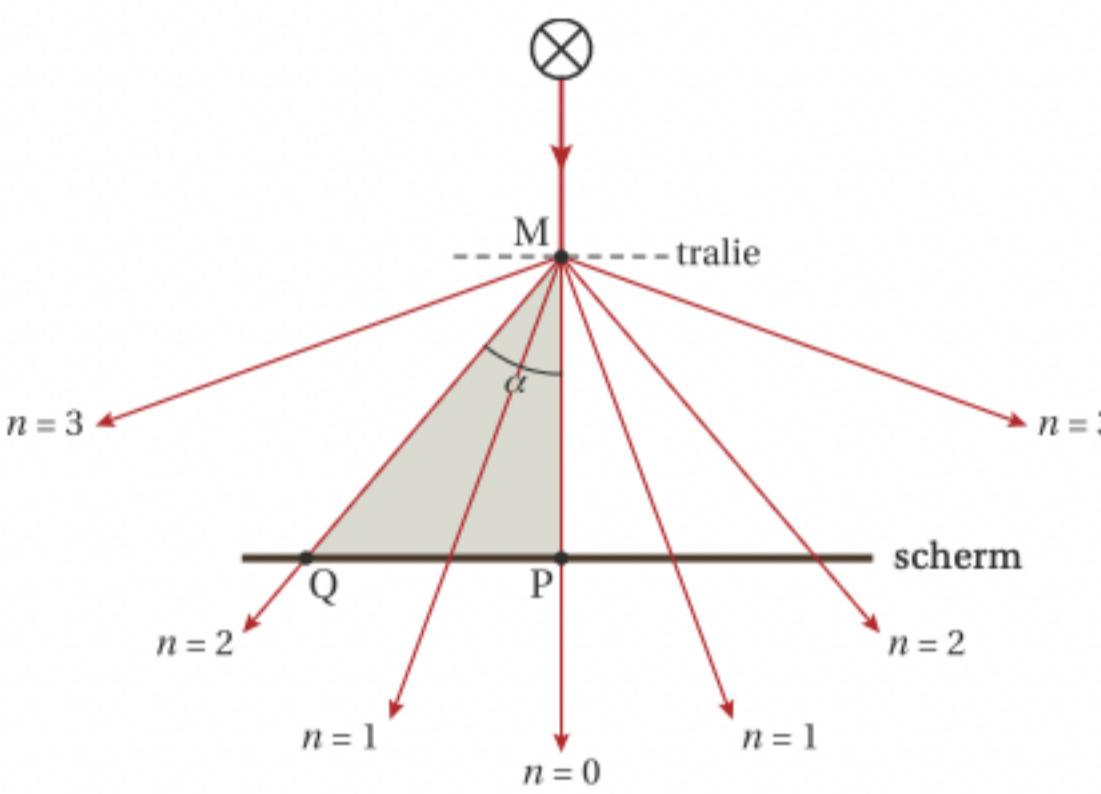


- 4 Annick laat het licht van een neonlaser op een tralie vallen. Ze ziet op het scherm in zeven richtingen rood licht te zien. Dit zijn de plaatsen waar de buiklijnen het scherm raken. Het scherm staat op een afstand van 1,75 m van de tralie. Figuur 13.14 is een schematisch bovenaanzicht.



Figuur 13.14

De golflengte van het licht van de neonlaser is 633 nm. De tralie bestaat uit 500 lijnen per mm.

- a Leg uit waarom er maar in zeven richtingen rood licht te zien is.  
Laat je een straal wit licht op zo'n tralie vallen, dan zie je in het midden een witte streep. Op de zes andere plaatsen zie je spectra met alle kleuren tussen rood en violet.
- b Leg uit waarom de streep in het midden wit is en op de andere plaatsen niet.  
Zowel links als rechts van de witte streep is een volledig spectrum te zien.
- c Leg uit welke kant van deze spectra het dichtst bij de witte streep ligt: rood of violet.  
Het spectrum op de plaats  $n = 2$  valt gedeeltelijk over het spectrum met  $n = 3$ .
- d Leg met de formule voor de maxima van een tralie uit waarom dat zo is.  
De overlap is kleiner bij een andere tralie.
- e Heeft deze andere tralie meer of minder lijnen per mm? Licht je antwoord toe.

**Opgave 4**

- a Dat er maar in zeven richtingen rood licht te zien is, leg je uit met de formule voor maxima tralie.

$$d \cdot \sin(\alpha) = n \cdot \lambda$$

$$\text{Uit } 500 \text{ spleten per mm volgt } d = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{500} = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

$$\lambda = 633 \text{ nm} = 633 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$|\sin \alpha| \leq 1$$

$$\text{Invullen levert: } 2,0 \cdot 10^{-6} \times 1 = n \cdot 633 \cdot 10^{-9}$$

$$n = 3,16$$

$$\text{Dus } |n| \leq 3,16.$$

Omdat  $n$  een geheel getal is, zijn de mogelijkheden  $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ .

Dus er zijn 7 mogelijkheden.

- b Dat in het midden een witte streep te zien is, leg je uit met de formule voor de maxima van een tralie.

$$d \cdot \sin(\alpha) = n \cdot \lambda$$

Bij de middelste streep hoort  $n = 0$ . Als  $n = 0$ , dan is bij elke  $\lambda$  de waarde van  $\sin(\alpha) = 0$ . Alle kleuren komen op dezelfde plek uit. Dit geeft wit licht.

Als  $n$  niet gelijk is aan 0, dan hangt de waarde van  $\sin(\alpha)$  af van de golflengte en dus van de kleur van het licht. Dan komen de verschillende kleuren naast elkaar terecht en zie je een spectrum.

- c De ligging van een spectrum leg je uit met de formule voor de maxima van een tralie.

$$d \cdot \sin(\alpha) = n \cdot \lambda$$

Bij één spectrum zijn de waarden van  $n$  en  $d$  constant. De kleinste  $\lambda$  levert de kleinste hoek  $\alpha$ . Violet heeft de kleinste golflengte, en geeft dus de kleinste afbuigingshoek. Violet ligt dus het dichtst bij de witte streep.

- d Voor het verband tussen afbuigingshoek en golflengte geldt  $d \cdot \sin(\alpha) = n \cdot \lambda$ .

Is de spleetbreedte constant, dan hangt de afbuigingshoek dus af van het product  $n \cdot \lambda$ . Volgens BINAS tabel 19A heeft zichtbaar licht een golflengte tussen de 380 nm (randje violet) en 750 nm. Voor  $n = 2$  ligt de waarde van  $n \cdot \lambda$  dus tussen 760 nm en 1500 nm. Voor  $n = 3$  ligt de waarde van  $n \cdot \lambda$  tussen 1140 nm en 2250 nm. Het spectrum met  $n = 3$  begint dus al voordat het spectrum met  $n = 2$  is afgelopen.

- e De breedte van de overlap tussen twee spectra is kleiner als de spectra smal zijn. De spectra zijn smaller als er in meer richtingen maxima optreden.

Omdat  $|n| \leq \frac{d}{\lambda}$  betekent dit dat  $d$  dan groter is. Dus de overlap is kleiner als  $d$  groter is.

Bij een grotere  $d$  is de afstand tussen twee spleten groter en is het aantal spleten per mm kleiner. Dus de andere tralie heeft minder spleten per mm.