



מדור הבחינות

מינהל הסטודנטים

אוניברסיטת בר-אילן

1316669

מספר סידורי

מס' מחי: 30

שנת: תשע"ג סמסטר: 2 מועד: 1 מטלה: 1

קורס: 01 311 86 תורת הקוונטים 1



המחברת נבדקה ביום: _____

הציון: _____

חתימת המרצה: _____

מס' סידורי 1 מתוך 2 מחברות

הוראות לנבחן

1. הבחינה. תלמיד שעזב את האולם אחרי חלוקת השאלונים או לא מסר את מחברתו עד תום הבחינה או מסר מחברת ריקה - דינו כדין נכשל.
2. קריאת השאלון מותרת רק לאחר קבלת רשות המשיג/ה.
3. יש לכתוב את התשובות בדיו, בכתב ברור ונקי על עמוד אחד של כל דף. אין לכתוב בשוליים, הכותב טיוטה יקדיש לה את הצד הימני של המחברת ואת ההעתקה הנקיה יכתוב בצד השמאלי. את הטיוטה יש למחוק בהעברת קו. אסור לחלוש דפים מן המחברת.
4. עבר הנבחן על תקנות הבחינות, תשלל ממנו הרשות להמשיך בבחינה, והוא יועמד לדין משמעתי.
5. משך זמן הבחינה מצויין בראש השאלון. עם הודעת המשיג/ה כי תם הזמן, על הנבחן להפסיק את הבחינה, למסור את המחברת עם השאלון ולצאת מאולם הבחינה. מחברת שלא נמסרה בתום ההודעה לא תיבדק.
6. אחזקת מכשיר טלפון סלולרי (אפילו סגור) ברשות הנבחן, מביאו מיידיית לפסילת הבחינה.

30/8/13

1. עליך להבחן בחדר בו הנך רשום.
2. הנח ליד המשיג/ה בבחינה את חפצייך האישיים כגון: תיקים, ספרים, מחברות, מכשירים סלולריים, קלמרים וכו'.
3. אסור להחזיק בהישג יד חומר הקשור לבחינה/לקורס אלא אם הותר הדבר בכתב על ידי המרצה ורק בהתאם למותר.
4. מסור למשיג/ה על הבחינה תעודת זהות וכרטיס נבחן חתום ותקף לסמסטר בו מתקיימת הבחינה.
5. היציאה לשירותים במהלך הבחינה אסורה בהחלט. נשים בהריון ונבכנים באישור מתאים רשאים לבקש מהמשיג/ה לצאת. היציאה בליווי המשיג/ה ובהתאם לנוהלי האוניברסיטה.
6. נבחן היוצא ללא רשות מחברתו תפסל ותועבר לוועדת משמעת.
7. יש להישמע להוראות המשיג/ה. אין לעזוב את חדר הבחינה ללא קבלת רשות. חל איסור מוחלט לפנות לנבחנים אחרים בכל עניין ודבר. בכל עניין פנה למשיג/ה.
8. בתחילת הבחינה מלא את פרטיך האישיים ע"ג המחברת. תלמיד שקיבל לידיו שאלון ואין ברצונו להיבחן, חייב להמתין 1/2 שעה בכיתה מתחילת

ועדת המשמעת מזהירה!

נבחן שיימצאו ברשותו חומרי עזר

אסורים או ייתפס בהעתקה,

ייענש בחומרה עד כדי

הרחקתו מהאוניברסיטה.

שנה"ל תשע"ג סמסטר ג מועד א

מס' קורס 86-311-01

מחלקה פסיקה תאריך 2.7.2013

המרצה פיוס' הנקומה' רזריס

מבחן חלק (אם הבחינה בשני חלקים)

הוראות לנבחן בנושא סריקה:

אין לכתוב במחברת בעפרון. יש לכתוב בעט בצבע כחול כהה או שחור בלבד. אין להשתמש בנוזל מחיקה (טיפקס). אין לכתוב בשוליים משני צידי הדף. מחברת בכתב מרושל משפיעה על תוצאות הסריקה.

