

Bepalen van de roosterconstante via interferentie

1.1.1. Doel

Het bepalen van de roosterconstante door een laserlamp te projecteren op een interferentierooster.

1.1.2. Theorie

Een rooster is een glazen plaat waarop evenwijdige krasjes zijn aangebracht die voor het oog onzichtbaar zijn.

Valt een laserbundel op een rooster dan zal er een interferentiepatroon op het scherm achter het rooster te zien zijn. In punt P (zie figuur) zal licht te zien zijn als er voldaan is aan:

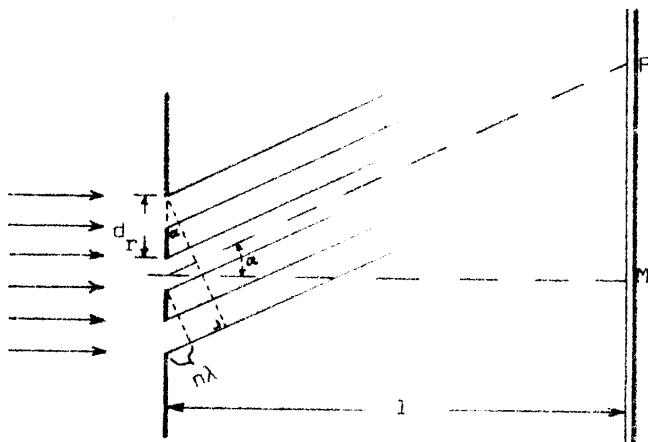
$$d \sin \alpha = n \lambda$$

Hierin is de d de roosterconstante, α de hoek (zie de figuur hiernaast), n een geheel getal ($n > 0$) en λ de golflengte van het gebruikte (laser)licht. De roosterconstante is dus te berekenen uit:

$$d = \frac{n \lambda}{\sin \alpha}$$

De hoek α kan bepaald worden door de afstanden l en PM op te meten (zie de figuur):

$$\tan \alpha = \frac{PM}{l}$$

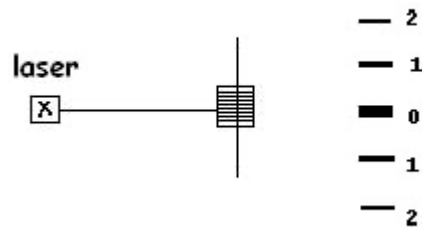


1.1.3. Benodigdheden

- Een laserlamp
- Statief, klem, dubbele noot
- Lintmeter
- Interferentierooster

1.1.4. Werkwijze

- Gebruik een laser waarvan de golflengte bekend is. Plaats de laser zodanig dat de straal, zo scherp mogelijk invalt op het interferentierooster.
- Meet de afstand tussen het centrale punt (0) en de eerste orde (1). Meet ook de afstand tot de tweede orde, de derde orde, ... Dit is de afstand $|PM|$
- Meet de afstand tot het scherm. Dit is l .



Figuur 14 Opstelling laser

- Bereken de roosterconstante met de formule $d = \frac{n \lambda}{\sin \alpha}$, met $\alpha = \tan^{-1} \frac{|PM|}{l}$

1.1.5. Metingen en berekeningen

$$d = \frac{n \cdot \lambda}{\sin(\tan^{-1} \frac{PM}{l})}$$

$n = \text{orde}$

$\lambda = 670 \text{ nm}$

$l = \text{Afst. muur / rooster}$

$PM = \text{Afst. van het centrale punt (0de orde) tot een orde (1,2,3,...)}$

Rooster 1

golflengte laserlamp	670 nm
Afstand muur/rooster	70,7cm

orde(n)	$ PM (\text{cm})$	$ PM /l$	$\text{Tan}^{-1} (PM/l)$	$\text{Sin} (\text{Tan}^{-1}(PM/l))$	d(m)
1	0,40	0,0057	0,32	0,0057	$1,2 \cdot 10^{-4}$
2	0,90	0,013	0,73	0,013	$1,1 \cdot 10^{-4}$
3	1,40	0,0198	1,13	0,0198	$1,02 \cdot 10^{-4}$
4	1,75	0,0248	1,42	0,0247	$1,08 \cdot 10^{-4}$
5	2,20	0,0311	1,78	0,0311	$1,08 \cdot 10^{-4}$
6	2,70	0,0382	2,19	0,0382	$1,05 \cdot 10^{-4}$
7	3,20	0,0453	2,59	0,0452	$1,04 \cdot 10^{-4}$

$$d_{\text{gemiddelde}} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Theoretische waarde

10 lijnen op 1 mm → 10 000 per m

$$|s_1 s_2| = d = \frac{1}{10\,000} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Rooster 2

golflengte laserlamp	670 nm
Afstand muur/rooster	71,0cm

orde(n)	PM (cm)	PM/l	Tan ⁻¹ (PM/l)	Sin(Tan ⁻¹ (PM/l))	d(m)
1	13,8	0,194	11,0	0,191	3,51 · 10 ⁻⁶
2	28,9	0,407	22,1	0,377	3,55 · 10 ⁻⁶
3	47,7	0,672	33,9	0,558	3,60 · 10 ⁻⁶
4	77,4	1,09	47,5	0,737	3,64 · 10 ⁻⁶

$$d_{\text{gemiddeld}} = 3,58 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Theoretische waarde

300 lijnen op 1 mm → 300 000 per m

$$|s_1 s_2| = d = \frac{1}{300\,000} = 3,33 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Rooster 3

golflengte laserlamp	670 nm
Afstand muur/rooster	28,5cm

orde(n)	PM (cm)	PM/l	Tan ⁻¹ (PM/l)	Sin(Tan ⁻¹ (PM/l))	d(m)
1	11,9	0,417	22,6	0,385	1,74 · 10 ⁻⁶
2	31,9	1,12	48,2	0,745	1,80 · 10 ⁻⁶

$$d_{\text{gemiddelde}} = 1,77 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Theoretische waarde

600 lijnen per mm \rightarrow 600 000 per m

$$|s_1 s_2| = \frac{1}{600\,000} = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

1.1.6. Besluit

We hebben gekende roosters gebruikt om de roosterconstante te berekenen met de formule:

$$d = \frac{n \cdot \lambda}{\sin(\tan^{-1} \frac{PM}{l})}$$

. Na het berekenen van de experimentele waarden zien we dat deze ongeveer overeenstemmen met de theoretische waarden.

	experimentele waarde (m)	Theoretische waarde (m)
Rooster 1	$1,08 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$
Rooster 2	$3,58 \cdot 10^{-6}$	$3,33 \cdot 10^{-6}$
Rooster 3	$1,77 \cdot 10^{-6}$	$1,67 \cdot 10^{-6}$