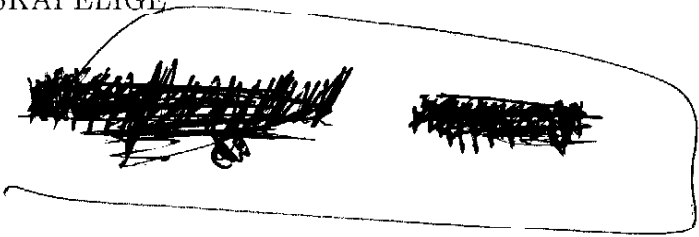


NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE  
UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:

Professor Asle Sudbø

Tlf: 93403



EKSAMEN I FAG 74125 - FYSIKK

Torsdag 13. august, 1998

kl. 0900-1500

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator

Opplysninger som det kanskje kan bli bruk for, og som kandidaten selv må tolke:

$$i = \sqrt{-1}$$
$$h = 2\pi \hbar = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

(1)

Ett mol er gitt ved Avogadro's antall

$$N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$$

Tidsavhengig Schrödinger-ligning for fri partikkel:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi(\mathbf{r}, t) = i \hbar \frac{\partial \Psi(\mathbf{r}, t)}{\partial t}$$

Stasjonær tilstand:

$$\Psi(\mathbf{r}, t) = \phi(\mathbf{r}) e^{-\frac{iEt}{\hbar}}$$

Heisenberg's usikkerhets-relasjoner

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$
$$\Delta t \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$$

Bølgefunksjon for fri partikkel som kan bevege seg i  $x$ -retning

$$\phi_x(x) = e^{ikx}$$

Identiteter for trigonometriske funksjoner

$$\tan(x) = \frac{\sin(x)}{\cos(x)}$$

$$\begin{aligned}\sin(x \pm y) &= \sin(x) \cos(y) \pm \sin(y) \cos(x) \\ \cos(x \pm y) &= \cos(x) \cos(y) \mp \sin(y) \sin(x)\end{aligned}$$

$$\sin(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \dots$$

$$\cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2!} + \dots$$

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots \cdot n$$

Identiteter for logaritme-funksjonen

$$\ln(A^B) = B \ln(A)$$

$$\ln(AB) = \ln(A) + \ln(B)$$

Vinkel-oppløsning: Minste vinkel som skiller et hovedmaksimum i et intensitetsmønster fra dets nærmeste minimum.

### Oppgave 1

- a) Forklar hva en intrinsikk og en ekstrinsikk halvleder er.
- b) Forklar hva en  $p-n$  overgang er, og hvordan denne kan fungere som en strømventil.
- c) Forklar hvordan en solcelle fungerer.
- d) Forklar hvordan en lysemitterende diode fungerer. Er det mest hensiktsmessig at halvlederene i en slik diode er lett eller tungt dopet? Begrunn svaret.
- e) Se på en bit ren silisium halvleder ved romtemperatur, med vekt  $22g$ , hvor det antas at antall elektroner i ledningsbåndet er  $10^{16}/m^3$ . Vi doper arsen inn i denne biten, med tanke på å øke konsentrasjonen av elektroner i ledningsbåndet. Molvekten til arsen er  $74.9g/mol$ , og egenvekten til silisium er  $2330kg/m^3$ . Man kan regne som om alle nye ledningselektroner skriver seg fra arsen, og at hvert tilført arsen atom avgir kun ett elektron til ledningsbåndet. Hvor mange gram arsen må vi tilføre denne silisium-biten for å få en ledningsbånds konsentrasjon av elektroner på  $7.25 \cdot 10^{22}/m^3$ ?

## Oppgave 2

Intensitetsfordelingene for lys som slipper gjennom to forskjellige diffraksjons systemer er alle gitt på form

$$\frac{I(\theta)}{I(0)} = \left[ \frac{F(\phi/2)}{\phi/2} \right]^2$$

Lysset kommer inn som monokromatiske planbølger fra venstre og bøyes og spres når det går igjennom åpningen i en vegg. Vi skal se på intensitets fordelingene på en vegg 41 cm til høyre for diffraksjons åpningene. Se på lys med bølgelengde  $\lambda = 713nm$ . For begge systemene gjelder at en typisk størrelsen på åpningen er  $D = 0.28mm$  og at

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} D \sin(\theta)$$

og at

$$\frac{F(x)}{x}$$

har hovedmaximum for  $x = 0$ . Fordi åpningen har ulik form blir nullpunktene i  $F(x)$  litt forskjellige.

i) For system nr. 1 gjelder at første nullpunkt bort fra hovedmaximum er gitt ved  $F(x) = 0$  for  $x = \pi^2/7$ .

i) For system nr. 2 gjelder at første nullpunkt bort fra hovedmaximum er gitt ved  $F(x) = 0$  for  $x = 23.56$ .

a) Finn vinkeloppløsningen for system nr. 1. Finn også bredden på hovedmaximaet, slik det fremstår på veggen til høyre.

b) Finn vinkeloppløsningen for system nr. 2. Finn også bredden på hovedmaximaet, slik det fremstår på veggen til høyre.