dichterbij te brengen.

Opgave 2



Opgave 3
a.
De uit H2 komende lichtbundel komt samen in een klein gebied. Als je oog zich buiten dit gebied bevindt, zie je geen beeld.
b.
De mate van afbuiging bij diffractie hangt van de golflengte af. Het rechtdoor gaande licht is de nulde orde lichtbundel. Bij de eerste orde maxima wordt rood licht (grootste golflengte) het sterkst afgebogen en violet licht (kleinste golflengte) het zwakst. Uitgaande van de nulde orde lichtbundel zit rood dus het verste weg (het hoogst).
c.
Bij elke kijkrichting heeft het beeld slechts één kleur. Het beeld wordt dus niet ‘uitgesmeerd’ door de verschillende kleuren.