

TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Test 4.

Oppgave 1

Hva er kommutatoren $[\hat{L}_z, \hat{p}_z]$?

- A $i\hbar\hat{p}_x$
- B $i\hbar\hat{p}_y$
- C \hat{L}_x
- D \hat{L}_y
- E Null

Oppgave 2

Hva er kommutatoren $[\hat{L}_z, \hat{p}_x]$?

- A $i\hbar\hat{p}_x$
- B $i\hbar\hat{p}_y$
- C \hat{L}_x
- D \hat{L}_y
- E Null

Oppgave 3

Hva er kommutatoren $[1/x, \hat{p}_x]$?

- A $\hbar x^2$
- B ix/\hbar
- C $\hbar x$
- D \hbar/ix^2
- E Null

Oppgave 4

En endimensjonal uendelig dyp potensialbrønn har bredde $3\Delta x$. Potensialet er null i brønnen og uendelig utenfor, for $x \leq 0$ og for $x \geq 3\Delta x$. Den tidsuavhengige Schrödingerligningen for en partikkel med masse m diskretiseres ved å sette

$$\frac{d^2\psi_n}{dx^2} = \frac{\psi_{n+1} - 2\psi_n + \psi_{n-1}}{(\Delta x)^2}.$$

Her er $n = 1, 2$ og $\psi_n = \psi(x_n) = \psi(n\Delta x)$. Vi innfører størrelsen $\varepsilon = \hbar^2/2m(\Delta x)^2$. Hva blir nå de tillatte energiene til denne partikkelen?

- A $-\varepsilon$ og ε
- B 0 og ε
- C ε og 2ε
- D ε og 3ε
- E 3ε og 4ε

Oppgave 5

Samme problemstilling som i forrige oppgave, men med brønnbredde $4\Delta x$. Hvilke tre energinivåer kan nå partikkelen befinne seg i?

- A $\varepsilon, 3\varepsilon$ og 5ε
- B $\varepsilon, 2\varepsilon$ og 6ε
- C $2\varepsilon, (2 \pm \sqrt{2})\varepsilon$
- D $3\varepsilon, (3 \pm \sqrt{3})\varepsilon$
- E $4\varepsilon, (4 \pm \sqrt{2})\varepsilon$

Oppgave 6

Et elektron befinner seg i det endimensjonale potensialet $V(x) = F_0 |x|$, med $F_0 = 0.8$ nN. Stasjonære tilstander (energiegentilstander) er $\psi_n(x)$, med tilhørende energieigenverdier E_n . Hvilke av følgende påstander om elektronets grunntilstand $\psi_1(x)$ er riktige?

1. $\psi_1(0) = 0$ 2. $\psi_1(x) = \psi_1(-x)$ 3. $\psi_1'(0) = 0$ 4. $\psi_1'(x) = \psi_1'(-x)$ 5. $\psi_1''(0) = 0$

- A 1 og 2
- B 2 og 3
- C 1 og 3
- D 1, 4 og 5
- E 2, 3 og 4

Oppgave 7

Med potensial som i forrige oppgave, hvilke av følgende påstander om første eksiterte tilstand $\psi_2(x)$ er riktige?

1. $\psi_2(0) = 0$ 2. $\psi_2(x) = \psi_2(-x)$ 3. $\psi_2'(0) = 0$ 4. $\psi_2'(x) = \psi_2'(-x)$ 5. $\psi_2''(0) = 0$

- A 1 og 2
- B 2 og 3
- C 1 og 3
- D 1, 4 og 5
- E 2, 3 og 4

Oppgave 8

De tre laveste energieigenverdiene i oppgave 6 er henholdsvis ca 0.97 eV, 2.27 eV og 3.13 eV. Omtrent hvor stort er da det klassisk tillatte området dersom elektronet befinner seg i grunntilstanden?

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

Oppgave 9

En endimensjonal potensialbrønn har dybde 10.0 eV og bredde 4.0 nm. Et elektron med masse m_e befinner seg i en ubunden tilstand i dette potensialet, med energi 1.0 eV (dvs: 11.0 eV over bunnen av potensialbrønnen). Hva er dette elektronets bølgelengde dersom det befinner seg i brønnområdet?

- A 0.11 nm
- B 0.37 nm
- C 0.83 nm
- D 1.22 nm
- E 1.77 nm

Oppgave 10

Hva er bølgelengden til elektronet i forrige oppgave dersom det befinner seg utenfor brønnområdet?

- A 0.11 nm
- B 0.37 nm
- C 0.83 nm
- D 1.22 nm
- E 1.77 nm

Oppgave 11

Brønnpotensialet $V(x) = -\beta \delta(x)$ gir *en* bundet tilstand for en partikkel med masse m . Energien i den bundne tilstanden er

$$E = -\frac{m\beta^2}{2\hbar^2},$$

og tilhørende egentilstand (dvs løsning av TUSL) er

$$\psi(x) = \frac{\sqrt{m\beta}}{\hbar} \exp(-m\beta|x|/\hbar^2).$$

Hva er $\langle V \rangle$, dvs forventningsverdien av partikkelens potensielle energi, i denne bundne tilstanden?

- A $E/4$
- B $E/2$
- C E
- D $2E$
- E $4E$

Oppgave 12

Hva er

$$\int_{-4}^4 (x^3 - 3x^2 + 3x - 1) \delta(x - 2) dx?$$

- A -2
- B -1
- C 0
- D 1
- E 2