

NORGES TEKNISK-  
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Førsteamanuensis Jesus Valera  
Tlf.: 93414

EKSAMEN I FAG 74181 OPTIKK

Lørdag 9. august 1997

Tid: kl. 09.00–13.00

Hjelpemidler:

B2 – Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til liste utarbeidet av NTNU

K. Rottmann: Matematische Formelsammlung

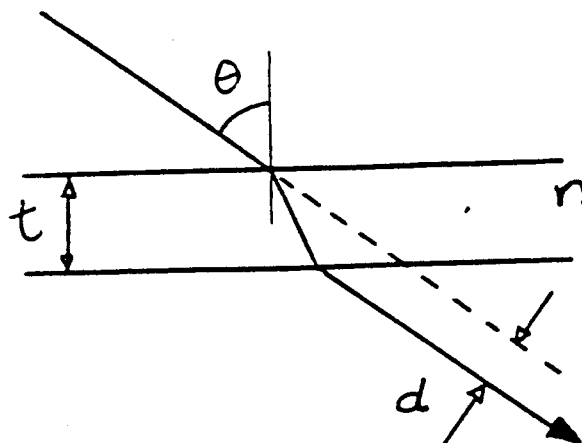
S. Barrett and T.M. Cronin: Mathematical Formulae

OBS: Geometri og symboler defineres i figurene.

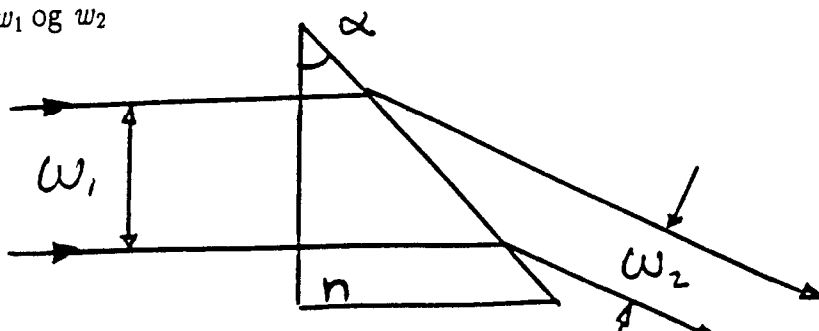
Se også "Oppgitt" bakerst i oppgavesettet.

Oppgave 1

- a) Finn et uttrykk for stråle-  
forskyvningen  $d$  som funksjon  
av platetykkelse  $t$ , innfalls-  
vinkel  $\theta$  og brytningsindeks  $n$ .

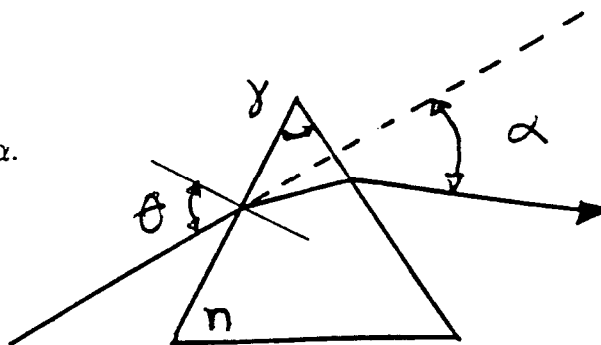


- b) Finn sammenhengen mellom  $w_1$  og  $w_2$   
uttrykt ved vinkelen  $\alpha$  og  $n$ .



- c) Finn et uttrykk for avbøyningsvinkelen  $\alpha$  som funksjon av  $\theta$ ,  $\gamma$  og  $n$ .

Finn hvilken vinkel  $\theta$  som minimaliserer  $\alpha$ .

