

BEPALEN VAN DE INFORMATIE OP EEN CD, CD-SINGLE EN DVD

1 Doel

Het bepalen van de roosterconstante door een laserlamp te projecteren op een DVD, CD en CD-singel. Vergelijken van het aantal meters informatie op een DVD en CD.

2 Benodigdheden

- CD, DVD, CD-singel
- He-Ne-laser
- Statief, klem, dubbele noot
- Lintmeter

3 Theorie

Een CD is eigenlijk ook een soort rooster. In het plastic zijn een zeer groot aantal onzichtbaar fijne concentrische cirkelvormige groeven aangebracht. Dit zijn eigenlijk de sporen waarop de informatie via putjes wordt ingebrand. Aan de bovenkant is dan nog een Al-laag opgedampt die beschermd wordt door papier, waarop allerlei informatie over de inhoud van de betreffende CD vermeld staat. Een CD is zo een reflectierooster.

We steunen op de theorie van de roosterconstante

Wordt er een CD gebruikt i.p.v. een tralie dan zal er geen sprake zijn van een transmissie spectrum maar wel van een reflectie spectrum.

1.1.1. Werkwijze

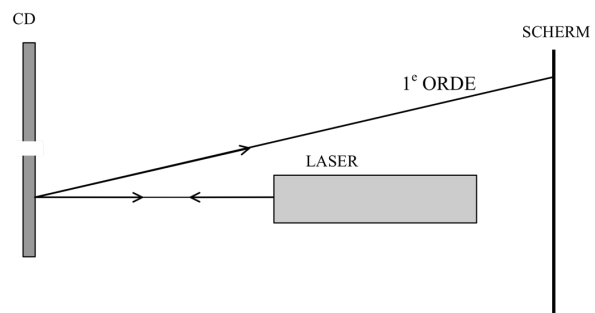
- We gebruiken een laser waarvan de golflengte bekend is. Deze plaatsen we zodanig dat de straal op de CD valt. De CD moet nu zodanig verplaatst worden dat er ten eerste een horizontaal interferentiepatroon ontstaat en ten tweede dat de 0e orde precies teruggekaatst wordt in het gaatje waaruit de laserstraal komt.
- Meet de afstand van het centrale punt (0de orde) tot de eerste orde. Meet ook de afstand tot de tweede orde, de derde orde,

... Dit is de afstand $|PM|$

- Meet de afstand van de CD tot het scherm waar je het interferentiepatroon kunt zien. Dit is de afstand l .

$$d = \frac{n \cdot \lambda}{\sin \alpha}, \quad \alpha = \tan^{-1} \frac{|PM|}{l}$$

- Bereken de roosterconstante d uit
- Bereken bij d het bijhorend aantal lijnen per meter, bereken het gemiddelde.
- Bepaal n , dit is het aantal lijnen die op het beschreven stukje CD staan.



- Als laatste bereken je A_{tot} uit $A_{tot} = (n+1) \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_1 + 2 \cdot \pi \cdot \beta \cdot \frac{n \cdot (n+1)}{2}$, waarin r_1 gelijk is aan de binnenstraal en β gelijk is aan de roosterconstante d . Met deze formule bereken je het aantal meters informatie die er op de CD, singel-CD, CD-ROM of DVD staan.

1.1.2. Metingen en berekeningen

Doorschijnende CD

golflengte laserlamp	632,8 nm
Afstand muur/rooster	38,3cm

$$\text{straal}_{\text{beschreven CD}} = 5,9 \text{ cm}$$

$$\text{Binnenstraal} = 2,9 \text{ cm}$$

orde(n)	PM (cm)	PM /l	Tan ⁻¹ (PM/l)	Sin(Tan ⁻¹ (PM/l))	d(m)	Aantal lijnen per m
1	16,6	0,433	23,4	0,398	$1,59 \cdot 10^{-6}$	$6,28 \cdot 10^5$
2	51,5	1,34	53,4	0,802	$1,58 \cdot 10^{-6}$	$6,34 \cdot 10^5$
Gemiddelde = $6,31 \cdot 10^5$						

