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 $c_2 = c_4 = \ldots = 0$.
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 $\lambda = hcmL^2/4\pi^2\hbar^2 \simeq 60\,\mu$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 $T = 2\pi\hbar/(E_3 - E_1) = mL^2/h \simeq 0.2$ ps.
Riktig svar: B.

Oppgave 7
Sannsynligheten for å måle E_3 er $|c_3|^2$, der

$$c_3 = \int_0^L \psi_1^*(x)\Psi(x,0)dx = 8\sqrt{15}/(3\pi)^3.$$

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.