

TFY4108 Fysikk

Øving 10

Rettleing: Tysdag 28. okt. kl. 12:15-14:00.

Innlevering: Fredag 31. okt. kl. 14:00.

Oppgave 1.

La oss referere til dei diskrete energinivåa til eit atom som nivå $n = 1, 2, 3, \dots$, med energiar $E_1 < E_2 < E_3 < \dots$. Anta at når atomet endrar energinivå frå $n = 3$ til $n = 2$, emitterer det eit foton med bølgjelengd 800 nm, og når atomet endrar energinivå frå $n = 2$ til $n = 1$, emitterer det eit foton med bølgjelengd 200 nm. Kva blir bølgjelengda til fotonet som atomet emitterer når det endrar energinivå frå $n = 3$ til $n = 1$?

Oppgave 2.

Anta at ein partikkel er i ein tilstand gitt av bølgefunksjonen

$$\Psi(x, t) = A e^{-amx^2/\hbar} e^{-iat} \quad (1)$$

der m er massen til partikkelen og a er ein foreløpig uspesifisert positiv konstant.

- (a) Normaliser bølgefunksjonen (dvs. bestem konstanten A uttrykt ved dei andre parametrane i Ψ).
- (b) Vis at for ein bestemt verdi av a er $\Psi(x, t)$ ei løysing av den tidsavhengige Schrödingerlikninga (TASL) for ein partikkel med potensiell energi $U(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$. Er denne løysinga ein stasjonær tilstand?

Oppgave 3.

Ved tida $t = 0$ har ein partikkel bølgefunksjonen

$$\Psi(x, t = 0) = \begin{cases} A \frac{x}{a} & \text{for } 0 \leq x \leq a \\ A \frac{b-x}{b-a} & \text{for } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{ellers} \end{cases} \quad (2)$$

der a og b er to posisjonskonstantar (med $a < b$) og A er ein normeringskonstant.

- (a) Bestem normeringskonstanten A .
- (b) Skisser Ψ som funksjon av x .
- (c) Kva er den mest sannsynlege posisjonen til partikkelen?
- (d) Bestem sannsynlegheita for å finne partikkelen i regionen $x < a$. Er svaret rimeleg for spesialtilfella $b = a$ og $b = 2a$?
- (e) Bestem forventningsverdien $\langle x \rangle$ til partikkelen sin posisjon. Er svaret rimeleg for spesialtilfellet $b = 2a$?
- (f) Bestem uvissa Δx til partikkelen sin posisjon.

Oppgåve 4.

For ein partikkel i ein uendeleg djup potensialbrønn (“partikkel i boks”) viste vi i forelesingane (sjå evt. også kap. 40.2 i læreboka) at problemet med å bestemme dei stasjonære tilstandane og deira energiar kan reduserast til å løyse den tidsuavhengige Schrödingerlikninga (TUSL) inne i brønnen (dvs. for x mellom 0 og L der $U(x) = 0$),

$$\psi''(x) = -\frac{2mE}{\hbar^2}\psi(x) \quad (3)$$

med grensebetingelsane

$$\psi(0) = \psi(L) = 0. \quad (4)$$

Det finst ei triviell løysing $\psi(x) = 0$, men denne er ikkje fysisk akseptabel fordi den tilfredsstiller ikkje normeringskravet $\int_0^L |\psi(x)|^2 dx = 1$.

(a) Vis at det finst ingen fysisk akseptable løysingar med energi $E < 0$.

(b) Vis det same for $E = 0$.

Utvalde fasitsvar:

1: 160 nm.

2b: $a = \omega/2$.

3a: $A = \sqrt{3/b}$ (med A vald reell); 3d: a/b ; 3e: $\langle x \rangle = a/2 + b/4$.