שם לבי! השוליים יחתכו לפני הסריקה. לכן, חל איסור מוחלט

50

20

30

100

1. סוגיות בפיזיקה של חלקיקים, במיוחד סוגיות של התפלגות

התפלגות של $1-\delta$, כאשר $P_i = \alpha_i^2$ ו- α_i הוא הקשר של

$$1 = \alpha_1^2 + \alpha_2^2 = |Ae^{i\alpha}|^2 + |A|^2 =$$

$$= |A|^2 + |A|^2 = 2|A|^2 \Rightarrow |A| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

הסימנים (ה) ציטוט:
P והסימנים של מס' 10

סוגיות של A - e: ONN $A = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$\langle x(t=0) \rangle = \langle \psi | x | \psi \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} A e^{-i\alpha} \langle 1 | + \langle 2 | \rangle \cdot x \cdot A e^{i\alpha} (\langle 1 | + \langle 2 | \rangle) dx =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} A^2 x [\langle 1 | + \langle 2 | \rangle] [\langle 1 | + \langle 2 | \rangle] dx =$$

$$\langle x(t=0) \rangle = \langle \psi | x | \psi \rangle =$$

$$= A (e^{-i\alpha} \langle 1 | + \langle 2 | \rangle) \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega_0}} (\alpha + \alpha^\dagger) A (e^{i\alpha} \langle 1 | + \langle 2 | \rangle) = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega_0}} (\alpha + \alpha^\dagger)$$

$$= A^2 \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega_0}} (\langle 1 | (\alpha + \alpha^\dagger) | 1 \rangle + e^{-i\alpha} \langle 1 | (\alpha + \alpha^\dagger) | 2 \rangle +$$

$$+ e^{i\alpha} \langle 2 | (\alpha + \alpha^\dagger) | 1 \rangle + \langle 2 | (\alpha + \alpha^\dagger) | 2 \rangle) =$$

$$= A^2 \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega_0}} (\langle 1 | \alpha | 1 \rangle + \sqrt{2} \langle 1 | 2 \rangle +$$

$$+ e^{-i\alpha} \sqrt{2} \langle 1 | 1 \rangle + e^{-i\alpha} \sqrt{3} \langle 1 | 3 \rangle +$$

$$+ e^{i\alpha} \langle 2 | 0 \rangle + e^{i\alpha} \sqrt{2} \langle 2 | 2 \rangle + \sqrt{2} \langle 2 | 1 \rangle + \sqrt{3} \langle 2 | 4 \rangle) =$$

$$= A^2 \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega_0}} (\sqrt{2} e^{-i\alpha} + \sqrt{2} e^{i\alpha}) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega_0}} (e^{-i\alpha} + e^{i\alpha})$$

נקודת $\langle x(t=0) \rangle$ של $e^{-i\alpha} + e^{i\alpha}$ נקראים $\alpha = 2\pi n$ ו- ω

10 $\alpha = 2\pi n$ ו- ω נקראים $\alpha = 2\pi n$ ו- ω

$$|\psi(t)\rangle = A(e^{i\alpha} |1\rangle e^{-i\frac{E_1}{\hbar}t} + |2\rangle e^{-i\frac{E_2}{\hbar}t})$$

$$\langle p(t) \rangle = \langle \psi(t) | p | \psi(t) \rangle =$$

$$= A(e^{-i\alpha} \langle 1 | + \langle 2 | \rangle) (-i\sqrt{\frac{\hbar m \omega_0}{2}}) (\alpha - \alpha^\dagger) A(e^{i\alpha} |1\rangle + |2\rangle) =$$

$$= -iA^2 \sqrt{\frac{\hbar m \omega_0}{2}} (\langle 1 | \alpha - \alpha^\dagger | 1 \rangle + e^{-i\alpha} \langle 1 | (\alpha - \alpha^\dagger) | 2 \rangle +$$

$$+ e^{i\alpha} \langle 2 | (\alpha - \alpha^\dagger) | 1 \rangle + \langle 2 | (\alpha - \alpha^\dagger) | 2 \rangle) =$$