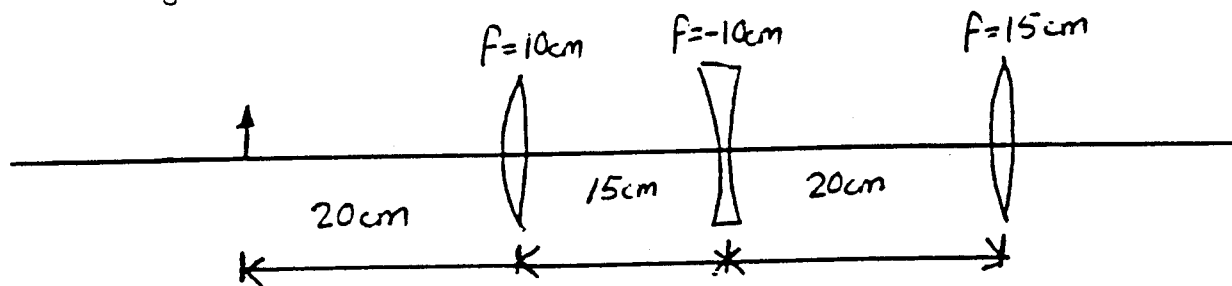


Oppgave 2

- a) Objektet er plassert 20 cm foran den første linsen i figuren nedenfor.

Finn avstanden fra siste linse til bildet og tegn en figur som viser billedplasseringen.

Beregn forstørrelsen.

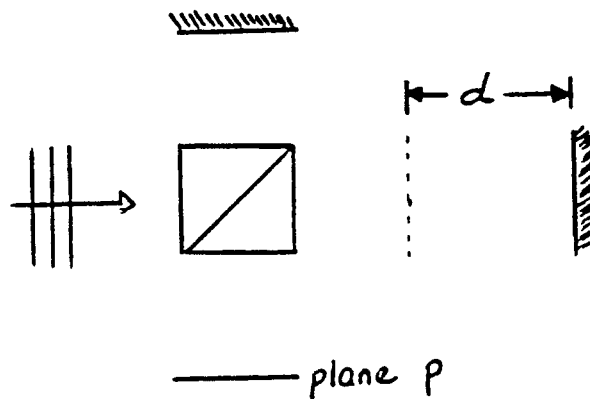


- b) Vertikalt lineærpolarisert lys går først gjennom en lineær polarisator med transmisjonsretning  $45^\circ$  i forhold til vertikalretningen. Deretter går det gjennom en kvartbølgeplate hvor en av de to aksene er vertikal.

Bruk Jonesvektorer til å bestemme polarisasjonstilstanden til den utgående strålen.

Oppgave 3

Figuren viser et Michelson-interferometer med parallelle speil. En av armene er en avstand  $d$  lenger enn den andre. Innfallende lys er en lineærpolarisert monokromatisk planbølge.



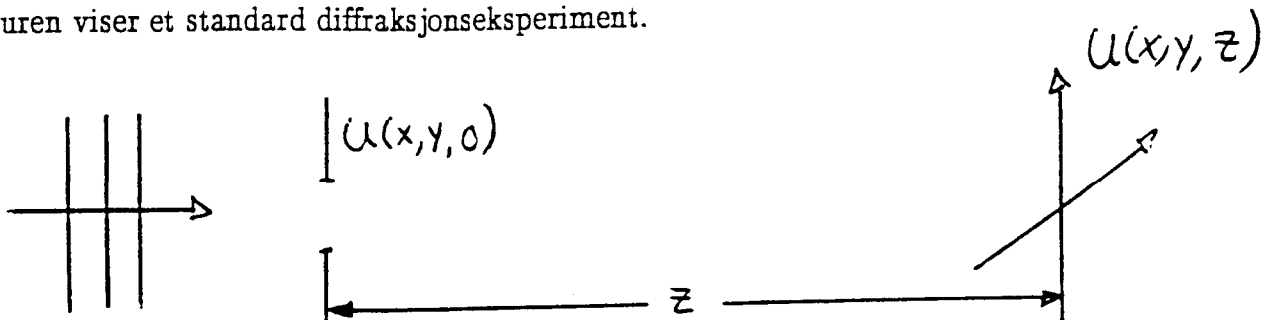
- a) Gi et uttrykk for det elektriske felt i planet  $P$  som funksjon av  $d$  og bølgelengden  $\lambda$ .

