

תאריך: 22.6.04  
שם המרצה: פרופ' ברוך הורוביץ  
מס' הקורס: 0.203.1.2421  
משך המבחן: 3 שעות  
חומר עזר: 2 דפי נוסחאות

## מבחן פיסיקה 3

### לתלמידי הנדסת תומרים, כימיה והנדסה כימית

25 נק' 1. מטוס הנוסעים הבא של אל על יהיה בעל אורך מנוחה  $L_0 = 100 \text{ m}$  וינוע במהירות  $0.8c$ .

בתוך המטוס יש דיילת הנעה במהירות  $0.6c$  מזנב המטוס לקידמתו.

(א) מה מהירות הדיילת יחסית לכדור הארץ?

(ב) מהו הזמן הדרוש לדיילת לעבור את המטוס על-פי שעוניה?

(ג) מהו הזמן הדרוש לדיילת לעבור את המטוס על-פי צופה בכדור הארץ?

(ד) נתון כי נוסע א' יושב במרחק של 70 מ' מזנב המטוס (במערכת המטוס).

בשעה  $10^{00}$  יצאה הדיילת מזנב המטוס עם עגלת חטיפים ו- $0.3 \mu\text{s}$  (לפי שעוניה)

לאחר מכן ראתה את נוסע א' פותח שקית בוטנים. האם יתכן שהדיילת היא זו

שהביאה את השקית לנוסע א' (או שא' הביא אותה בעצמו)?

30 נק' 2. א) נתון גל מהצורה  $\psi(x,t) = A \cos(kx - \omega t + \varphi_1)$ . עצמת הגל נמדדת ע"י ממוצע בזמן

$$I_1 = \frac{1}{T} \int_0^T \psi^2(x,t) dt \quad \text{כאשר } T \text{ זמן מחזור. הראה/י כי } I_1 = \frac{1}{2} A^2.$$

ב) נתון גל נוסף מהצורה  $B \cos(kx - \omega t + \varphi_2)$  ונמדדה עוצמתו  $I_2$ . נתון מצב שבו

נוכחים גל זה יחד עם הגל בסעיף א' (למשל בהתאבכות משני סדקים כאשר

העוצמות בשני הסדקים שונות). העוצמה הכללית תלויה ב-  $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ .

מהו  $\Delta\varphi$  שעבורו העוצמה הכללית היא מכסימלית (ושווה ל-  $I_{\max}$ ) ומהו  $\Delta\varphi$

שעבורו העוצמה הכללית היא מינימלית (ושווה ל-  $I_{\min}$ ).

ג) חשבי את היחס  $I_{\max}/I_{\min}$  כתלות ב-  $I_1, I_2$ .

30 נק' 3. הפרש רמות האנרגיה של אלקטרונים באטום הוא  $\Delta E$ . הוא מאפשר מעבר אלקטרוני

תוך כדי פליטת פוטון.

א) אטום מעורר במנוחה הפולט פוטון מקבל תנע  $P_0$  כתוצאה מרתיעה, ולכן גם

אנרגיה קינטית. רשום/י את משוואת שימור התנע והאנרגיה ומצא/י את תדר

הפוטון הנפלט. הנח/י כי האנרגיה לא יחסותית עבור האטום כך ש  $\Delta E \ll m_0 c^2$

כאשר  $m_0$  מסת האטום.

ב) הנח/י שהאטום בסעיף א' בעל תנע התחלתי הקטן מאוד מתנע הרתיעה  $P_0$ , כך

שהחישוב בא' אינו משתנה. חשבי/י גבול תחתון לאי הודאות  $\Delta x$  במיקום של

האטום כאשר הפוטון הנפלט הוא באנרגיה  $10 eV$ . בטא/י את  $\Delta x$  ע"י אורך הגל

של הפוטון והסבר/י מדוע יש לצפות לתוצאה זו.

ג) אם זמן החיים של הרמה הוא  $\tau$  כיצד נראית התפלגות התדרים  $\nu$  של הפוטונים

היוצאים. שרטט גרף איכותי. מהו הגודל המינימאלי של התיקון לאנרגיית הפוטון

שמצאת בסעיף א' (ההזזה של  $h\nu$  מ-  $\Delta E$  לפי סעיף א') הניתן למדידה?

25 נק' 4. נתון חלקיק הנמצא במערכת פסיקלית מסוימת המתואר על ידי פונקצית הגל

$$\Psi_0(x) = Ce^{-\frac{ax^2}{2}} \quad \text{הבאה:}$$

(א) מצא/י את C.

(ב) מצא/י את האי ודאות במיקום ובתנע של החלקיק.

(ג) האם עיקרון האי-ודאות מתקיים?

(ד) איזו מערכת פסיקלית מתארת פונקצית גל זו?

(ה) נתון כי בזמן t כשלהוא נמצאת המערכת הפסיקלית הנ"ל במצב

$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{1}{6}} A \Psi_1 e^{-i\varepsilon_1 \frac{t}{\hbar}} + \frac{A}{2\sqrt{3}} \Psi_2 e^{-i\varepsilon_2 \frac{t}{\hbar}} + \frac{A}{2} \Psi_3 e^{-i\varepsilon_3 \frac{t}{\hbar}}$$

כאשר  $\Psi_i$  הינן פונקציות עצמיות ו- $\varepsilon_i$  הן האנרגיות העצמיות של המערכת

הפסיקלית הנ"ל.

חשבו/י את A ומצא/י (מספרית) את האנרגיה הממוצעת בהנחה שהניחוש שלך

בסעיף ד' הוא נכון.

נוסחאות עזר:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2a^{\frac{3}{2}}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} x e^{-ax^2} dx = 0$$

**בהצלחה!**