Berekenen van het aantal lijnen op het beschreven stuk van de CD

$$\text{straal}_{\text{beschreven CD}} - \text{binnenstraal} = \text{verschil}$$

$$5,9 - 2,9 = 3,0 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} \rightarrow 6,31 \cdot 10^5 \text{ lijnen}$$

$$1 \text{ cm} \rightarrow 6,31 \cdot 10^3 \text{ lijnen}$$

$$3,0 \text{ cm} \rightarrow 1,9 \cdot 10^4 \text{ lijnen}$$

Berekenen van het aantal meters informatie op de CD

We steunen hiervoor op de formule van een meetkundige rij.

$$n = 1,89 \cdot 10^4 \text{ lijnen}$$

$$\beta = d_{\text{gemiddeld}} = 1,58 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$r_1 = \text{Binnenstraal in meter}$$

$$A_{tot} = (n+1) \cdot 2 \pi \cdot r_1 + 2 \pi \cdot \beta \cdot \frac{n \cdot (n+1)}{2}$$

$$A_{tot} = (1,89 \cdot 10^4 + 1) \cdot 2\pi \cdot 0,029 + 2\pi \cdot 1,58 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1,89 \cdot 10^4 (1,89 \cdot 10^4 + 1)}{2} = 5,2 \cdot 10^3 m$$

Singel-CD

golflengte laserlamp	632,8 nm
Afstand muur/rooster	129,4cm

$$straal_{beschreven\ CD} = 4,0\ cm$$

$$Binnenstraal = 2,2\ cm$$

orde(n)	PM (cm)	PM /l	Tan ⁻¹ (PM/l)	Sin(Tan ⁻¹ (PM/l))	d(m)	Aantal lijnen per m
1	54,7	0,423	22,9	0,389	1,63 · 10 ⁻⁶	6,15 · 10 ⁵
2	153,3	1,185	49,83	0,7642	1,656 · 10 ⁻⁶	6,038 · 10 ⁵
						Gemiddelde = 6,09 · 10 ⁵

Berekenen van het aantal lijnen op het beschreven stuk van de CD

$$straal_{beschreven\ CD} - binnenstraal = verschil$$

$$4,0 - 2,2 = 1,8\ cm$$

$$1\ m \rightarrow 6,09 \cdot 10^5\ lijnen$$

$$1\ cm \rightarrow 6,09 \cdot 10^3\ lijnen$$

$$1,8\ cm \rightarrow 1,1 \cdot 10^4\ lijnen$$

Berekenen van het aantal meters informatie op de CD

$$n = 1,10 \cdot 10^4\ lijnen$$

$$\beta = 1,64 \cdot 10^{-6}\ m$$

$$r_1 = \text{Binnenstraal in meter}$$

$$A_{tot} = (n + 1) \cdot 2\pi \cdot r_1 + 2\pi \cdot \beta \cdot \frac{n \cdot (n + 1)}{2}$$

$$A_{tot} = (1,10 \cdot 10^4 + 1) \cdot 2\pi \cdot 0,022 + 2\pi \cdot 1,64 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1,10 \cdot 10^4 (1,10 \cdot 10^4 + 1)}{2} = 2,1 \cdot 10^3 m$$

Cd-rom

golflengte laserlamp	632,8 nm
----------------------	----------

Afstand muur/rooster	130,6cm
----------------------	---------

$$\text{straal}_{\text{beschreven CD}} = 3,8 \text{ cm}$$

$$\text{Binnenstraal} = 2,2 \text{ cm}$$

orde(n)	PM (cm)	PM /l	Tan ⁻¹ (PM/l)	Sin(Tan ⁻¹ (PM/l))	d(m)	Aantal lijnen per m
1	55,6	0,426	23,1	0,392	1,62 · 10 ⁻⁶	6,19 · 10 ⁵
2	166,1	1,272	51,82	0,7861	1,610 · 10 ⁻⁶	6,211 · 10 ⁵
						Gemiddelde = 6,20 · 10 ⁵

Berekenen van het aantal lijnen op het beschreven stuk van de CD-rom

$$\text{straal}_{\text{beschreven CD}} - \text{binnenstraal} = \text{verschil}$$

$$3,8 - 2,2 = 1,6$$

$$1 \text{ m} \rightarrow 6,20 \cdot 10^5 \text{ lijnen}$$

$$1 \text{ cm} \rightarrow 6,20 \cdot 10^3 \text{ lijnen}$$

$$1,6 \text{ cm} \rightarrow 9,9 \cdot 10^3 \text{ lijnen}$$

Berekenen van het aantal meters informatie op de CD-rom

$$n = 9,92 \cdot 10^3 \text{ lijnen}$$

$$\beta = 1,61 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$r_1 = \text{Binnenstraal in meter}$$

$$A_{\text{tot}} = (n + 1) \cdot 2\pi \cdot r_1 + 2\pi \cdot \beta \cdot \frac{n \cdot (n + 1)}{2}$$

$$A_{\text{tot}} = (9,92 \cdot 10^3 + 1) \cdot 2\pi \cdot 0,022 + 2\pi \cdot 1,61 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{9,92 \cdot 10^3 (9,92 \cdot 10^3 + 1)}{2} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ m}$$