- b) Anta at  $d$  og  $\lambda$  er slik at vi har konstruktiv interferens (lysmaksimum) i planet  $P$ .

Utled et uttrykk for hvor stor bølgelengdeendring  $\Delta\lambda$  som må til for å få destruktiv interferens (mørke) i planet  $P$ .

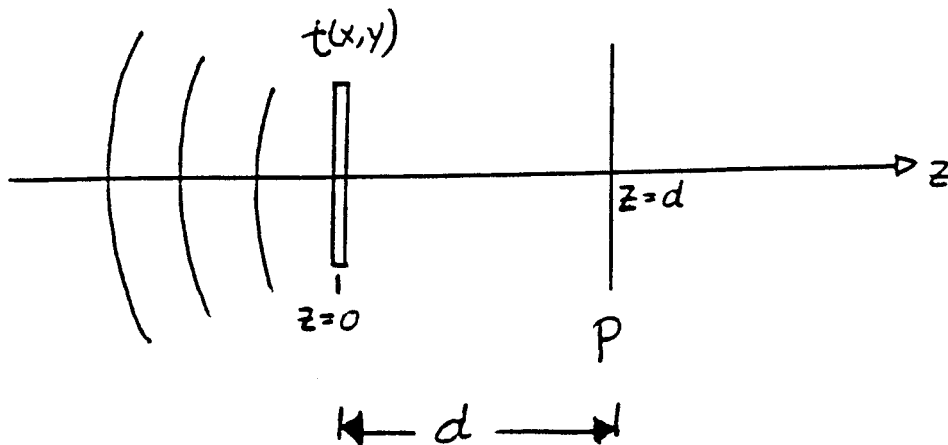
#### Oppgave 4

Figuren viser et standard diffraksjonseksperiment.



- Gi et uttrykk for planbølgespekteret til  $U(x, y, 0)$ .
- Gi et uttrykk for planbølgespekteret til  $U(x, y, z)$ .
- Utled et uttrykk for sammenhengen mellom de to planbølgespektrene i a) og b).
- Figuren viser et diffraksjonseksperiment hvor belsningsbølgen er en konvergerende kulebølge med fokus i planet  $P$ .

Utled et uttrykk for feltet i plan  $P$ .



## Oppgitt:

Fresnels diffraksjonsintegral:

$$U(x, y, z) = \frac{1}{i\lambda z} e^{ik[z + \frac{1}{2z}(x^2 + y^2)]} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} U(x', y', 0) e^{-\frac{ik}{z}(xx' + yy')} e^{\frac{ik}{2z}(x'^2 + y'^2)} dx' dy'$$

Kulebølge som konvergerer til  $z = d$  på akse:

$$U_0(x, y, z) = \frac{A_0 d}{d-z} e^{ik[z - \frac{1}{2(d-z)}(x^2 + y^2)]}$$

Todimensjonale fouriertransformasjon:

$$T(k_x, k_y) = \mathcal{F}\{t(x, y)\} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} t(x, y) e^{-i(k_x x + k_y y)} dx dy$$

Inverstransformasjon:

$$t(x, y) = \mathcal{F}^{-1}\{T(k_x, k_y)\} = \frac{1}{(2\pi)^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} T(k_x, k_y) e^{i(k_x x + k_y y)} dk_x dk_y$$

Jones matriser:

Polarisator med transmisjonsretning i vinkel  $\varphi$  med horisontal akse:

$$P(\varphi) = \begin{bmatrix} \cos^2 \varphi & \sin \varphi \cos \varphi \\ \sin \varphi \cos \varphi & \sin^2 \varphi \end{bmatrix}$$

Bølgeplate med en akse vertikal, introduserer faseendring  $\Delta$ :

$$M(\Delta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\Delta} \end{bmatrix}$$