

UNIVERSITETET I TRONDHEIM  
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Navn: Georg André  
Tlf.: 3413

### EKSAMEN I FAG 74125 - FYSIKK

Avd. 4 og 9 (Elektro- og Datateknikk/Økonomiske- og administrative fag)  
Mandag 24. august 1992  
Tid: kl. 0900-1500

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator  
K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk  
O.H. Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk  
K. Rottmann: Mathematische Formelsammlung  
S. Barrett og T.M. Cronin: Mathematical Formulae

#### Oppgave 1

- a) Bruk ekvipartisjonsprinsippet til å forklare at varmekapasiteten for  $n$  mol molekyler av en enatomig ideell gass ved en prosess med konstant volum er

$$C_v = \frac{3}{2} nR$$

- b) En enatomig ideell gass inneholder  $n = 6,0$  mol molekyler. Gassen foretar reversible prosesser fra en begynnelsestilstand med temperatur  $T_1 = 200$  K til en slutt-tilstand med temperatur  $T_2 = 400$  K. Beregn tilført varme  $Q$ , utført arbeid  $W$  og endring i indre energi  $\Delta U$  når prosessene foregår
- ved konstant volum
  - ved konstant trykk
  - adiabatisk

Skisser de tre prosessene i samme pV-diagram.

- c) Gassen i b) gjennomgår en prosess hvor trykket øker proporsjonalt med volumet

$$p = aV$$

der  $a$  er en konstant, mens temperaturen øker fra  $T_1 = 200$  K til  $T_2 = 400$  K. Finn arbeidet gassen utfører under denne prosessen uttrykt ved  $n$ ,  $R$ ,  $T_1$  og  $T_2$ . Finn gassens varmekapasitet ved denne prosessen.

- d) Den enatomige ideelle gass med  $n = 6,0$  mol molekyler foretar en fri ekspansjon fra et volum  $V_1$  til et volum  $2V_1$ . Temperaturen i begynnelsestilstanden ved volum  $V_1$  er  $T_1 = 200$  K. Hva er tilført varme  $Q$ , utført arbeid  $W$  og endring i indre energi  $\Delta U$  ved prosessen?

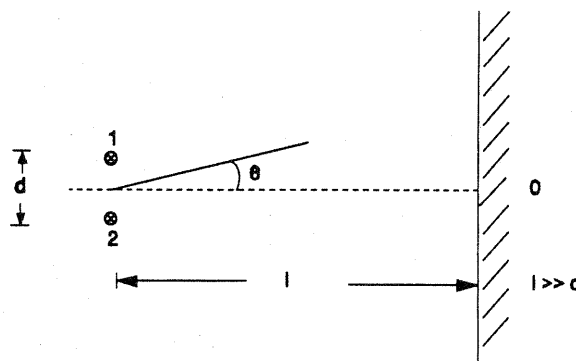
### Oppgave 2

To punktformige lyskilder 1 og 2 står i avstand  $d$  fra hverandre. Hver kilde sender ut like sterk stråling i alle retninger med samme frekvens  $f$ , samme fase og samme polarisasjonsretning.

- a) Vis at lysintensiteten i lang avstand fra kilden er gitt av

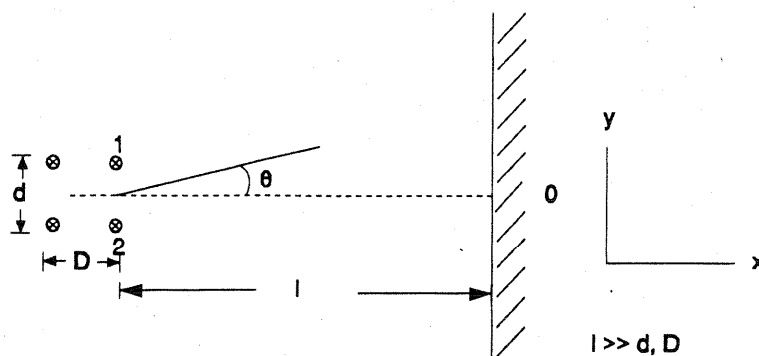
$$I_{\text{res}} = 4I_1 \cos^2\left(\pi \frac{d}{\lambda} \sin\theta\right)$$

$\lambda$  er bølgelengden av lyset,  $I_1$  er strålingsintensiteten fra en kilde og  $\theta$  er angitt på figuren.



- b) Beregn avstanden fra 0 til nærmeste mørke stripe dersom  $f = 5,0 \cdot 10^{14}$  Hz,  $d = 5,0 \mu\text{m}$  og  $l = 1,0$  m.

- c) To nye punktformede strålekilder plasseres bak strålekildene under punkt a) i avstand  $D$  fra disse slik som vist på figuren.



Alle kildene stråler med samme intensitet, samme frekvens  $f$  og samme fase. Vis at intensiteten i stor avstand fra kildene i  $x$ - $y$ -planet er

$$I = 16 I_1 \cos^2\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin\theta\right) \cos^2\left(\frac{\pi D}{\lambda} \cos\theta\right)$$

der  $I_1$  er intensiteten fra en kilde.

- d) Hvilke verdier av  $D$  vil gi en mørk stripe for  $\theta = 0$ ?

### Oppgave 3

Et elektron i et molekyl tenkes å bevege seg under en konstant potensiell energi  $U_0$  i en potensialbrønn med bredde  $L$ .  $L$  er molekylets effektive lengde. Bølgefunksjonen er  $\psi(x) = 0$  når  $x \leq 0$  og  $x \geq L$  og den potensielle energi i intervallet  $0 \leq x \leq L$  er  $U_0 = 1,5$  eV.

- a) i. Kall elektronets totale energi  $E$  og still opp Schrödingers tidsuavhengige ligning.
- ii. Bestem egenverdiene av energien  $E$ .
- iii. Skisser energispekteret.
- iv. Bestem de normerte løsningene av bølgefunksjonen.
- b) i. Beregn forventningsverdien (middelverdien)  $\langle x \rangle$  av elektronets posisjon.
- ii. Finn elektronets mest sannsynlige posisjon i tilstandene med kvantetallene  $n = 1$  og  $n = 2$ .

- c) Et molekyl har effektiv lengde  $L = 0,300$  nm. Molekylet emitterer ultrafiolett stråling når det går over fra tilstand med kvantetall  $n = 2$  til tilstand med kvantetall  $n = 1$ .
- Finn strålingens energi.
  - Finn strålingens frekvens  $f$  og bølgelengde  $\lambda$ .

**RETTELSE:**

Trykkfeil i K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk, 6. utgave side 121, skal være:

**Operator**

koordinat

 $x$ impuls  $p$ 

$$-i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$$

energi  $E$ 

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + U(x)$$