Besluit

We merken uit onze metingen dat het aantal groeven per mm bij een CD, Cd-single, en de Cd-roms overeenstemmen (= roosterconstante). De hoeveelheid informatie op een cd is afhankelijk van het beschreven deel van de cd. De roosterconstante die we gevonden hebben voor een cd op het internet bedraagt 1,6 μm.

<u>Aantal meters aan informatie</u>		<u>Afstand tussen de groeven</u>	
CD	$5,2 \cdot 10^3 \text{m}$	CD	$1,58 \cdot 10^{-6}$
CD-singel	$2,1 \cdot 10^3 \text{m}$	CD-singel	$1,64 \cdot 10^{-6} \text{m}$
Cd-rom	$5,3 \cdot 10^3 \text{m}$	Cd-rom	$1,64 \cdot 10^{-6} \text{m}$

DVD

golflengte laserlamp	632,8 nm
Afstand muur/rooster	129,4cm

$$\text{straal}_{\text{beschreven CD}} = 6,0 \text{ cm}$$

$$\text{Binnenstraal} = 2,2 \text{ cm}$$

orde(n)	$ \text{PM} (\text{cm})$	$ \text{PM} /l$	$\text{Tan}^{-1}(\text{PM}/l)$	$\text{Sin}(\text{Tan}^{-1}(\text{PM}/l))$	d(m)	Aantal lijnen per m
1	143,5	1,109	47,96	0,7427	$8,521 \cdot 10^{-7}$	$1,174 \cdot 10^6$

Berekenen van het aantal lijnen op het beschreven stuk van de DVD

$$\text{straal}_{\text{beschreven CD}} - \text{binnenstraal} = \text{verschil}$$

$$6,0 - 2,2 = 3,8$$

$$1 \text{ m} \rightarrow 1,174 \cdot 10^6 \text{ lijnen}$$

$$1 \text{ cm} \rightarrow 1,174 \cdot 10^4 \text{ lijnen}$$

$$\underline{\underline{3,8 \text{ cm} \rightarrow 4,5 \cdot 10^4 \text{ lijnen}}}$$

Berekenen van het aantal meters informatie op de DVD

$$n = 4,461 \cdot 10^4 \text{ lijnen}$$

$$\beta = 8,521 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$r_1 = \text{Binnenstraal in meter}$$

$$A_{\text{tot}} = (n + 1) \cdot 2\pi \cdot r_1 + 2\pi \cdot \beta \cdot \frac{n \cdot (n + 1)}{2}$$

$$A_{\text{tot}} = (4,461 \cdot 10^4 + 1) \cdot 2\pi \cdot 0,022 + 2\pi \cdot 8,521 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{4,461 \cdot 10^4 (4,461 \cdot 10^4 + 1)}{2} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ m}$$

1.1.3. Besluit

We zien duidelijk dat er op een DVD meer ruimte is om informatie te plaatsen dan op een CD, Cd-single. De waarde die we gevonden hebben op het internet voor een DVD bedraagt 0,74 μm . Bij een DVD is de afstand tussen de groeven kleiner, dit geeft eveneens weer waarom er veel meer informatie op een DVD geschreven kan worden. Hoe kleiner de afstand tussen de groeven hoe meer informatie er op verwerkt kan worden.

<u>Aantal meters aan informatie</u>	<u>Afstand tussen de groeven</u>		
DVD	$1,1 \cdot 10^4 \text{m}$	DVD	$8,521 \cdot 10^{-7} \text{m}$
CD	$5,2 \cdot 10^3 \text{m}$	CD	$1,58 \cdot 10^{-6}$
CD-singel	$2,1 \cdot 10^3 \text{m}$	CD-singel	$1,64 \cdot 10^{-6} \text{m}$
Cd -rom	$5,3 \cdot 10^3 \text{m}$	Cd-rom	$1,64 \cdot 10^{-6} \text{m}$