

## פיזיקה קרינה וחומר

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה —  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
  - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אירישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אירישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
  - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או מהירות האור  $c$ .
  - (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. השתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

## השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה —  $33\frac{1}{3}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. עצם ניצב לפני משטח מישורי.

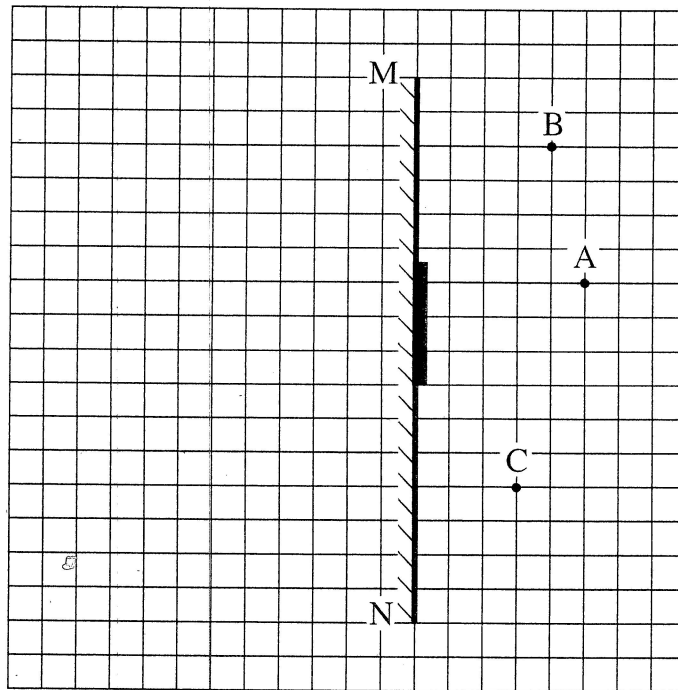
א. מה צריך להתקיים כדי שתיווצר דמות של העצם על ידי המשטח? (6 נקודות)

ב. כאשר נוצרת דמות של העצם על ידי המשטח, איזה תנאי חייב להתקיים כדי שצופה

המתבונן במשטח יראה בו את הדמות של העצם? (5 נקודות)

באיור שלפניך מתואר חתך של מראה מישורית MN המכוסה במרכזו בכיסוי בד אטום. בנקודה A נמצא עצם נקודתי.

בכל אחת מהנקודות B ו-C נמצא צופה (צופה B, צופה C). הנקודות A, B, C נמצאות על אותו מישור.



העתק למחברתך את התרשים כך שכל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך.

ג. האם צופה B וצופה C רואים את הדמות A באותו מקום? הסבר. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

ד. צלע של משבצת אחת מייצגת מרחק של 20 ס"מ במציאות. חשב את המרחק של הצופה

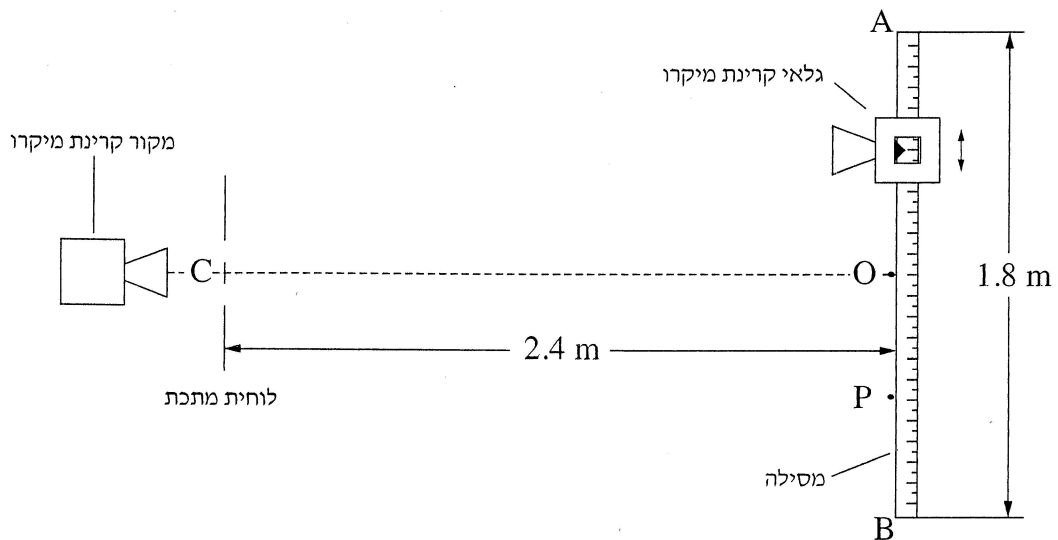
הנמצא בנקודה C מהדמות של העצם A. (9 נקודות)

ה. צופה C מביט אל עבר המראה, אך אינו רואה בה את דמות העין של צופה B.

