

## תנע זוויתי, אטום מימן

תרגיל 7-1.

- א. מהו גודלו של תנע אורביטלי זוויתי במצב של  $l=3$  ?  
ב. מהו גודלו של היטל מקסימלי של תנע זוויתי על ציר  $z$  ?

תרגיל 7-2.

- א. כמה מצבי  $l$  שונים מקושרים למצב  $n=4$  ?  
ב. כמה ערכים שונים של  $m_l$  מקושרים למצב של  $l=4$  ?

תרגיל 7-3.

- אלקטרון נמצא במצב  $n=3$ . מצאו את:  
א) מספר ערכים אפשריים של  $l$ ; ב) מספר ערכים אפשריים שונים של  $m_l$ ;  
ג) מספר ערכים אפשריים של  $m_s$ ; ד) מספר המצבים בכליפה  $n$ ;  
ה) מספר תת-כליפות בכליפה  $n=3$ .

תרגיל 7-4.

- עבור אטום של מימן הנמצא ברמת יסוד, מצאו:  
א) צפיפות ההסתברות  $(\psi(r))^2$ ;  
ב) צפיפות ההסתברות רדיאלית  $P(r)$ ,  
כאשר  $r=a$  (רדיוס של בוהר).

תרגיל 7-5.

- מצאו את ההסתברות שהאלקטרון ברמת יסוד של אטום מימן יימצא בין שתי כליפות כדוריות שרדיוסיהן  $r$  ו-  $r+\Delta r$ , כאשר:  
א)  $r=0.5a, \Delta r=0.01a$  ב)  $r=1a, \Delta r=0.01a$ , הוא רדיוס של בוהר.  
(רמז:  $\Delta r$  הוא מספיק קטן כדי להניח כי צפיפות ההסתברות הרדיאלית היא קבועה בין  $r$  ו-  $r+\Delta r$ )

תרגיל 7-6.

- מצאו את ההסתברות שבמצב יסוד של אטום מימן, האלקטרון יימצא ברדיוס גדול מרדיוס של בוהר.

### תרגיל 7-7.

במצב יסוד של אטום מימן, אנרגיה כללית של האלקטרון שווה ל-  $-13.6 \text{ eV}$ . מצאו את: (א) אנרגיה פוטנציאלית של האלקטרון; (ב) אנרגיה קינטית של האלקטרון, אם ידוע כי הוא נמצא במרחק של רדיוס בוהר אחד מהגרעין.

תרגיל 7-8. אטום מימן שנמצא מתחילה במנוחה במצב  $n = 4$  פולט פוטון ועובר בעקבות זה למצב יסוד. מהי מהירות הרתע של האטום?

### תרגיל 7-9.

(א) מצאו את האנרגיה הנדרשת למעבר של אטום מימן מרמת יסוד למצב  $n = 4$ . מצב זה הינו מצב מעורר ואינו יציב: כעבור פרק זמן מסוים האטום יפלט פוטון ויחזור לרמת יסוד. (ב) כמה אנרגיות שונות של הפוטונים הנפלטים במעבר כזה קיימות? (ג) מהי האנרגיה הגבוהה ביותר של הפוטון הנפלט? (ד) מהי הנרגיה השנייה בגודלה? (ה) השלישית בגודלה? (ו) האנרגיה הנמוכה ביותר?

### שאלה 10.

מולקולה של חמצן ( $O_2$ ) מורכבת משני אטומים של חמצן ( $O$ ) שהמרחק ביניהן  $d = 0.12 \text{ nm}$ , ומסת כל אחד -  $m = 16 \text{ a.u.m}$  (יחידות מסה אטומית השווה ל-  $1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  או  $0.93 \frac{\text{GeV}}{c^2}$ ).  
c - מהירות האור). כאשר שני האטומים של  $O$  מסתובבים סביב מרכז מסה, הם יוצרים רוטור (סביבון) בעל מומנט התמד  $I$ . (א) מצאו את מומנט ההתמד של מולקולת חמצן; (ב) מצאו את רמת האנרגיה המינימלית האפשרית הקשורה לסיבוב המולקולה; (ג) איזו אנרגיה מינימלית צריך להעניק למולקולת חמצן הנמצאת במצב זה כדי להעביר אותה לרמה גבוהה יותר?

### שאלה 11.

בעזרת השיטה שפיתחנו בהרצאה מצאו את הפונקציות ההרמוניות הכדוריות (לא מנורמלות)  $y_{lm} = y(l, m)$  עבור  $l = 2, m = -1$ , בקואורדינטות קרטזיות.