

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

Oppgave 1

$$c_1 = \int_0^L \psi_1(x) \Psi(x, 0) dx,$$

som gir alternativ E.

Riktig svar: E.

Oppgave 2

Siden $\Psi(x, 0)$ er symmetrisk i boksen, og ψ_n med n partall er antisymmetriske, er $c_2 = c_4 = \dots = 0$.

Riktig svar: A.

Oppgave 3

Vi har

$$\begin{aligned} \hat{p}\Psi(x, 0) &= \frac{\hbar}{i} \frac{d}{dx} \sqrt{\kappa} e^{-\kappa|x|+ikx} \\ &= \frac{\hbar\sqrt{\kappa}}{i} (\mp\kappa + ik) e^{\mp\kappa x+ikx} \end{aligned}$$

der øvre fortegn gjelder for $x > 0$ og nedre fortegn for $x < 0$. Videre er

$$\langle p \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \Psi^*(x, 0) \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x} \Psi(x, 0) dx.$$

Når vi her deler opp integralet over hhv negative og positive verdier av x , ender vi (som ventet?) opp med $\hbar k$.

Riktig svar: A.

Oppgave 4

Som i oppgave 3 må vi passe på fortegnene for hhv positive og negative x . Gjør vi det, og bruker definisjonen av j , ender vi opp med alternativ C.

Riktig svar: C.

Oppgave 5

$\lambda = hc/(E_3 - E_1)$, som med $E_1 = \pi^2 \hbar^2 / 2mL^2$ og $E_3 = 9\pi^2 \hbar^2 / 2mL^2$ gir $\lambda = hc m L^2 / 4\pi^2 \hbar^2 \simeq 60 \mu\text{m}$.

Riktig svar: E.

Oppgave 6

Absoluttkvadratet av $\Psi(x, t)$ blir på formen $f(x) + g(x) \cos\left(\frac{(E_3 - E_1)t}{\hbar}\right)$, som oscillerer med periode $T = 2\pi\hbar/(E_3 - E_1) = mL^2/\hbar \simeq 0.2 \text{ ps}$.

Riktig svar: B.

Oppgave 7

Sannsynligheten for å måle E_3 er $|c_3|^2$, der

$$c_3 = \int_0^L \psi_3^*(x) \Psi(x, 0) dx = 8\sqrt{15}/(3\pi)^3.$$

Dermed er $|c_3|^2 = 1.37 \cdot 10^{-3}$.

Riktig svar: E.

Oppgave 8

Siden $\psi_4(x)$ er antisymmetrisk og $\Psi(x, 0)$ er symmetrisk (om $L/2$), blir $c_4 = 0$.

Riktig svar: A.