האם צופה B המביט אל עבר המראה רואה בה את דמות העין של צופה C? הסבר.

(7 נקודות) / המשך בעמוד 3/

2. אלומה צרה של קרינת מיקרו עוברת דרך לוחית מתכת ובה שני סדקים זהים. המרחק בין מרכזי הסדקים הוא 4 cm. גלאי של קרינת מיקרו מוזז לאורך מסילה ישרה AB שאורכה 1.8 m ונקודת האמצע שלה O. המסילה מקבילה ללוחית ומרחקה ממנה 2.4 m (ראה תרשים).



OC הוא אנך אמצעי לישר המחבר בין הסדקים. כאשר הגלאי מוזז מנקודה O לעבר הקצה B, הנקודה P היא הנקודה השנייה שבה נקלטת בגלאי עוצמת קרינה מינימלית. המרחק OP הוא 45 cm.

א. הוכח שהתדירות של מקור קרינת המיקרו היא בקירוב  $6 \cdot 10^{10}$  Hz. (7 נקודות)

ב. חשב בכמה נקודות בין A ל-B יקלוט הגלאי עוצמת קרינה מקסימלית.

(14 נקודות)

ג. מה צריך להיות המרחק המינימלי בין המסילה ללוחית (OC), כדי שהגלאי יקלוט עוצמת קרינה מקסימלית (התאבכות בונה) בין A ל-B רק בנקודה O? הסבר.

( $7\frac{1}{3}$  נקודות)

נתון כי רוחב הסדקים הוא 2 cm והמרחק בין הלוחית למסילה 2.4 m.

מכסים את הסדק התחתון (הסדק שנמצא מול הקטע OB שבמסילה).

מוזיזים את הגלאי לאורך המסילה מהנקודה O אל הנקודה A.

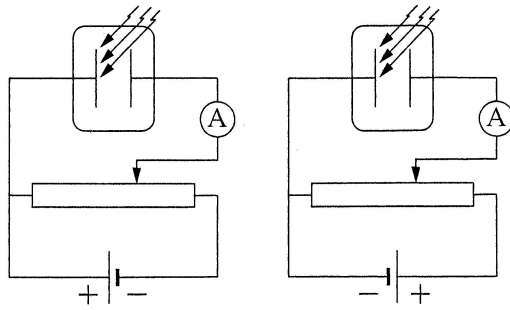
ד. חשב באיזה מרחק מהנקודה O יקלוט הגלאי לראשונה עוצמת קרינה מינימלית.

(5 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. תלמידי פיזיקה ערכו ניסוי בתא פוטואלקטרי, והאירו את הפולט (הקתודה) באור שתדירותו  $6.67 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . התלמידים בודקים את התלות של זרם הרוויה בהספק האור הפוגע בפולט.

א. באיזה משני המעגלים המוצגים בתרשימים א' ו-ב השתמשו התלמידים בניסוי? נמק. (5 נקודות)



תרשים ב

תרשים א

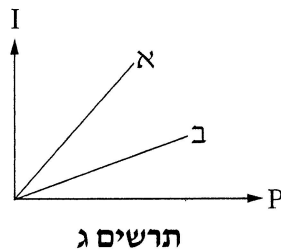
ב. בניסוי התלמידים הגדילו את הספק האור הפוגע בפולט. האם כתוצאה מכך זרם הרוויה הנמדד גדל, קטן או לא השתנה? נמק. (7 נקודות)

נסמן ב- $\eta$  את יעילות התא הפוטואלקטרי, המבטאת את היחס בין מספר הפוטונים שגרמו לפליטת אלקטרונים ובין מספר הפוטונים שפגעו בפולט. כשהספק האור הפוגע בפולט היה  $6 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ , מדדו התלמידים זרם רוויה של  $2.16 \cdot 10^{-7} \text{ A}$ .