הערות המרצה

$$= -\frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{2}{2}} \cdot \frac{1}{2} (e^{-i\alpha} \cdot \sqrt{2} - e^{i\alpha} \sqrt{2}) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot (e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}) = -\sqrt{2} \sin(\alpha)$$

$$\begin{aligned} \langle p(t) \rangle &= \langle \psi(t) | p | \psi(t) \rangle = \\ &= -iA^2 \left(\langle 1 | a - a^\dagger | 1 \rangle + e^{-i\alpha} \cdot e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \langle 1 | (a - a^\dagger) | 2 \rangle + \right. \\ &\quad \left. + e^{i\alpha} \cdot e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \langle 2 | (a - a^\dagger) | 1 \rangle + \langle 2 | (a - a^\dagger) | 2 \rangle \right) \cdot \sqrt{\frac{m\omega_0 \hbar}{2}} = \\ &= -iA^2 \left(e^{-i\alpha} \cdot e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \sqrt{2} - e^{i\alpha} \cdot e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \cdot \sqrt{2} \right) \cdot \sqrt{\frac{m\omega_0 \hbar}{2}} = \\ &= \cancel{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{m\omega_0 \hbar} \left(e^{i\alpha + i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} - e^{-i\alpha + i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \right) = \\ &= -\sqrt{m\omega_0 \hbar} \sin\left(\alpha + \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t\right). \end{aligned}$$

אין דעם צו זיין פאר אים דער טאטע.

$$E_1 = \cancel{\frac{1}{2}} \pi \omega_0 \cdot (1 + \frac{1}{2}) = \frac{3}{2} \pi \omega_0 \quad E_2 = \pi \omega_0 (2 + \frac{1}{2}) = \frac{5}{2} \pi \omega_0$$

$$\therefore \sin \alpha = \sin(\alpha + \frac{E_2 - E_1}{u} t)$$

$$\frac{E_2 - E_1}{\hbar} \cdot t = 2\pi n \quad (n \in \mathbb{Z}), \quad E_2 - E_1 = \hbar \omega_0 \Rightarrow$$

$$\checkmark \quad \omega_0 t = 2\pi n \Rightarrow t = \frac{2\pi n'}{\omega_0} \quad (n \& n' \geq 0) \quad 10$$

ב' ה"ע הסתמ"ם של אלוסיוו הנתן
 ונתן: $\frac{1}{2\pi} \times \frac{p}{\sqrt{2\pi}}$ כאשר p הוא ע"ל של אנו ונז"ס
 נכסוף מתי נקדם סוף מפי"ה $p=0$, ממך הו"ע
 ומהמ"ס ה"טו $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
 ומהמ"ס ה"טו $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
 את $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ פועל"י להם ממשה נכסוף אותה $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
 וכן מסר"י נקדם להס"י סיוות סוף מפי"ה $p=0$ וה"טו $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$

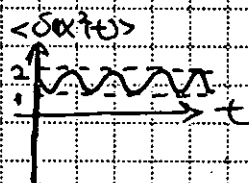
$$\langle x^2(t) \rangle = 1 \langle x(t) \rangle \text{ (אם נניח)} \quad \underline{\underline{2}}$$

