

TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Test 3.

Oppgave 1

En partikkel befinner seg i en uendelig dyp potensialbrønn mellom $x = 0$ og $x = L$. Inne i brønnen er potensialet $V = 0$. Partikkelen er ved tidspunktet $t = 0$ preparert i den normerte tilstanden

$$\Psi(x, 0) = \sqrt{\frac{2}{3L}} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{L} \right).$$

Denne starttilstanden kan uttrykkes som en lineærkombinasjon av energiegentilstander $\psi_n(x) = \sqrt{2/L} \sin(n\pi x/L)$, dvs

$$\Psi(x, 0) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \psi_n(x).$$

Hva er verdien av c_1 ? (Tips: F eks Eulers formel.)

- A Null
- B $2/\pi$
- C $2/\sqrt{3}$
- D $15/7\pi$
- E $16/3\pi\sqrt{3}$

Oppgave 2

I forrige oppgave, hva er verdien av c_4 ? (Tips: Symmetribetraktninger.)

- A Null
- B $2/\pi$
- C $2/\sqrt{3}$
- D $15/7\pi$
- E $16/3\pi\sqrt{3}$

Oppgave 3

En partikkel beskrives ved tidspunktet $t = 0$ med bølgefunksjonen

$$\Psi(x, 0) = \sqrt{\kappa} \exp(ikx - \kappa|x|).$$

Hva er forventningsverdien av partikkelens impuls?

- A $\hbar k$
- B $\hbar \kappa$
- C $\hbar(k - \kappa)$
- D $\hbar(\kappa - k)$
- E Null

Oppgave 4

Hva er sannsynlighetsstrømmen $j(x, 0)$ i forrige oppgave?

- A $\hbar\kappa/m$
- B $\hbar k/m$
- C $(\hbar k\kappa/m) \exp(-2\kappa|x|)$
- D $\hbar k\kappa/m$
- E k

Oppgave 5

(Oppgavene 5 – 8:) Et elektron befinner seg i en endimensjonal uendelig dyp potensialbrønn som er plassert på intervallet $0 < x < L$, med bredde $L = 120 \text{ Å}$ og konstant potensial $V = 0$. Anta at elektronet foretar en overgang fra 2. eksiterte tilstand til grunntilstanden slik at det sendes ut et foton. Hva er fotonets bølgelengde?

- A $20 \mu\text{m}$
- B $30 \mu\text{m}$
- C $40 \mu\text{m}$
- D $50 \mu\text{m}$
- E $60 \mu\text{m}$

Oppgave 6

Anta nå at elektronet befinner seg i en tilstand som kan uttrykkes som en lineærkombinasjon av grunntilstanden og 2. eksiterte tilstand, nærmere bestemt

$$\Psi(x, t) = \frac{\sqrt{3}}{2} \psi_1(x) e^{-iE_1 t/\hbar} + \frac{1}{2} \psi_3(x) e^{-iE_3 t/\hbar}.$$

Med hvor lang periode vil sannsynlighetstettheten $\rho(x, t) = |\Psi(x, t)|^2$ oscillere?

- A 0.1 ps
- B 0.2 ps
- C 0.3 ps
- D 0.4 ps
- E 0.5 ps

Oppgave 7

Anta i neste omgang at et elektron i denne potensialbrønnen er preparert i en symmetrisk og normert starttilstand

$$\Psi(x, 0) = \sqrt{30/L^5} x(L - x)$$

for $0 < x < L$ (og $\Psi = 0$ ellers, selvsagt). Hva er sannsynligheten for at en måling av elektronets energi gir resultatet E_3 ? (Tips: Delvis integrasjon.)

- A Null
- B $4.64 \cdot 10^{-6}$
- C $3.55 \cdot 10^{-5}$
- D $2.46 \cdot 10^{-4}$
- E $1.37 \cdot 10^{-3}$

Oppgave 8

Med samme starttilstand som i forrige oppgave, hva er sannsynligheten for at en måling av elektronets energi gir resultatet E_4 ?

A Null

B $4.64 \cdot 10^{-6}$

C $3.55 \cdot 10^{-5}$

D $2.46 \cdot 10^{-4}$

E $1.37 \cdot 10^{-3}$