Examen Fysica II, 24 juni 2010

Achternaam:

Voornaam:

Richting:

Het definitieve antwoord, inclusief berekeningen, dient op het opgaveblad te worden geschreven. Denk er aan dat niet alleen het uiteindelijke antwoord punten waard is: je redenering en berekening kunnen dus ook punten opleveren, ook wanneer de uiteindelijk bekomen waarde of uitdrukking fout is. Toegelaten materiaal: Handboek, nota's, oefeningen waarvan de oplossing op BlackBoard is verschenen, eventuele samenvattingen en wiskundige formularia, rekenmachine (al dan niet grafisch), kladpapier, iets om te schrijven.

Veel succes!

1. Lineaire optica

Een holle spiegel met straal $r = 1,0m$ vormt een beeld met een vergroting van $m = -0,2$. Teken een stralendiagram voor dit probleem en bereken

- De posities van voorwerp en beeld.
- Is het beeld reëel of virtueel?

Oplossing De locatie van het beeld wordt gegeven door

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}.$$

Hieruit kan een variabele worden geëlimineerd aan de hand van de vergroting

$$s = -\frac{s'}{m},$$

zodat

$$-\frac{m}{s'} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}.$$

Omschrijven levert

$$s' = (1 - m)f = 0,6m.$$

Hieruit volgt dat het beeld reëel is. De positie van het voorwerp wordt gegeven door

$$s = -\frac{s'}{m} = -\frac{0,6m}{-0,2} = 3m.$$

2. Diffractie en interferentie

Licht met een golflengte van $630nm$ wordt ingestuurd op en scherm waarin twee parallelle spleten zijn gemaakt. Het eerste diffractieminimum, waar te nemen op een tweede scherm dat zich op $1,0m$ van het eerste bevindt, ligt op een afstand van $0,42m$ van het centrale diffractiemaximum en valt samen met het 8^e (niet-centrale) interferentiemaximum.

- Wat is de breedte van de spleten?
- Wat is de afstand tussen het 4^e en het 5^e interferentiemaximum?

Oplossing De breedte van de spleten kan worden gevonden uit

$$\lambda = a \sin\left(\mathrm{Bgtg}\left(\frac{y}{x}\right)\right) \quad \Rightarrow \quad a = \frac{630 \cdot 10^{-9}m}{\sin\left(\mathrm{Bgtg}(0,42)\right)} = 1,63\mu m.$$

Om de afstand tussen het 3^e en 4^e interferentieminimum te kennen, dient de afstand tussen de spleten gekend te zijn. Dit kan worden gehaald uit het gegeven van het samenvallen. In het bijzonder geldt

$$d = \frac{m}{m'}a = 13,0\mu m.$$

De interferentieminima bevinden zich nu onder hoeken respectievelijk gegeven door

$$\begin{aligned} \vartheta_4 &= \mathrm{Bgsin}\left(4\frac{\lambda}{d}\right) = 0,195\mathrm{rad}, \\ \vartheta_5 &= \mathrm{Bgsin}\left(5\frac{\lambda}{d}\right) = 0,245\mathrm{rad}. \end{aligned}$$

Dit betekent dat zij zich op een afstand van

$$\begin{aligned} y_4 &= 1,0m \cdot \tan(0,195) = 0,198m \\ y_5 &= 1,0m \cdot \tan(0,245) = 0,250m. \end{aligned}$$

van het centrale interferentiemaximum bevinden. De afstand tussen maxima 4 en 5 is daarom 0,052m.

3. Wisselstroom

Gegeven een circuit zoals in de tekening. De waarden van R, L en C zijn gegeven door

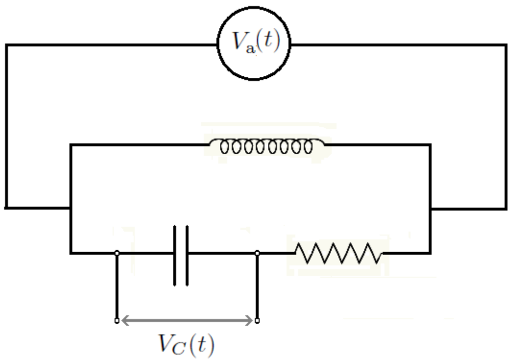
$$R = 100\Omega, \quad L = 31mH, \quad \text{en} \quad C = 56\mu F.$$

Een spanningsbron levert een wisselspanning met onbekende amplitude. De spanning over de capaciteit wordt gemeten als

$$V_C(t) = V_C \cos(\omega t) \quad \text{met} \quad f = 100Hz \quad \text{en} \quad V_C = 9,3V.$$

- Wat is de stroom door de spoel? Denk er aan dat je zowel amplitude als fase dient te berekenen.

Hint: Als je twijfelt aan hoe je parallelschakelingen kan behandelen, denk dan terug aan gelijkstroom.



Figuur 1: De beschouwde schakeling.

Oplossing We werken in complexe notatie. De spanning over de condensator wordt gegeven door

$$V_C(t) = V_C e^{\mathrm{i}\omega t}$$

zodat de stroom door deze condensator kan worden uitgedrukt als

$$I_C(t) = Z_C^{-1} V_C(t) = \mathrm{i}\omega C V_C e^{\mathrm{i}\omega t}.$$

Deze stroom is tevens de stroom door de weerstand, aldus geldt

$$V_{R+C}(t) = Z_{C+R} I_C(t) = \left(\frac{1}{\mathrm{i}\omega C} + R\right) \mathrm{i}\omega C V_C e^{\mathrm{i}\omega t} = (1 + \mathrm{i}\omega RC) V_C e^{\mathrm{i}\omega t}$$

Deze spanning is ook de spanning over de spoel. Daarom geldt

$$I_L(t) = Z_L^{-1} V_L(t) = \frac{1}{\mathrm{i}\omega L}(1+\mathrm{i}\omega RC) V_C e^{\mathrm{i}\omega t} = \left(\frac{1}{\mathrm{i}\omega L} + \frac{RC}{L}\right) V_C e^{\mathrm{i}\omega t} = (-\mathrm{i} + \omega RC)\, \frac{V_C}{\omega L} e^{\mathrm{i}\omega t}$$

Om hieruit terug de gemeten reële grootheid te halen, kan dit worden herschreven als

$$\begin{aligned}
\Re[I_L(t)] &= \Re\left[\sqrt{1+(\omega RC)^2}\,\frac{V_C}{\omega L}e^{\mathrm{i}(\omega t+\delta)}\right] \\
&= \sqrt{1+(\omega RC)^2}\,\frac{V_C}{\omega L}\cos(\omega t+\delta)
\end{aligned}$$

waarbij

$$\delta = \mathrm{Bgtg}\left(\frac{-1}{\omega RC}\right).$$