$$\begin{aligned} \langle x(t) \rangle &= \langle \psi(t) | x | \psi(t) \rangle = \\ &= A^2 \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega_0}} (\langle 1 | a + a^\dagger | 1 \rangle + e^{-i\alpha} e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \langle 1 | a + a^\dagger | 2 \rangle + \\ &\quad + e^{i\alpha} e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \langle 2 | a + a^\dagger | 1 \rangle + \langle 2 | a + a^\dagger | 2 \rangle) = \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega_0}} (e^{-i\alpha} e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \sqrt{2} + e^{i\alpha} e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \sqrt{2}) = \\ &= \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega_0}} \cos(\alpha + \omega_0 t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \langle x^2(t) \rangle &= \langle \psi(t) | x^2 | \psi(t) \rangle = \\ &= A^2 \frac{\hbar}{2m\omega_0} (\langle 1 | a^2 + aa^\dagger + a^\dagger a + a^{\dagger 2} | 1 \rangle + \\ &\quad + e^{-i\alpha} e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \langle 1 | a^2 + aa^\dagger + a^\dagger a + a^{\dagger 2} | 2 \rangle + \\ &\quad + e^{i\alpha} e^{i \frac{E_2 - E_1}{\hbar} t} \langle 2 | a^2 + aa^\dagger + a^\dagger a + a^{\dagger 2} | 1 \rangle + \\ &\quad + \langle 2 | a^2 + aa^\dagger + a^\dagger a + a^{\dagger 2} | 2 \rangle) = \\ &= \frac{\hbar}{4m\omega_0} (2\langle 1 | 1 \rangle + 1\langle 1 | 1 \rangle + 0 + 0 + 3\langle 2 | 2 \rangle + 2\langle 2 | 2 \rangle) = \\ &= \frac{\hbar}{4m\omega_0} (2 + 1 + 3 + 2) = \frac{2\hbar}{m\omega_0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \langle \delta x^2(t) \rangle &= \langle x^2(t) \rangle - \langle x(t) \rangle^2 = \quad 10 \quad \checkmark \\ &= \frac{2\hbar}{m\omega_0} - \frac{\hbar}{m\omega_0} \cos^2(\alpha + \omega_0 t) = \boxed{\frac{\hbar}{m\omega_0} (2 - \cos^2(\alpha + \omega_0 t))} \end{aligned}$$

⊛ פסוק' אחר ע"פ 3 (מחמת השנייה)



הערות המרצה

(2) $\hat{H} = \hat{H}^\dagger$ אכן נראה שהעצמים נותנים, יהיה כשר, צורך בהתקיים $\hat{H} = \hat{H}^\dagger$ (האופרטור הרמיטי).

$$\hat{H}_1 = \hat{L}_+^\dagger = (\hat{L}_x + i\hat{L}_y)^\dagger = \hat{L}_x - i\hat{L}_y = \hat{L}_- \neq \hat{H}_1 \Rightarrow \text{כשר } \hat{H}_1 \quad \checkmark$$

$$\hat{H}_2 = [\hat{L}_+, \hat{L}_-] = +2\hbar\hat{L}_z \Rightarrow \hat{H}_2^\dagger = +2\hbar\hat{L}_z^\dagger = +2\hbar\hat{L}_z = \hat{H}_2 \Rightarrow \boxed{\text{כשר } \hat{H}_2} \quad \checkmark$$

$$\hat{H}_3 = (\hat{L}_+^\dagger \hat{L}_-^\dagger)^\dagger = \hat{L}_+ \hat{L}_- = \hat{H}_3 \Rightarrow \boxed{\text{כשר } \hat{H}_3} \quad \checkmark$$

10

\hat{H}_2 הוא האופרטור \hat{L}_z כפול קבוע (כאן $2\hbar$).

הוקסונים (הצגתם של אופרטור כזה) יהיו $\phi_m = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi}$.

$$\hat{H}_2 \phi_m = 2\hbar \hat{L}_z \phi_m = 2\hbar (-i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi} = 2\hbar (-i\hbar) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} im e^{im\phi} = 2\hbar^2 m \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi} = 2\hbar^2 m \phi_m$$

ובכן אכן $\phi_m = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi}$ וזהו (המרחב) המרחב: $2\hbar^2 m$.

\hat{H}_3 הוא האופרטור $\hat{L}_+ \hat{L}_- = \hat{L}^2 - \hat{L}_z^2 + \hbar^2$ (כאן \hbar^2).