ג. חשב את מספר האלקטרונים שנפלטים מהפולט בכל שנייה. (5 נקודות)

ד. חשב את יעילות התא הפוטואלקטרי. (10 נקודות)

ה. בתרשים ג שתי עקומות א' ו-ב. בעקומות מוצג הקשר בין זרם הרוויה,  $I$ , ובין הספק האור הפוגע בפולט,  $P$ , עבור שני תאים פוטואלקטריים שיעילותם שונה. איזה משתי העקומות מתאימה לתא שיעילותו גבוהה יותר? נמק. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)



תרשים ג

/המשך בעמוד 5/



4. בספקטרום הפליטה של מימן יש רק ארבעה קווים,  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  ו-  $H_\delta$ , בתחום האור הנראה (400nm <  $\lambda$  < 700nm). קווים אלה מתקבלים כשאטומי המימן המעוררים חוזרים לרמת האנרגיה  $n = 2$  של האטום.

אורך הגל של הקווים  $H_\delta$  ו-  $H_\gamma$ ,  $H_\beta$  הוא  $\lambda_\delta = 411\text{nm}$  ו-  $\lambda_\gamma = 435\text{nm}$ ,  $\lambda_\beta = 487\text{nm}$ .  
 א. הקו  $H_\alpha$  מתקבל במעבר של האלקטרון מרמת האנרגיה השלישית לרמת האנרגיה השנייה. מבין ארבעת הקווים בתחום האור הנראה, קו זה הוא הקו שאורך הגל שלו מרבי.

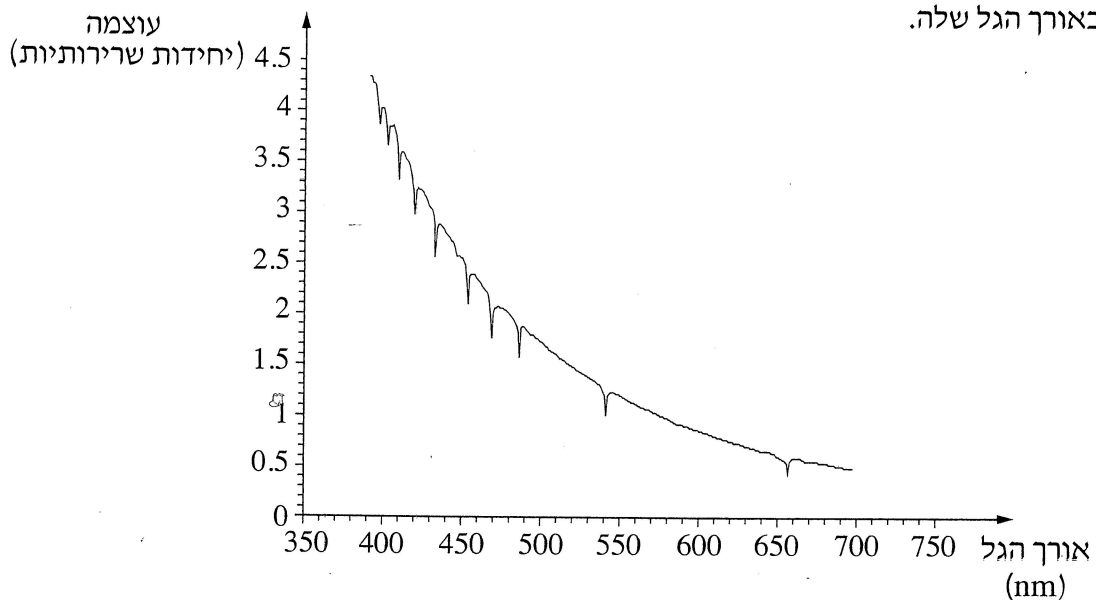
הסבר עובדה זו בלי לחשב. (6 נקודות)

ב. חשב את אורך הגל של הקו  $H_\alpha$ . (8 נקודות)

באטמוספירה של רוב הכוכבים, שהטמפרטורה שלהם גבוהה מאוד, נמצאים אטומי מימן רבים במצב מעורר.

מודדים את עוצמת הקרינה האלקטרומגנטית הנפלטת מכוכב מסוים לאחר שעברה דרך האטמוספירה שלו.

בגרף שלפניך מתוארת עוצמת הקרינה בתחום האור הנראה (ביחידות שרירותיות), כתלות באורך הגל שלה.



ג. הסבר מדוע מופיעות בגרף ירידות חדות בעוצמת האור באורכי גל מסוימים. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

משערים שבאטמוספירה של הכוכב יש מימן.

