

- 1 En partikkel med masse m befinner seg i potensialet $V(x) = m\omega^2 x^2/2$. Partikkelen beskrives av (den normerte) bølgefunksjonen

$$\Psi(x, t) = \sum_{n=2}^4 c_n \psi_n(x) e^{-iE_n t/\hbar}$$

med $c_4 = 5/\sqrt{42}$, $c_3 = 4/\sqrt{42}$ og $c_2 = 1/\sqrt{42}$. Her er $\psi_n(x)$ løsninger av den tidsuavhengige Schrödingerligningen. Hva er omtrent forventningsverdien av partikkelens energi?

A $\hbar\omega$ B $2\hbar\omega$ C $3\hbar\omega$ D $4\hbar\omega$ E $5\hbar\omega$

Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

- 2 En partikkel med masse m befinner seg i en endimensjonal potensialboks med harde vegger, dvs potensialet er $V(x) = 0$ for $0 < x < L$ og $V(x) = \infty$ ellers. Partikkelen er ved tidspunktet $t = 0$ preparert i den normerte tilstanden

$$\Psi(x, 0) = -\frac{1}{\sqrt{L}} \quad ; \quad 0 < x < L/2$$

$$\Psi(x, 0) = \frac{1}{\sqrt{L}} \quad ; \quad L/2 < x < L$$

Hva er sannsynligheten for at en måling av partikkelens energi gir verdien

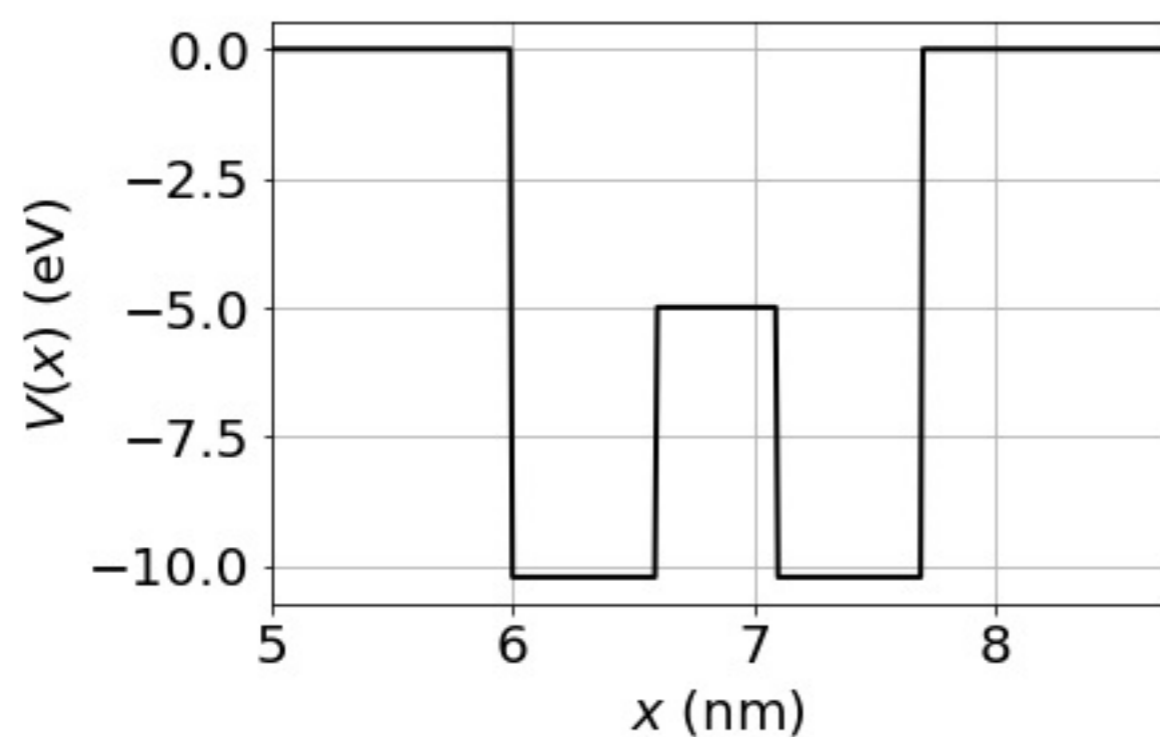
$$E_2 = \frac{2\pi^2\hbar^2}{mL^2} ?$$

A 0.98 B 0.81 C 0.64 D 0.47 E 0.30

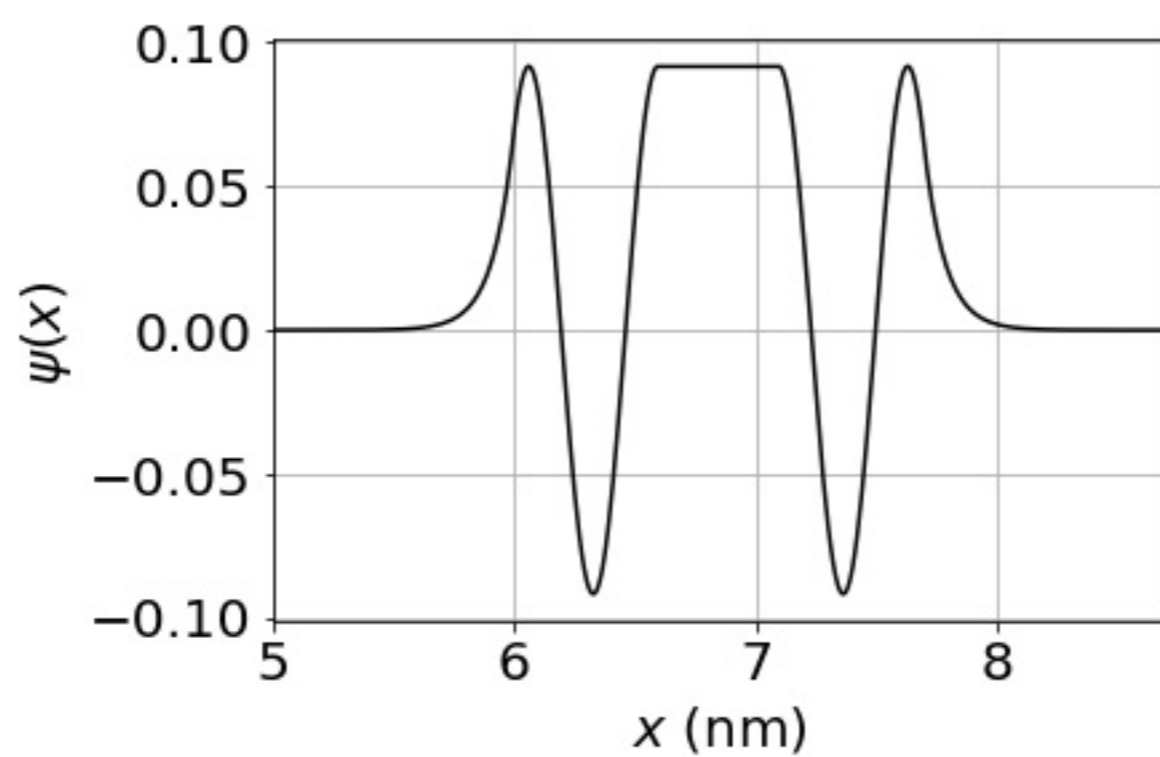
Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

- 3 Et elektron med masse m_e befinner seg i et symmetrisk potensial $V(x)$ bestående av to potensialbrønner med konstant potensial -10.224 eV og hver med bredde 0.60 nm . Potensialbrønnene er adskilt med en potensialbarriere med bredde 0.50 nm og potensial -5.000 eV . På hver side av dobbeltbrønnen er potensialet lik null:



En løsning av den tidsuavhengige Schrödingerligningen er vist i figuren nedenfor:



Hvilken tilstand er dette?

