

מכניקה קוונטית של אטומים

פרק 10 - תרגילים ברמת מבחן

תוכן העניינים

- 1..... שאלות חוזה קצרות בנושאים ספציפיים

שאלות חזרה קצרות בנושאים ספציפיים

שאלות

1) פוטואלקטרי 1

קבעו האם הטענה הבאה נכונה או לא נכונה.

בניסוי פוטואלקטרי ככל שמנגדלים את עוצמת האור כך גדל הזרם החשמלי (בהתבה שתדיירות האור גדולה מספיק לצורך להביא לפלייטה של האלקטרונים מהמתכת)

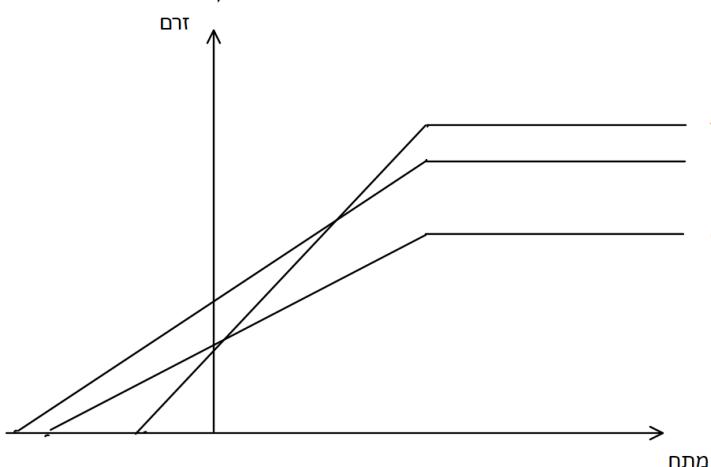
2) פוטואלקטרי 2

בניסוי פוטואלקטרי המתכת שבקטודה היא אשלאן. אורך הגל המקסימלי עבורו מודדים מתח באנודה הוא 558 nm .
מהי האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים ($b - V_e$) עבור אור באורך גל של 380 nm ועוצמה ליחידת שטח של $\frac{W}{\text{cm}^2} = 10$?

האם אנרגיה זו תגדיל כאשר נגדיל את עוצמת האור?

3) פוטואלקטרי 3

הגרפים הבאים מתארים תוצאות ניסוי פוטואלקטרי עבור מתכת זהה.



אילו מהטענות הבאות נכונה:

- א. גרף A בעל התדריות הכיו גובהה, גרף C בעל עוצמת האור הכיו נמוכה.
- ב. גרף B בעל אורך הגל הכיו גובהה, גרף A בעל העוצמה הכיו נמוכה.
- ג. גרף C בעל אורך הגל הכיו גובהה, גרף B בעל העוצמה הכיו גובהה.
- ד. גרף A בעל העוצמה הכיו גובהה, גרף B בעל אורך הגל הכיו נמוך.

4) אורך גל דה ברולי 1

קבעו אם הטענה הבאה נכון או לא נכון.

לפי התורה הקלאסית (כלומר, ללא תיקונים של תורה היחסות) עבר כל חלקיק הנע במרחב, במהירות כלשהיא ביחס למערכת S , ניתן למצוא מערכת ייחוס אחרת בה אורך הגל של החלקיק ישאף לאינסוף.

5) אורך גל דה ברולי 2

חלקיק חופשי בעל אנרגיה E ומטען q נכנס לאזור בו יש מתח V .

מהו אורך גל דה ברולי של החלקיק ביציאתו מן האזור?

6) אורך גל דה ברולי ויחסות 1

ניתן לרשום את אורך גל דה ברולי של אלקטטרון **יחסותי** באופן הבא:

$$\lambda = \frac{\delta}{\sqrt{\gamma^2 - 1}} [\text{Å}]$$

מצאו את ערכו של הקבוע δ . שימו לב שהנוסחה נותנת תוצאה באנGSTROS!

7) דה ברולי ויחסות 2

לפוטון ואלקטרון **יחסותי** אורך גל זהה.

אם התנע והאנרגיה שלם זהים?

8) אי וודאות 1

קבעו אם הטענה הבאה נכון:

בכל שזמן החיים של רמה מעורערת באטום גדול יותר אז החסם התחתון על אי הוודאות בתדריות הפוטון הנפלט (כאשר האלקטרון יורד לרמה נמוכה) קטן.

9) אי וודאות 2

זמן החיים למעבר בין הרמות p ל- $-z$ באטום המימן הוא $s = 1.6 \cdot 10^{-9}$.

מהו סדר הגודל של טווח התדריות (או רוחב הקו) של הקרינה הנפלטה במעבר? רשמו את התשובה ללא חזוקות של 10 תווים שימוש באחת מהיחסות הבאות: Hz , KHz , MHz , GHz .

10) משוואת שרדינגר 1

קבעו אם הטענה הבאה נכון:

אם ψ_1 ו- ψ_2 מהווים פתרונות למשוואת שרדינגר, אז גם $\psi_2 \psi_1$ מהווים פתרון למשוואה.

11) משוואת שרדינגר 2

האם הפונקציה $\psi(x, y, z, t) = \frac{t}{xy}$ מהוות פתרון למשוואת שרדינגר :

$$i\hbar \frac{\partial \psi(x, y, z, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \vec{\nabla}^2 \psi(x, y, z, t) + V(x, y, z, t) \psi(x, y, z, t)$$

12) חלקיק חופשי

האם ניתן לנורמל את המשוואת הגל של חלקיק חופשי לא יחסוטי (בעל מסה שונה מאפס) בקטע חצי אינסופי?