הוקסונים (הצגתם של אופרטור כזה) יהיו $Y_{\ell m}$ שמתאון (הצגתם).

$$Y_{\ell m} = \frac{e^{im\phi}}{\sqrt{2\pi}} (-1)^m \left(\frac{(2\ell+1)(\ell+m)!}{2^\ell \ell!} \right)^{1/2} \frac{1}{2^\ell \ell!} \frac{1}{\sin^\ell \theta} \frac{d^\ell e^{-u}}{du^\ell} (\sin \theta)^{2\ell}$$

פונקציות אלה נקראות "מרחב" $Y_{\ell m}$: $\hat{L}_+ Y_{\ell m} = \hbar \sqrt{\ell(\ell+1) - m(m+1)} Y_{\ell, m+1}$, $\hat{L}_- Y_{\ell m} = \hbar \sqrt{\ell(\ell+1) - m(m-1)} Y_{\ell, m-1}$.

וכן נמקרה ש (ו): $\hat{L}_+ \hat{L}_- Y_{\ell m} = (\hat{L}^2 - \hat{L}_z^2 + \hbar^2) Y_{\ell m} =$

$$= \hbar^2 [\ell(\ell+1) - m^2 + m] Y_{\ell m}$$

ובכן אכן $Y_{\ell m}$ הם ח"ס וזהו המרחב: $\hbar^2 [\ell(\ell+1) - m^2 + m]$.

10

$$(E > V_0) \quad -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + V(x)\psi = E \cdot \psi \quad \text{התנאי של יחידה} \quad \text{3.} \quad \text{כ} \quad \text{30}$$

~~התנאי של יחידה~~

בתחום $x < \frac{L}{3}$, $x > L$ נקבע כי פונקציית הגל

מתאפסת ופוטנציאל אינסופי.

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = (E - V_0)\psi \quad \text{בתחום } \frac{L}{3} < x < L$$

$$\psi = A \cdot e^{ikx} + B e^{-ikx} \quad \text{הפתרון של המשוואה}$$

$$\text{כאשר } k = \sqrt{\frac{2m(E - V_0)}{\hbar^2}} \quad \text{אנו יודעים מנקודת רציפות הפונקציה}$$

$$\psi\left(\frac{L}{3}\right) = \psi(L) = 0$$

$$A e^{i \frac{L}{3} k} + B e^{-i \frac{L}{3} k} = 0 \Rightarrow B = -A e^{2i \frac{L}{3} k}$$

$$A e^{i L k} + B e^{-i L k} = 0 \Rightarrow B = -A e^{2i L k} \Rightarrow$$

$$e^{2i \frac{L}{3} k} = e^{2i L k} \Rightarrow 2 \frac{L}{3} k = 2 L k + 2 \pi n \Rightarrow (n \geq 1)$$

$$\frac{4}{3} L k = 2 \pi n \Rightarrow k_n = \frac{3 \pi n}{2 L} \Rightarrow$$

$$\psi_n = A \cdot e^{i \frac{3 \pi n}{2 L} x} - A \cdot e^{i \pi n} \cdot e^{-i \frac{3 \pi n}{2 L} x} =$$

$$= A \left(e^{i \frac{3 \pi n}{2 L} x} - (-1)^n e^{-i \frac{3 \pi n}{2 L} x} \right)$$

הנורמליזציה של פונקציית הגל

$$1 = \int_{-\infty}^{\infty} \psi_n^* \psi_n dx = A^2 \int_{\frac{L}{3}}^L \left(e^{i \frac{3 \pi n}{2 L} x} - (-1)^n e^{-i \frac{3 \pi n}{2 L} x} \right) \left(e^{-i \frac{3 \pi n}{2 L} x} - (-1)^n e^{i \frac{3 \pi n}{2 L} x} \right) dx =$$

$$= A^2 \int_{\frac{L}{3}}^L \left(1 - (-1)^n e^{-i \frac{3 \pi n}{L} x} - (-1)^n e^{i \frac{3 \pi n}{L} x} + 1 \right) dx =$$

