# פיזיקה מודרנית להנדסה רפואית 90949

## פרק 6 - תרגילים ברמת מבחן

### תוכן העניינים

1. שאלות חזרה קצרות בנושאים ספציפיים ..... 1

# שאלות חזרה קצרות בנושאים ספציפיים

## שאלות

**1) פוטואלקטרי 1**

קבעו האם הטענה הבאה נכונה או לא נכונה.

בניסוי פוטואלקטרי ככל שמגדילים את עוצמת האור כך גדל הזרם החשמלי (בהנחה שתדירות האור גדולה מספיק בשביל להביא לפליטה של האלקטרונים מהמתכת)

**2) פוטואלקטרי 2**

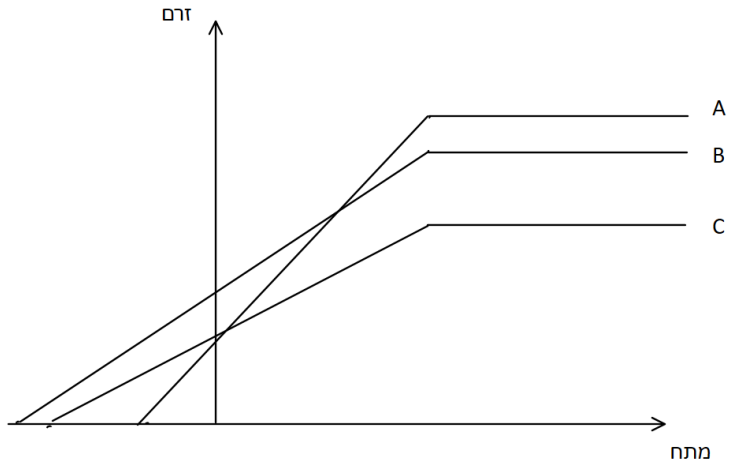
בניסוי פוטואלקטרי המתכת שבקטודה היא אשלגן. אורך הגל המקסימאלי עבורו מודדים מתח באנודה הוא $558\,\text{nm}$.

מהי האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים (ב- eV) עבור אור באורך גל של $380\,\text{nm}$ ועוצמה ליחידת שטח של $10^{-2}\,\frac{w}{\text{cm}^2}$?

האם אנרגיה זו תגדל 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 התדירות הכי גבוהה, גרף C בעל עוצמת האור הכי נמוכה.

ב. גרף B בעל אורך הגל הכי גבוה, גרף A בעל העוצמה הכי נמוכה.

ג. גרף C בעל אורך הגל הכי גבוהה, גרף B בעל העוצמה הכי גבוהה.

ד. גרף A בעל העוצמה הכי גבוהה, גרף B בעל אורך הגל הכי נמוך.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

**4) אורך גל דה ברולי 1**

קבעו האם הטענה הבאה נכונה או לא נכונה.
לפי התורה הקלאסית (כלומר, ללא תיקונים של תורת היחסות) עבור כל חלקיק הנע במרחב, במהירות כלשהיא ביחס למערכת $S$, ניתן למצא 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 אלקטרון **יחסותי** באופן הבא:

$\lambda = \frac{\delta}{\sqrt{\gamma^2 - 1}}\left[\dot{A}\right]$, כאשר $\delta$ הוא קבוע חיובי חסר יחידות ו-$\gamma$ הוא פקטור לורנץ.

מצאו את ערכו של הקבוע $\delta$. שימו לב שהנוסחה נותנת תוצאה באנגסטרום!

**7) דה ברולי ויחסות 2**

לפוטון ואלקטרון יחסותי אורך גל זהה.
האם התנע והאנרגיה שלהם זהים?

**8) אי וודאות 1**

קבעו אם הטענה הבאה נכונה:
ככל שזמן החיים של רמה מעוררת באטום גדול יותר אז החסם התחתון על אי הוודאות בתדירות הפוטון הנפלט (כאשר האלקטרון יורד לרמה נמוכה) קטן.

**9) אי וודאות 2**

זמן החיים למעבר בין הרמות $2p$ ל-$1s$ באטום המימן הוא $1.6\cdot10^{-9}s$.
מהו סדר הגודל של טווח התדירויות (או רוחב הקו) של הקרינה הנפלטת במעבר? רשמו את התשובה ללא חזקות של 10 תוך שימוש באחת מהיחידות הבאות: $Hz, KHz, MHz, GHz$.

**10) משוואת שרדינגר 1**

קבעו אם הטענה הבאה נכונה:

אם $\psi_1$ ו-$\psi_2$ מהווים פתרונות למשוואת שרדינגר, אזי גם $\psi_3 = \frac{i}{5}\psi_1 + \frac{1}{\sqrt{10}}\psi_2$

מהווה פתרון למשוואה.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

**11) משוואת שרדינגר 2**

האם הפונקציה $\psi(x,y,z,t)=\frac{t}{xy}$ מהווה 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 לנרמל את משוואת הגל של חלקיק חופשי לא יחסותי (בעל מסה שונה מאפס) בקטע חצי אינסופי?

**13) בור פוטנציאל אינסופי**

חלקיק בעל מסה $M$ נמצא בבור פוטנציאל אינסופי חד מימדי. מקטינים את רוחב הבור לאט מאוד, האם מהירות החלקיק תגדל, תקטן או לא תשתנה?

**14) ציור פונקציית גל**

חלקיק עובר מאזור בו הפוטנציאל הוא אפס לאזור בו הפוטנציאל קטן מאפס.
האם אורך הגל שלו יגדל יקטן או לא ישתנה?

**15) אוסילטור הרמוני 1**

חלקיק נמצא תחת פוטנציאל הרמוני. האם המרווח בין שתי רמות אנרגיה קטן, גדל 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 למצא את החלקיק מחוץ לתחום הקלאסי (אין צורך לפתור את האינטגרל בביטוי).

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

**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 נכונה או לא נכונה:
הערך העצמי של אופרטור הרמיטי חייב להיות מספר ממשי.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

**19) אופרטורים 2**

נתונים $\psi_1$ ו-$\psi_2$ שהם שני מצבים עצמיים של אופרטור הרמיטי.

האם גם $\psi_1+\psi_2$ הוא מצב עצמי של אותו אופרטור?

**20) אופרטורים 3**

המצב הקוונטי של חלקיק נתון על ידי $\psi=\alpha_1\phi_1+\alpha_2\phi_2+\alpha_3\phi_3$, כאשר $\phi_1,\phi_2,\phi_3$ מייצגים מצבים עצמיים של אופרטור התנע. מבצעים מדידה של התנע של החלקיק.

האם מיד לאחר המדידה החלקיק יכול להיות במצב $\psi=\beta_1\phi_1+\beta_2\phi_2$, כאשר $\beta_1,\beta_2$ הם קבועים השונים מאפס?

**21) אופרטורים 4***

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

**22) המודל הקוונטי לאטום המימן 1**

האם לפי המודל הקוונטי לאטום המימן מרחק האלקטרון מהגרעין במצב הייסוד חייב להיות שווה לרדיוס בוהר?

**23) המודל הקוונטי לאטום המימן 2**

האם המודל של בוהר נותן את הערך המדויק של התנ"ז באטום המימן?

**24) המודל הקוונטי לאטום המימן 3**

גז של אטומי מימן נמצא ברמה $4d\ (n=4,\ l=2)$.

כמה קווי פליטה נוכל לראות מהגז? ספרו את כל קווי הפליטה האפשריים עד שהאטומים מגיעים לרמת הייסוד.

**25) המודל הקוונטי לאטום המימן 4**

אטום מימן נמצא במצב $n=3,\ l=1$. האם הזווית בין התנ"ז של האלקטרון לשדה המגנטי חיצוני יכולה להיות 135 מעלות?

**26) המודל הקוונטי לאטום המימן 5**

מערכת מסוימת נמצאת במצב הקוונטי $\psi(\theta,\varphi)=\frac{1}{\sqrt{21}}\left(4Y_4^2-Y_4^3+2Y_3^3\right)$, כאשר $Y_l^m$ הן הספריות ההרמוניות.

מה ההסתברות שבמדידת גודלו של התנז יתקבל הערך $\sqrt{20}\hbar$?


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

**27) אפקט זימן 1**

מהו גודלו של השדה המגנטי הקבוע הדרוש על מנת שעבור אטום מימן הרמה $(n=5,\ l=4,m=3)$ תתלכד עם הרמה $(n=6,\ l=2,m=-1)$? התעלמו מספין האלקטרון.

**28) אפקט זימן 2**

כמה קווים ספקטרלים שונים ניתן לראות בעקבות מעברים באפקט זימן הנורמאלי?

**29) אפקט זימן 3**

אטום דמוי מימן מורכב מאלקטרון אחד וגרעין בעל מסה $3m_p$ ומטען $5e$.

שמים את האטום באזור עם שדה מגנטי חיצוני אחיד שגודלו $2\cdot10^4T$.
מצאו את אורך הגל הקצר ביותר שיוכל להתקבל מהמעבר של האלקטרון מהמצב $2p$ לרמת היסוד.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

## תשובות סופיות

**1)** נכונה.

**2)** $1.04\,\text{eV}$, האנרגיה לא תשתנה.

**3)** ד

**4)** נכונה.

**5)** $\frac{d}{\sqrt{2m\left(E+qv\right)}}$

**6)** 0.0243

**7)** לא

**8)** נכונה

**9)** 50MHz

**10)** נכונה

**11)** לא

**12)** לא

**13)** תגדל.

**14)** יקטן.

**15)** לא משתנה.

**16)** $2\int_{b}^{\infty}\left(\pi b^{2}\right)^{-\frac{1}{2}}e^{-\frac{x^{2}}{b^{2}}}dx$

**17)** שווה לאחד.

**18)** נכונה

**19)** לא , אלא אם $\psi_1$ ו-$\psi_2$ הם מצבים מנוונים.

**20)** לא

**21)** לא

**22)** לא

**23)** לא

**24)** 5 מעברים.

**25)** הזווית אפשרית.

**26)** $\frac{17}{21}$

**27)** 718 T

**28)** 3 קווים.

**29)** 48.4 אנגסטרום.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©