

מועד אי סמסטר בי תשס"ד

15.6.04

אוניברסיטת תל אביב

הפקולטה למדעים מדויקים

ע"ש ריימונד ובברלי סקלר

כימיה פיזיקלית 2

לתלמידי שנה ב', ביה"ס ל כימיה

המרצה: פרופ' ערן רבני

משך הבחינה 3 שעות.

מותר להכניס מחברות, רשימות ומחשבוניס.

יש לענות **בפרוט** על 4 מתוך 5 השאלות הבאות.

יש להסביר ולנמק את התשובות.

1) חלקיק בעל מסה m מצוי בתוך קופסא חד ממדית באורך L . מצבו של החלקיק נתון ע"י

$$\psi(x) = \sin(\pi x/L) + \sqrt{3} \sin(2\pi x/L) : \text{פונקציית הגל (הלא מנורמלת)}$$

(א) נרמלו את פונקציית הגל. (6 נק)

(ב) מודדים את אנרגיית החלקיק. מהו הסיכוי לקבלת הערך $E = \frac{h^2}{8mL^2}$? (6 נק)(ג) מהו הסיכוי למצוא את החלקיק בתחום $[0, L/2]$? (7 נק)

(ד) מהי האנרגיה הממוצעת של החלקיק? (6 נק)

ניתן להשתמש בקשרים הבאים:

$$\int \sin^2(ax) dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin(2ax)}{4a}$$

$$\sin(A)\sin(B) = \frac{1}{2} [\cos(A-B) - \cos(A+B)]$$

2) חלקיק חופשי בעל מסה m מצוי במצב $\psi(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$.

(א) מודדים את התנע של החלקיק. מהם תוצאות המדידה האפשריות? (6 נק)

(ב) מהו ערך התצפית של התנע? (6 נק)

(ג) מהי אי הודאות במקום ובתנע של החלקיק? (7 נק)

(ד) מהו ערך התצפית של האנרגיה? (6 נק)

ניתן להשתמש בקשרים הבאים:

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

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

3) נתון היון HeH^{++} .

- (א) כתבו ביחידות אטומיות את ההמילטוניאן האלקטרוני בקירוב בורן-אופנהיימר. (5 נק)
- (ב) מהו ערוץ הפירוק הסביר יותר של היון: $He^+ + H^+$ או $He^{++} + H$? (7 נק)
- (ג) מה תהיה האנרגיה האלקטרונית לא כולל הדחיה הבין גרעינית עבור מרחק בין גרעיני אפס? (6 נק)
- (ד) האם (למרות הדחיה הבין גרעינית) ליון מצב קושר? אם כן, איזו פונקציה מקורבת תתאר מצב זה? (7 נק)

4) חמשת הרמות הויברציוניות הראשונות של המולקולה HCl הנם: 1481.86, 4367.50, 7149.04, 9826.48 ו-12399.8.

- (א) מהם היחידות של הנתונים הללו? (5 נק)
- (ב) חשבו את ω_e ו- $\omega_e x_e$. (10 נק)
- (ג) חשבו את D_e ו- D_0 . האם הערכים שקיבלתם קטנים או גדולים מהערכים האמיתיים? (10 נק)

5) ספינת חלל תוכננה לעקוב אחר הוצרות מולקולות $^{12}C^{16}O$ באטמוספירה של כוכב לכת מרוחק.

- (א) באיזה שיטה ספקטרלית היתם משתמשים/ות למדידה? (5 נק)
- (ב) מרחק שיווי המשקל במולקולה $^{12}C^{16}O$ הנו $1.128 \cdot 10^{-10}$ מטר. מהו קבוע הרוטציה? (5 נק)
- (ג) באיזו תדירות יופיעו שלושת המעברים הרוטציוניים הראשונים? (5 נק)
- (ד) מה תהיה העוצמה היחסית של המעברים בטמפרטורה $10K$ ו- $300K$? (5 נק)
- (ה) מהי הרזולוציה הנדרשת של מכשיר המדידה כדי לקבוע את היחס בין ^{12}C ו- ^{13}C על כוכב הלכת? (5 נק)

הבהרה!

$$\begin{aligned}
 m_e &= 9.1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} & e &= 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} & \hbar &= 1.0546 \cdot 10^{-34} \text{ J sec} \\
 4\pi\epsilon_0 &= 1.1127 \cdot 10^{-10} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} & N &= 6.0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} & m_a &= 1.6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
 c &= 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m sec}^{-1} & k_B &= 1.3807 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1} = 0.695 \text{ cm}^{-1} \text{ K}^{-1}
 \end{aligned}$$