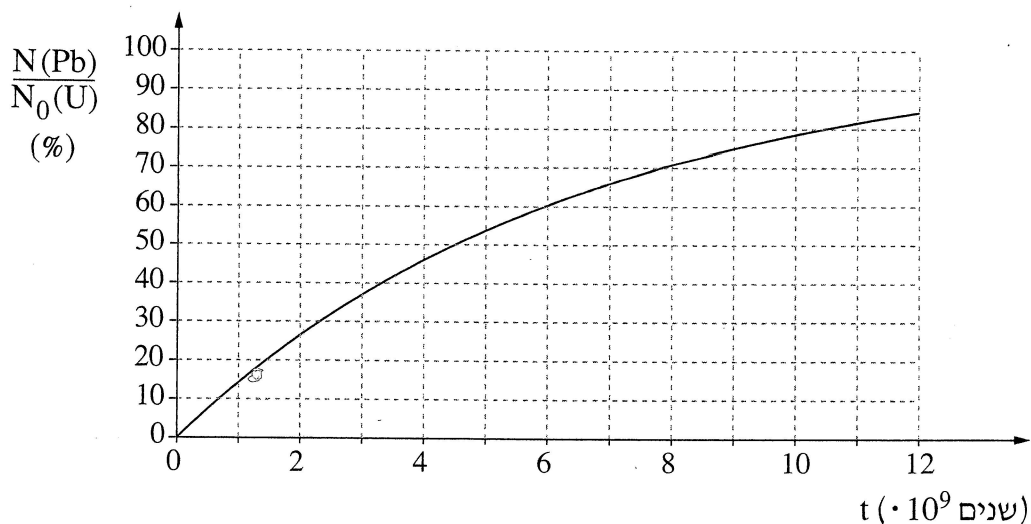
ד. היעזר בגרף והסבר אם יש הצדקה להשערה זו. (7 נקודות)

ה. האם ייתכן שבאטמוספירה של הכוכב יש גזים נוספים? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

5. סדרת האורניום היא סדרה של התפרקות רדיואקטיביות המתחילה בגרעין  $^{238}_{92}\text{U}$ .
- א. הגרעין  $^{238}_{92}\text{U}$  מתפרק לגרעין תוריום, Th, תוך כדי פליטת חלקיק  $\alpha$ . כתוב את המשוואה של התפרקות זו. ציין בה את מספר המסה ואת המספר האטומי של גרעין התוריום ושל חלקיק  $\alpha$ . (6 נקודות)
- ב. סדרת האורניום מסתיימת כאשר מתקבל איזוטופ של עופרת  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . חשב את המספר של התפרקות  $\alpha$  ואת המספר של התפרקות  $\beta^-$  בסדרה זו. (9 נקודות)

בעקבות גילוי הרדיואקטיביות בתחילת המאה הקודמת, הציע רתרפורד לקבוע גיל של קרקע בעזרת ההתפרקות של אורניום  $^{238}$  לעופרת  $^{206}$ . במעבדה נבדקה דגימת קרקע. אפשר להניח שבקרקע שנדגמה לא היו אטומי  $^{206}_{82}\text{Pb}$  בזמן  $t = 0$  (רגע היווצרות הקרקע), ושהמקור של אטומי  $^{206}_{82}\text{Pb}$  המצויים בה הוא רק באטומי  $^{238}_{92}\text{U}$  שהתפרקו. נסמן:  $N(\text{Pb})$  הוא מספר אטומי העופרת ברגע מסוים;  $N_0(\text{U})$  הוא מספר אטומי האורניום שהיו בדגימה ברגע  $t = 0$ . בתרשים שלפניך גרף תאורטי ובו מוצג היחס  $N(\text{Pb}) / N_0(\text{U})$  כתלות בזמן.



- ג. מהו האחוז של אטומי האורניום שהתפרקו לאטומי עופרת במהלך  $6 \cdot 10^9$  השנים שחלפו מהזמן  $t = 0$ ? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. מהו זמן מחצית החיים של  $^{238}_{92}\text{U}$ ? הסבר את תשובתך. (8 נקודות)
- ה. בקרקע שנדגמה נמצא שמספר אטומי העופרת הוא  $\frac{2}{3}$  ממספר אטומי האורניום. חשב את גיל הקרקע בדגימה על פי נתון זה. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

### בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך