



XXX INTERNATIONALE

NATUURKUNDE OLYMPIADE

LEICESTER, GROOT BRITANNIË

PRACTICUM-TOETS

12 juli 2000

De magnetische schijf

2,5 uur

Geef in dit experiment een schatting van de fouten in de metingen, de eindresultaten en de grafieken.

Doel van de proef

Onderzoek aan de krachten op een schijf die langs een helling naar beneden glijdt.

Waarschuwing

Raak de platte kanten van de schijf en het papieren oppervlak van de helling niet met je blote handen aan. Maak gebruik van de handschoen. Om ze van elkaar te onderscheiden, zijn de platte kanten van de schijf voorzien van verschillend gekleurde papieren stickers, waarvan je mag veronderstellen dat de wrijvingscoëfficiënt dezelfde is.

Tijdmeting

Tegen de onderkant van de helling zijn sensoren bevestigd die het elektronisch circuit in het zwarte doosje schakelen. Als de schijf zich tussen de sensoren bevindt, brandt de groene LED. Tegelijkertijd wordt dan een condensator opgeladen met een constante laadstroom. Deze laadstroom is evenredig met de spanning van de batterij. Met een multimeter wordt de spanning over de condensator gemeten. Daardoor is de aflezing van de multimeter een maat voor de tijd die de schijf zich tussen de sensoren bevindt. Hieruit kan de gemiddelde snelheid bepaald worden.

Hoe meet je de tijd

- i) Druk op de zwarte knop aan de zijkant van het doosje EN HOUD DEZE INGEDRUKT. Hiermee staat de apparatuur aan. De groene LED hoort nu niet te branden.
- ii) Als de groene LED toch gaat branden, schakel deze dan uit door de schijf (lichte kant naar boven) langs de onderste sensor te bewegen.
- iii) De condensator moet worden ontladen vóór je de schijf omlaag laat glijden. Druk daartoe de rode en de zwarte knop tegelijk minstens 10 seconden in.

Definities

- (i) Op een langs een helling glijdend voorwerp werkt een normaalkracht N en een remmende kracht F evenwijdig aan de helling. De verhouding ξ wordt als volgt gedefinieerd:

$$\xi = \frac{F}{N}$$

- (ii) Als de remmende kracht uitsluitend veroorzaakt wordt door wrijving dan is ξ gelijk aan μ_s , de dynamische wrijvingscoëfficiënt. Deze is onafhankelijk van de snelheid.

- (iii) Als de blauwe (donkere) kant van de schijf op de helling ligt, bestaat de remmende kracht uit twee delen: de wrijvingskracht en een kracht als gevolg van magnetische effecten. Deze totale remmende kracht noemen we F_d . We definiëren nu de verhouding ξ_d als:

$$\xi_d = \frac{F_d}{N}$$

- (iv) De grootte ξ_{ds} , die alleen de magnetische effecten weergeeft, wordt gedefinieerd als:

$$\xi_{ds} = \xi_d - \mu_s$$

Belangrijke tips en adviezen

- (i) Onderzoek eerst kwalitatief het gedrag van de schijf op de helling.
- (ii) Denk dan na over een natuurkundig model voordat je gaat meten. Bedenk daarbij met welke grafieken je dit model het beste kunt toetsen.
- (iii) Het gaat er in eerste instantie niet om zoveel mogelijk metingen te doen, tenzij je tijd over hebt.
- (iv) De tijdmeting wordt gedaan door de spanning over de condensator te meten. Deze is echter niet ideaal: als gevolg van het lekken van lading neemt de spanning langzaam af.
- (v) Je krijgt een schijf (die je na afloop van het experiment mag houden) en een batterij. Spaar de batterij zoveel mogelijk! De constante stroom waarmee de condensator opgeladen wordt, is evenredig met de spanning die de batterij levert. Daarom is het nuttig de batterijspanning regelmatig te meten. Je doet dat door de multimeter te verbinden met de stekerbuisjes waar het symbool van een spanningsbron bij staat.
NB. De sensoren worden onbetrouwbaar als de spanning van de batterij beneden de 8,4 V zakt. Vraag in dat geval om een andere batterij.
- (vi) Je krijgt niet meer dan 4 velletjes grafiekenpapier uitgedeeld.
- (vii) Als er problemen zijn met de bediening van de multimeters, vraag dan assistentie van een van de surveillanten.

Gegevens

- Het gewicht van de schijf = $5,84 \cdot 10^{-2}$ N
- De aflezing van de voltmeter is een maat voor de tijd dat de schijf zich tussen de twee sensoren bevindt. Als de batterij een spanning van 9,0 V heeft, dan komt een aflezing van 1 V overeen met 0,213 s.
- De afstand tussen de sensoren bedraagt 0,294 m.

Het experiment

Bepaal de grootte van de dynamische wrijvingscoëfficiënt en **ga na** hoe de grootte x_{ds} afhangt van de snelheid V_θ . V_θ is de snelheid die de schijf krijgt op de helling als

deze een hoek θ met de horizontaal maakt. Gebruik uitsluitend de ter beschikking staande apparatuur.

Bedenk een theoretisch model dat een verklaring voor je metingen geeft.

Toets dit model aan de hand van je meetresultaten.

Noteer op het antwoordvel de algebraïsche vergelijkingen / uitdrukkingen die je bij de analyse hebt gebruikt en die in je grafieken voorkomen.

Antwoordvel

$\mu_s =$

De relatie tussen de grootte ξ_{ds} , de snelheid θ_q en de hoek θ .

CDrom spectrometer

2,5 uur

Vermeld in dit experiment geen nauwkeurigheden bij je metingen.

Het doel van dit experiment is een grafiek te maken die aangeeft hoe de geleidbaarheid *) van een LDR (lichtgevoelige weerstand) verandert als functie van de golflengte over het gehele spectrum van het zichtbare licht.

*) geleidbaarheid $G = 1/\text{weerstand}$ (eenheid: siemens, $1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$)

Dit experiment bestaat uit vijf delen.

- Gebruik van een reflectietralie (rooster) (gemaakt van een gekromde strip van een CDROM) om een scherpe afbeelding van het eerste orde spectrum te krijgen van het licht van lamp A (12 V 50W wolfram gloeidraad).
- Meten en grafisch weergeven van de geleidbaarheid van een LDR als functie van de golflengte.
- Aantonen dat de gloeidraad van lamp A zich bij benadering gedraagt als een zwarte straler.
- Vinden van de temperatuur van de gloeidraad van lamp A als deze verbonden is met een spanningsbron van 12 V.
- Een correctie toepassen op de grafiek van de geleidbaarheid als functie van de golflengte, door rekening te houden met de energieverdeling over het licht spectrum dat door lamp A wordt uitgezonden.

Let op

- Pas op: sommige onderdelen kunnen heet zijn.
- **Lamp B mag niet aangesloten worden op spanningen hoger dan 2,0 V.**
- Gebruik de multimeter niet als weerstandsmeter in een stroomvoerend circuit.

Procedure

- (a) De apparatuur is zo uitgelijnd dat het licht van lamp A loodrecht invalt op het gekromde tralie (zie figuur 1). De LDR bevindt zich in het beeldvlak van het **eerste orde** spectrum. Beweeg de LDR door het **eerste orde** spectrum en neem waar hoe de weerstand van de LDR (gemeten met de multimeter X) verandert.
- (b)
 - (i) **Meet** de weerstand R van de LDR voor verschillende posities in het eerste orde spectrum. Noteer je gegevens in de tabel van je antwoordblad.
 - (ii) **Maak** een grafiek die de geleidbaarheid G van de LDR geeft als functie van de golflengte λ . Maak gebruik van het grafiekenpapier.

- NB De hoek θ tussen het licht met golflengte λ in het eerste orde spectrum en dat van het witte licht weerkaatst door het tralie (fig.1) is gelijk aan:
 $\sin \theta = \lambda/d$ waarin d de onderlinge afstand is van de lijnen van het tralie.
 Het tralie heeft 620 lijnen per mm.

De grafiek die je maakte in (b)(ii) geeft echter niet de gevoeligheid weer van de LDR voor verschillende golflengtes, omdat de emissiekaracteristiek van de lamp A niet in rekening is gebracht. Deze karakteristiek onderzoek je in (c) en (d), zodat je de grafiek kan corrigeren in (e).

- Merk op dat in de onderdelen (c) en (d) de drie multimeters zijn aangesloten als stroommeter. Deze instelling mag NIET veranderd worden. Gebruik de vierde multimeter (aangeduid met X) voor alle spanningsmetingen.
- (c) Veronderstel dat de gloeidraad van de 50W lamp zich gedraagt als een zwarte straler, dan geldt voor de spanning V over de gloeidraad en de stroom I die er door gaat de volgende relatie:

$$V^3 = C I^5 \quad \text{hierbij is } C \text{ een constante.}$$

Maak een meetserie voor V en I voor de lamp A (in het blik). De stroommeter is al aangesloten en de instelling moet niet worden gewijzigd.

- (i) **Noteer** je meetgegevens in de tabel op je antwoordblad. In die tabel is ook nog ruimte voor berekende waarden.
 - (ii) **Maak op het grafiekpapier** een grafiek waaruit blijkt dat de gloeidraad zich als een zwarte straler gedraagt.
- (d) Om de grafiek in (b)(ii) te corrigeren; moet je de bedrijfstemperatuur kennen van de wolfram gloeidraad van lamp A. Dat kun je doen aan de hand van de weerstand van de gloeidraad als functie van de temperatuur.
- **Bij de tekst van deze opgave vind je een grafiek die de soortelijke weerstand ($\mu\Omega \text{ cm}$) van wolfram geeft als functie van de temperatuur (K).**

Als de weerstand van de gloeidraad van lamp A bij een gegeven temperatuur bekend is, dan kan de temperatuur van de gloeidraad als deze is aangesloten op een spanning van 12 V gevonden worden uit de weerstandswaarde bij deze spanning. De weerstandswaarde bij kamertemperatuur is echter te laag om deze nauwkeurig te

kunnen meten. Je beschikt echter over een andere, kleinere lamp C die een grotere weerstand heeft die wel meetbaar is bij kamertemperatuur.

Je beschikt ook over een lamp B (12 V; 50 W) die identiek is aan lamp A. De lampen B en C zijn gemonteerd op een plaat en zijn aangesloten zoals aangegeven in fig.2.

- (i) **Meet** de weerstand van de lamp C bij kamertemperatuur als deze niet brandt. Gebruik de multimeter X; neem voor de kamertemperatuur 300K. **Noteer** deze weerstandswaarde R_{C1} op je antwoordblad.
 - (ii) Met behulp van de schakeling in fig.2 kan je de gloeidraden van lamp B en C vergelijken.
Gebruik de variabele weerstand om de stroom door C zo aan te passen dat de gloeidraden dezelfde temperatuur hebben. Kijk zodanig dat de gloeidraden elkaar lijken te overlappen. Als de kleine gloeidraad kouder is dan de grote, dan steekt deze daar donker bij af.
Meet onder deze omstandigheden de weerstand van de gloeidraden van de lampen B en C. De stroommeters zijn al aangesloten.
Noteer hun waarde R_{C2} en R_B op je antwoordblad.
 - (iii) **Gebruik** de bijgevoegde grafiek van de soortelijke weerstand als functie van de temperatuur, om de temperatuur van de gloeidraden van de lampen B en C te vinden.
Noteer deze temperatuur T_{2V} op je antwoordblad.
 - (iv) **Meet** de weerstand van de gloeidraad van lamp A als deze verbonden is met de spanningsbron van 12 V. Nogmaals: de stroommeter is reeds aangesloten, de instelling moet niet worden veranderd.
Noteer deze waarde R_{12V} op je antwoordblad.
 - (v) **Gebruik** de waarden van de weerstand van de gloeidraad van de lamp A bij 2 V en bij 12 V en zijn temperatuur bij 2 V om zijn temperatuur te vinden als de lamp aangesloten wordt op een spanning van 12 V.
 - (vi) **Noteer** deze temperatuur T_{12V} in de tabel van je antwoordblad.
- Bij de opgave vind je grafieken die de relatieve stralingsintensiteit geven voor een zwarte straler (Planck's curve) bij 2000 K, 2250 K, 2500 K, 2750 K, 3000 K en 3250 K.
- (c) **Gebruik** deze grafieken en de resultaten van (d)(v) om een aangepaste grafiek te maken van de geleidbaarheid (in willekeurige eenheden) van de LDR als functie van de golflengte. Gebruik hier grafiekpapier voor. Veronderstel dat de geleidbaarheid van de LDR bij elke golflengte evenredig is met de stralingsintensiteit bij die golflengte. (Deze veronderstelling is aanvaardbaar bij de lage lichtintensiteiten waarmee gewerkt wordt.) Veronderstel verder dat het tralie de intensiteitsverdeling over het spectrum niet beïnvloedt.

Antwoordvel CDrom spectrometer

(a) Dit deel omvat je waarnemingen. Je krijgt hier geen punten voor.

(b)(i) (1 punt)

Golflengte (nm)	Weerstand (Ω)	Geleidbaarheid (Ω^{-1})

(b)(ii) **Maak** een grafiek van de geleidbaarheid G van de LDR als functie van de golflengte λ . Gebruik het grafiekenpapier. (2 punten)

(c)(i) **Vul** in de tabel je meetwaarden en berekende waarden in. (1 punt)

(c)(ii) **Maak** een grafiek waaruit blijkt dat de lamp A zich als een zwarte straler gedraagt. **Gebruik** grafiekenpapier. (1 punt)