$$= A^2 \left[2x - (-1)^n \cdot \frac{L}{3 \pi n} e^{-i \frac{3 \pi n}{L} x} - (-1)^n \cdot \frac{L}{3 \pi n} e^{i \frac{3 \pi n}{L} x} \right]_{\frac{L}{3}}^L =$$

$$= [2(L - \frac{L}{3}) + 0] \cdot A^2 = \frac{4L}{3} A^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{3}{4L}}$$

$$\psi_n = \sqrt{\frac{3}{4L}} e^{i \frac{3 \pi n}{2 L} x} - \sqrt{\frac{3}{4L}} (-1)^n e^{-i \frac{3 \pi n}{2 L} x} \quad \text{ה"ע של התנאי של יחידה}$$

$$k_n = \sqrt{2m(E_n - V_0)} \Rightarrow \text{הע"ם של ההמילטוניאן 'רדו':}$$

$$E_n - V_0 = \frac{k_n^2 \hbar^2}{2m} \Rightarrow E_n = \frac{9\pi^2 \hbar^2 n^2}{8mL^2} + V_0$$

(הע"ם E_n מתאים לז"ס ψ_n)

$$\text{ההמילטוניאן נחשב כהרצאה } \hat{H} = [\hat{p}, \hat{H}] = 0 \text{ (כאומר אופרטור רצוף)}$$

וההמילטוניאן תלוי ב- x (כאשר $V(x) = V_0$) במרחב x ו

$$V(-\frac{L}{2}) = \infty, V(\frac{L}{2}) = 0, \text{ שכן } V(x) \neq V(-x) \text{ (אין סימטריה)}$$

הע"ם $V(x) \neq V(-x)$, כאומר אופרטור רצוף וההמילטוניאן תלוי ב- x

$$\langle p \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \psi^* p \psi dx = \frac{3}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} (e^{i\frac{3\pi}{2L}x} - e^{-i\frac{3\pi}{2L}x}) dx$$

* נחשוב
הפונקציה ψ
מקיים: $\psi = 0$ וסדר
המחלקים הנגזרים
משתנה נכונה (לפי
משפט איינשטיין)

$$\frac{d\langle p \rangle}{dt} = -\frac{1}{\hbar} \langle [p, H] \rangle = -\langle \frac{\partial V}{\partial x} \rangle$$

$$= \frac{3}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} (e^{i\frac{3\pi}{2L}x} - e^{-i\frac{3\pi}{2L}x}) (i\frac{3\pi\hbar}{2L} e^{i\frac{3\pi}{2L}x} - (-i\frac{3\pi\hbar}{2L} e^{-i\frac{3\pi}{2L}x})) dx =$$

$$= \frac{3}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} (e^{i\frac{3\pi}{2L}x} - e^{-i\frac{3\pi}{2L}x}) (i\frac{3\pi\hbar}{2L} e^{i\frac{3\pi}{2L}x} + i\frac{3\pi\hbar}{2L} e^{-i\frac{3\pi}{2L}x}) dx =$$

$$= \frac{3}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} (1 + e^{-i\frac{6\pi}{L}x} - e^{-i\frac{6\pi}{L}x} - 1) dx =$$

$$= \frac{3}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} 0 dx = 0$$

הע"ם ψ
המחלקים
המחלקים

המחלקים ψ (הע"ם ψ)

$$\psi(x, t=0) = a_2 \psi_2 + a_4 \psi_4 =$$

$$= a_2 (\sqrt{\frac{3}{4L}} e^{i\frac{3\pi}{2L}x} - \sqrt{\frac{3}{4L}} e^{-i\frac{3\pi}{2L}x}) + a_4 (\sqrt{\frac{3}{4L}} e^{i\frac{6\pi}{2L}x} - \sqrt{\frac{3}{4L}} e^{-i\frac{6\pi}{2L}x})$$

אנו מחפשים x שבהם $\psi = 0$

$$a_2 (e^{i\frac{3\pi}{2L}x} - e^{-i\frac{3\pi}{2L}x}) + a_4 (e^{i\frac{6\pi}{2L}x} - e^{-i\frac{6\pi}{2L}x}) = 0$$



