



Faglig kontakt under eksamen:  
Professor Arne Brataas  
Telefon: 73593647

### Eksamen i TFY4170 Fysikk 2

Mandag 12. desember 2005

15:00–18:00

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C

Godkjent lommekalkulator.

K. Rottman: *Matematisk formelsamling*

Barnett and Cronin: *Mathematical formulae*

Sist i dette oppgavesettet er det gitt noen relasjoner som muligens kan være til nytte under eksamen. Kandidaten må selv tolke disse.

**Merk:** Hver del-oppgave teller like mye.

Dette oppgavesettet er på 2 sider.

#### Oppgave 1. Kvantemekanikk

Vi ser i denne oppgaven på en partikkel som beveger seg i én retning i en stasjonær tilstand. Bølgefunksjonen kan da skrives som  $\Psi(x, t) = \psi(x) \exp(-iEt/\hbar)$ , der  $E$  er energien til partikkelen,  $x$  er posisjonen,  $t$  er tiden,  $\hbar = h/(2\pi)$  og  $h$  er Plancks konstant.  $\psi(x)$  er den romlige delen av bølgefunksjonen.

- Hva er den romlige delen av bølgefunksjonen  $\psi_{\text{fri}}(x)$  og energien  $E_{\text{fri}}$  til en fri partikkel?
- En partikkel befinner seg i en én-dimensjonal boks der potensialet er null innenfor boksen ( $0 < x < a$ ) og potensialet er uendelig stort utenfor boksen ( $x < 0$  og  $x > a$ ). Bølgefunksjonen til partikkelen  $\psi(x)$  er en løsning av den stasjonære Schrödinger-ligningen innenfor boksen med tilhørende grensebetingelser på randen av boksen ( $x = 0$  og  $x = a$ ). Schrödinger-ligningen som beskrives bølgefunksjonen innenfor boksen ( $0 < x < a$ ) er

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} = E\psi(x). \quad (1)$$

Det kan vises at bølgefunksjonen til grunntilstanden er gitt ved

$$\psi_g(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi x}{a}. \quad (2)$$

Finn et uttrykk for alle energinivåene og de tilhørende bølgefunksjonene for partikkelen.

- Hva er forventningsverdien til posisjonen og impulsen i grunntilstanden ( $\psi_g(x)$ ) til en partikkel i en boks som beskrevet ovenfor?

**Oppgave 2. Bølgefysikk**

- a) Hva menes med Huygens prinsipp?
- b) Hva er bånd-breddeteoremet og dens analogi innen kvantemekanikken.

**Oppgave 3. Materialfysikk**

- a) Hva er Pauli-prinsippet?
- b) Hva er Fermi-energien til elektronene i et metall?

**Oppgitt:**

Noen integraler som kan være nyttige:

$$\int_0^{n\pi} du \sin^2 u = \frac{n\pi}{2}, \text{ når } n \text{ er et positivt heltall} \quad (3)$$

$$\int_0^{n\pi} duu \sin^2 u = \frac{n^2 \pi^2}{4}, \text{ når } n \text{ er et positivt heltall} \quad (4)$$