- A 2. eksiterte tilstand B 3. eksiterte tilstand C 4. eksiterte tilstand
D 5. eksiterte tilstand E 6. eksiterte tilstand

Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

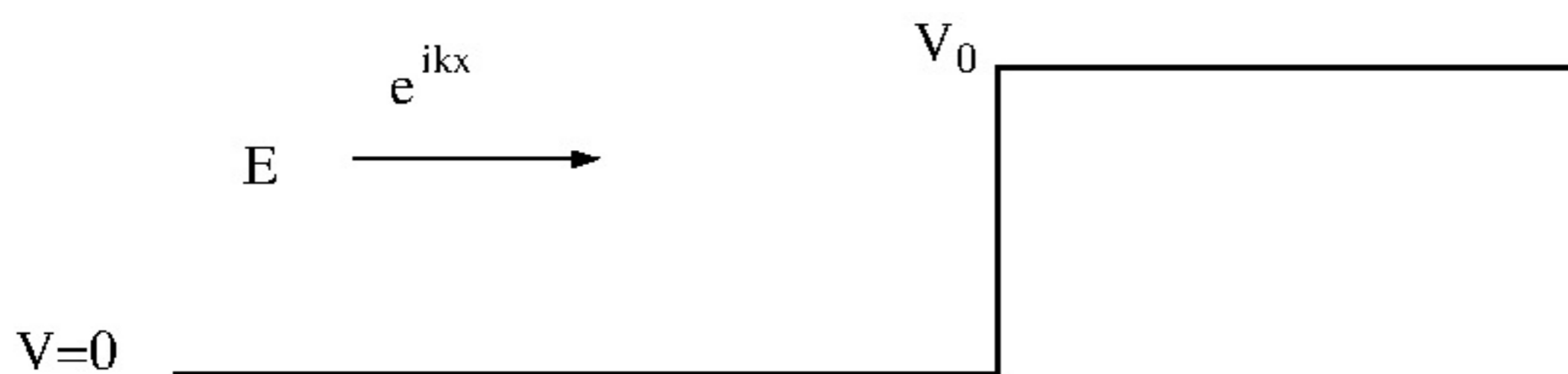
4 Hva er elektronets energi dersom det befinner seg i tilstanden illustrert i oppgave 3?

A -5.0 eV B -1.0 eV C 0.0 eV D -7.5 eV E -10.0 eV

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

5



Et elektron med energi $E = 0.7V_0$ sendes inn mot en grenseflate der potensialet endrer seg fra 0 til V_0 (se figur). Hva er sannsynligheten for at elektronet reflekteres?

A 1.0 B 0.9 C 0.8 D 0.7 E 0.6

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

- 6 En kubisk potensialboks (dvs null potensial inni boksen og uendelig potensial utenfor) har sidekanter med lengde L . Energienivåene for elektroner (som er fermioner, med to mulige spinntilstander for hver romlige orbital) i en slik potensialboks er

$$E = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m_e L^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$$

med positive heltallige kvantetall n_x, n_y, n_z . Hva er den totale degenerasjonsgraden (dvs inklusive spinndegenerasjon) til energinivået $19\hbar^2 \pi^2 / 2m_e L^2$?

A 14 B 12 C 10 D 8 E 6

Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

- 7 Anta at 8 ikke-vekselvirkende elektroner befinner seg i den kubiske boksen i forrige oppgave. Hva er systemets totale energi i grunntilstanden? (Husk Pauliprinsippet.)

A $19\hbar^2 \pi^2 / m_e L^2$ B $21\hbar^2 \pi^2 / m_e L^2$ C $23\hbar^2 \pi^2 / m_e L^2$
D $25\hbar^2 \pi^2 / m_e L^2$ E $27\hbar^2 \pi^2 / m_e L^2$

Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

- 8 Energieegenfunksjoner til en todimensjonal isotrop harmonisk oscillator, med potensial $V(x, y) = m\omega^2(x^2 + y^2)/2$, er $\psi_{n_x n_y}(x, y) = \psi_{n_x}(x)\psi_{n_y}(y)$, dvs et produkt av egenfunksjoner til to endimensjonale harmoniske oscillatorer (se formelvedlegg). En partikkel befinner seg i tilstanden $\psi_{11}(x, y)$. Dersom du måler partikkelens dreieimpuls L_z , hva er mulig(e) måleresultat(er)?