מדור הבחינות

מינהל הסטודנטים

אוניברסיטת בר-אילן

1316762

מספר סידורי



30

המחברת נבדקה ביום: _____

הציון: _____

חתימת המרצה: _____

מס' סידורי 2 מתוך 2 מחברות

הוראות לנבחן

1. הבחינה. תלמיד שעזב את האולם אחרי חלוקת השאלונים או לא מסר את מחברתו עד תום הבחינה או מסר מחברת ריקה - דינו כדין נכשל.
2. קריאת השאלון מותרת רק לאחר קבלת רשות המשיג/ה.
3. יש לכתוב את התשובות בדיו, בכתב ברור ונקי על עמוד אחד של כל דף. אין לכתוב בשוליים, הכותב טיוטה יקדיש לה את הצד הימני של המחברת ואת ההעתקה הנקיה יכתוב בצד השמאלי. את הטיוטה יש למחוק בהעברת קו. אסור לתלוש דפים מן המחברת.
4. עבר הנבחן על תקנות הבחינות, תשלל ממנו הרשות להמשיך בבחינה, והוא יועמד לדין משמעתי.
5. משך זמן הבחינה מצויין בראש השאלון. עם הודעת המשיג/ה כי תם הזמן, על הנבחן להפסיק את הבחינה, למסור את המחברת עם השאלון ולצאת מאולם הבחינה. מחברת שלא נמסרה בתום ההודעה לא תיבדק.
6. אחזקת מכשיר טלפון סלולרי (אפילו סגור) ברשות הנבחן, מביאו מיידית לפסילת הבחינה.

בהצלחה!

ועדת המשמעת מזהירה!

נבחן שיימצאו ברשותו חומרי עזר

אסורים או ייתפס בהעתקה,

ייענש בחומרה עד כדי

הרחקתו מהאוניברסיטה.

1. עליו להנבחן בחדר בו הנך רשום.
2. הנח ליד המשיג/ה בבחינה את חפציו האישיים כגון: תיקים, ספרים, מחברות, מכשירים סלולריים, קלמרים וכו'.
3. אסור להחזיק בהישג יד חומר הקשור לבחינה/לקורס אלא אם הותר הדבר בכתב על ידי המרצה ורק בהתאם למותר.
4. מסור למשיג/ה על הבחינה תעודת זהות וכרטיס נבחן חתום ותקף לסמסטר בו מתקיימת הבחינה.
5. היציאה לשירותים במהלך הבחינה אסורה בהחלט. נשים בהריון ונבכנים באישור מתאים רשאים לבקש מהמשיג/ה לצאת. היציאה בליווי המשיג/ה ובהתאם לנוהלי האוניברסיטה.
6. נבחן היוצא ללא רשות מחברתו תפסל ותועבר לוועדת משמעת.
7. יש להישמע להוראות המשיג/ה. אין לעזוב את חדר הבחינה ללא קבלת רשות. חל איסור מוחלט לפנות לנבכנים אחרים בכל עניין ודבר. בכל עניין פנה למשיג/ה.
8. בתחילת הבחינה מלא את פרטיך האישיים ע"ג המחברת. תלמיד שקיבל לידי שאלון ואין ברצונו להיבחן, חייב להמתין 1/2 שעה בכיתה מתחילת

שנה"ל תשס"ב סמסטר ב מועד ב

מס' קורס 86-311-01

מחלקה פסיקה תאריך 2.3.2013

המרצה שגור הנחל' ורליד

מבחן חלק (אם הבחינה בשני חלקים)

הוראות לנבחן בנושא סריקה:

אין לכתוב במחברת בעפרון. יש לכתוב בעט בצבע כחול כהה או שחור בלבד. אין להשתמש בנוזל מחיקה (טיפקס). אין לכתוב בשוליים משני צידי הדף. מחברת בכתב מרושל משפיעה על תוצאות הסריקה.

