

FYS2140 Kvantefysikk, Oblig 5

Mitt **navn** (**kandidatnummer**), og **gruppe**

7. februar 2012

Obliger i FYS2140 merkes med navn (kandidatnummer) og gruppenummer!

Denne obligen dreier seg for det meste om materiale fra avsnitt 2.1 og 2.2 i Griffiths, og dere skal regne på en partikkel i en (en-dimensjonal) uendelig dyp kvadratisk brønn, noen ganger kalt også “partikkel i (en-dimensjonal) boks”-problemet. Oppgavene finnes som Oppgave 2.4 og 2.5 i Griffiths.

Oppgave 1 Finn $\langle x \rangle$, $\langle x^2 \rangle$, $\langle p \rangle$, $\langle p^2 \rangle$, σ_x og σ_p for den n -te stasjonære tilstanden for en uendelig dyp kvadratisk brønn

$$\Psi_n(x, t) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi}{a}x\right) e^{-i(n^2\pi^2\hbar/2ma^2)t}. \quad (1)$$

Sjekk at Heisenbergs uskarphetsprinsipp er oppfylt. Hvilken tilstand kommer nærmest grensen for uskarpheten?

Oppgave 2 En partikkel i den uendelige dype kvadratiske brønnen har som starttilstand en bølgefunksjon som er en lik blanding av de to første stasjonære tilstandene:

$$\psi(x, 0) = A[\psi_1(x) + \psi_2(x)]. \quad (2)$$

- a) Normaliser $\psi(x, 0)$. (Det vil si: finn A . Dette er veldig enkelt om du utnytter ortonormaliteten til ψ_1 og ψ_2 . Husk at når bølgefunksjonen er normalisert ved $t = 0$ så vil den forbli normalisert — sjekk dette eksplisitt etter at du har gjort oppgave b) dersom du er i tvil.)
- b) Finn $\psi(x, t)$ og $|\psi(x, t)|^2$. Uttrykk den siste som en sinusfunksjon av tiden, som i eksempel 2.1 i Griffiths. For å forenkle resultatet, la $\omega \equiv \pi^2\hbar/2ma^2$.
- c) Finn $\langle x \rangle$. Legg merke til at denne forventningsverdien oscillerer som funksjon av tiden. Hva er vinkelfrekvensen til denne oscillasjonen? Hva er amplituden til oscillasjonen? (Hvis du får en amplitude større enn $a/2$ så er du på bærtur!)
- d) Finn $\langle p \rangle$. (*Hint*: det finnes en rask måte!)
- e) Hvis du skulle måle energien til denne partikkelen, hvilke verdier ville du fått, og hva er sannsynligheten for å få hver av de? Finn forventningsverdien til H . Hvordan er denne sammenlignet med E_1 og E_2 ?