A 0 B $\pm\hbar$ C $\pm 2\hbar$ D $\pm\sqrt{2}\hbar$ E $\pm\hbar/2$

Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

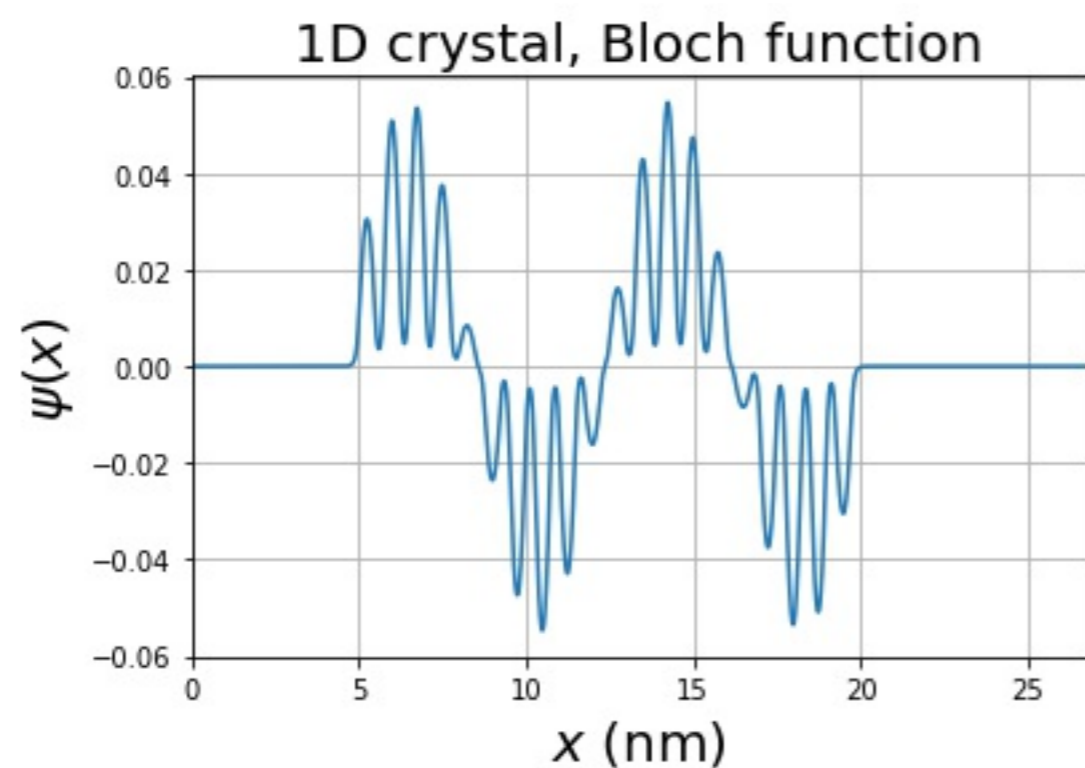
- 9 En partikkel befinner seg i et isotropt tredimensjonalt potensial $V(r)$ og beskrives av bølgefunksjonen $\psi(r, \theta, \phi) = R(r) Y_{21}(\theta, \phi)$. Hvorfor er L_x ikke skarp?

- A Fordi E er skarp
 B Fordi L^2 er skarp
 C Fordi L_y er uskarp
 D Fordi L_z er skarp
 E Fordi p_x er skarp

Velg ett alternativ

- A
 B
 C
 D
 E

10



Bølgefunksjonen i figuren over representerer en bundet energiegittilstand i et symmetrisk endimensjonalt potensial $V(x)$ bestående av N identiske potensialbrønner adskilt av $N - 1$ identiske potensialbarrierer. Energiegittilstandene i et slik (endelig) periodisk potensial er (en slags) Blochfunksjoner,

$$\psi_k(x) = \sin(kx) u_k(x)$$

der $u_k(x)$ har samme periodiske oppførsel som potensialet. Hvilken tilstand er vist i figuren, og hvor mange potensialbrønner består $V(x)$ av?

- A 20. eksiterte tilstand og $N = 3$ potensialbrønner
- B 20. eksiterte tilstand og $N = 20$ potensialbrønner
- C 10. eksiterte tilstand og $N = 10$ potensialbrønner
- D 3. eksiterte tilstand og $N = 3$ potensialbrønner
- E 3. eksiterte tilstand og $N = 20$ potensialbrønner

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E