שם לכל! השוליים יחתכו לפני הסריקה. לכן, חל איסור מוחלט

המקור מסוים

3. כאשר נאמר כי התנאי של פסלם עם "מכאן" 1.8,

מספרים שהתנאי יהיה סבור $t=0$ אזי t כס t :

$$\psi(x,t) = \frac{\sqrt{3}}{2L} (a_2 (e^{i\frac{3\pi}{L}x} - e^{-i\frac{3\pi}{L}x}) e^{-i\frac{E_3}{\hbar}t} + a_1 (e^{i\frac{6\pi}{L}x} - e^{-i\frac{6\pi}{L}x}) e^{-i\frac{E_6}{\hbar}t})$$

אני מחפשים x עבורם $\psi(x,t)=0$ מספרים

אני מחפשים התנאים שמתקיימים עבור t , t (התנאים)

התנאים צריכים להיות כאלה, אחת זה את זה

התנאים צריכים להיות תנאים סבור t מסוים, סבור t

אחר, פא לא תנאים

$$e^{i\frac{3\pi}{L}x} - e^{-i\frac{3\pi}{L}x} = 0, \quad e^{i\frac{6\pi}{L}x} - e^{-i\frac{6\pi}{L}x} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{3\pi}{L}x = -\frac{3\pi}{L}x + 2\pi n_1, \quad \frac{6\pi}{L}x = -\frac{6\pi}{L}x + 2\pi n_2$$

$$\frac{6\pi}{L}x = 2\pi n_1, \quad \frac{12\pi}{L}x = 2\pi n_2$$

$$x = \frac{2\pi n_1}{6\pi} \cdot L = \frac{L}{3} n_1, \quad x = \frac{2\pi n_2}{12\pi} \cdot L = \frac{L}{6} n_2$$

שני המשוואות צריכות להיות וסן פונקציות היא תמיד

תנאים הנוקטים $x = \frac{L}{3}, \frac{2L}{3}, L$ כסומים אלו הנקראים

שני התנאים של פסלם "מכאן"

* אם התנאים $x < \frac{L}{3}, x > L$ התנאים של פסלם "מכאן",

שני התנאים התנאים צריכים להיות תנאים

6月 ~~10日~~

$$\langle 0|0 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{\sqrt{m\omega}}{\pi \cdot 2} \right)^{1/2} 2\sqrt{\frac{m\omega}{\pi}} x \cdot e^{-\frac{m\omega}{2\pi} x^2}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \left(\frac{mw}{4\pi}\right)^{1/4} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \sqrt{\frac{y}{mw}} \cdot y \cdot e^{-y^2/2} dy =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{m\omega}{\hbar k} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{\hbar}{m\omega} \right)^{1/4} \cdot \left(e^{-y^2/2} \right) \Big|_{-\infty}^{\infty} = 0 \quad \checkmark$$

$$\langle 0|2\rangle = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m\omega}{4\pi}\right)^{1/4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{m\omega}} \int_{-\infty}^{\infty} (4y^2 - 2)e^{-y^2/2} dy = 0$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{m\omega}{\hbar\pi} \right)^{1/4} \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}} \left[-4ye^{-y^2/2} \Big|_{-\infty}^{\infty} + \int_{-\infty}^{\infty} 4e^{-y^2/2} - 2e^{-y^2/2} \right] =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{m\omega}{4\pi} \right)^{1/4} \sqrt{\frac{\pi}{m\omega}} [0 + 2 \cdot \sqrt{2\pi}] =$$

$$= \left(\frac{m\omega}{\hbar}\right)^{1/4} \cdot \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}} = \frac{1}{\sqrt[4]{\pi}}$$

הסך הכול נקבע מחסומי טקסט והנפח: $P=0$

$$\langle \varphi_0 | 2 \rangle^2 = \frac{1}{9\pi}, \quad \therefore t = \frac{1}{\omega_0} \text{ NSD}$$

הערות המרצה

הערות המרצה

הערות המרצה

המרכז ללימודי מדע וטכניקה

הערות המרצה

הערות המרצה

הערות המרצה