13) בור פוטנציאלי אינסופי

חלקיק בעל מסה M נמצא בבור פוטנציאלי אינסופי חד מימדי. מקטינים את רוחב הבור לэт מאד, האם מהירות החלקיק תגדל, תקטן או לא תשנה?

14) ציר פונקציית גל

חלקיק עובר מעוזר בו הפוטנציאלי הוא אפס לאוזר בו הפוטנציאלי קטן מאפס. האם אורך הגל שלו יגדל יקטן או לא ישנה?

15) אוסילטור הרמוני 1

חלקיק נמצא תחת פוטנציאל הרמוני. האם המרווח בין שתי רמות אנרגיה קטן, גדול או לא משתנה ככל שהמספר הקוונטי n גדל?

16) אוסילטור הרמוני 2

חלקיק נמצא ברמת הייסוד של פוטנציאל הרמוני חד מימדי. מצאו את הביטוי להסתברות למצאה את החלקיק מחוץ לתחום הקלאסי (אין צורך לפתור את האינטגרל בביטוי).

$$b = \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}} . \text{ פונקציית הגל של מצב הייסוד היא } \psi_1(x) = (\pi b^2)^{-\frac{1}{4}} e^{-\frac{x^2}{2b^2}}, \text{ כאשר}$$

17) פיזור

חלקיק בעל אנרגיה E פוגע במדרגת פוטנציאל בגובה $V_0 < E$ ורוחב אינסופי. האם מקדם ההחזרה גדול, קטן או שווה ל-1?

18) אופרטורים 1

קבעו האם הטענה הבאה נכון או לא נכון :
הערך העצמי של אופרטור הרמוני חייב להיות מספר ממשי.

19) אופרטורים 2

נתונים ψ_1 ו- ψ_2 שהם שני מצבים עצמיים של אופרטור הרמוני.
האם גם $\psi_1 + \psi_2$ הוא מצב עצמי של אותו אופרטור?

20) אופרטורים 3

המצב הקונטני של חלקיק נתון על ידי $\alpha_1\phi_1 + \alpha_2\phi_2 + \alpha_3\phi_3 = \psi$, כאשר ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 מייצגים מצבים עצמיים של אופרטור התנוע. מבצעים מדידה של התנוע של החלקיק.
האם מיד לאחר המדידה החלקיק יכול להיות במצב $\beta_1\phi_1 + \beta_2\phi_2 = \psi$, כאשר β_1, β_2 הם קבועים השונים מ- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$?

21) אופרטורים 4*

האם האופרטור $\hat{A} = \frac{\partial}{\partial x}$ יכול לייצג גודל פיזיקלי מדיד?

22) המודל הקונטני לאטום המימן 1
האם לפי המודל הקונטני לאטום המימן מרחק האלקטרון מהגרעין במצב הייסוד חייב להיות שווה לרדיוס בוהר?

23) המודל הקונטני לאטום המימן 2

האם המודל של בוהר נותן את הערך המדויק של התנאי'ז באטום המימן?

24) המודל הקונטני לאטום המימן 3

ג' של אטומי מימן נמצא בrama $(n=4, l=2)$.
כמה קווי פליטה נוכל לראות מהגוז? ספרו את כל קווי הפליטה האפשריים עד שאטומים מגיעים לרמת הייסוד.

25) המודל הקונטני לאטום המימן 4

אטום מימן נמצא במצב $l=1, n=3$. האם הזווית בין התנאי'ז של האלקטרון לשדה המגנטי חייזוני יכולה להיות 135 מעלות?

26) המודל הקונטני לאטום המימן 5

מערכת מסויימת נמצאת במצב הקונטני $\psi(\theta, \varphi) = \frac{1}{\sqrt{21}}(4Y_4^2 - Y_4^3 + 2Y_3^3)$, כאשר Y_l^m הן הספריות הרמוניות.
מה ההסתברות שבמדידת גודלו של התנאי'ז יתקבל $\sqrt{20}\hbar$?

27) אפקט זימן 1

מהו גודלו של השדה המגנטי הקבוע הדרוש על מנת שעבור אטום מימן הרמה $(n = 6, l = 2, m = -1)$? התעלמו מספין האלקטרון.

28) אפקט זימן 2

כמה קוים ספקטרליים שונים ניתן לראות בעקבות מעברים באפקט זימן הנורמלי?

29) אפקט זימן 3

אטום דמוי מימן מורכב מאלקטרון אחד וגרעין בעל מסה $3m_p$ ומטען $.5e$. שמיים את האטום באזור עם שדה מגנטי חיצוני אחיד שגודלו $2 \cdot 10^4 T$. מצאו את אורך הגל הקצר ביותר שיוכל להתקבל מהמעבר של האלקטרון מהמצב $2p$ לרמת הייסוד.

תשובות סופיות

(1) נכון.

(2) 1.04 eV, האנרגיה לא משתנה.

(3) ד

(4) נכון.

$$\frac{d}{\sqrt{2m(E + qv)}} \quad (5)$$

(6) 0.0243

(7) לא

(8) נכון

(9) 50MHz

(10) נכון

(11) לא

(12) לא

(13) תגדל.

(14) יקטו.

(15) לא משתנה.

$$2 \int_b^{\infty} (\pi b^2)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{x^2}{b^2}} dx \quad (16)$$

(17) שווה לאחד.

(18) נכון

(19) לא, אלא אם ψ_1 ו- ψ_2 הם מצבים מנוגדים.

(20) לא

(21) לא

(22) לא

(23) לא

(24) 5 מעברים.

(25) הזווית אפשרית.

$$\frac{17}{21} \quad (26)$$

(27) 718 T

(28) 3 קווים.

(29) 48.4 אングסטרומים.