

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מספר השאלון: קיץ תשע"ו, 2016
נספח: 657,036003
נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל- 5 יח"ל

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; $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ 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. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי שיכלול את נתוני השאלה או את חלקם; במקרה הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או מהירות האור c .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 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 בסיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רשום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

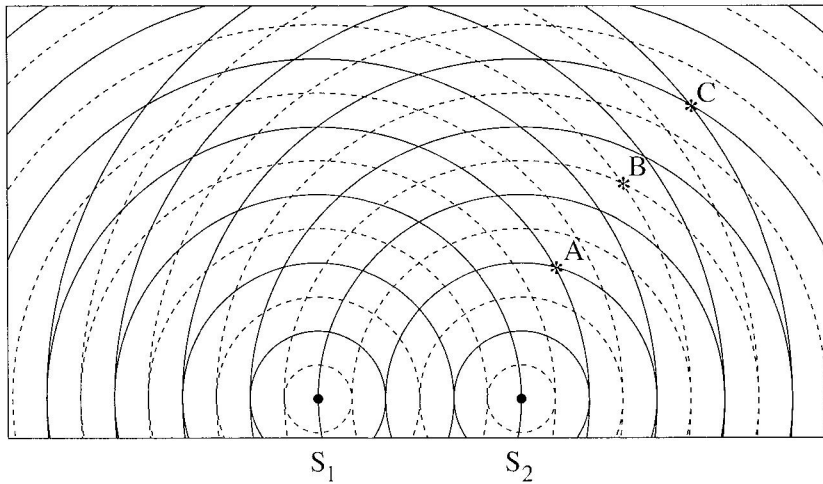
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. בתרשים 1 שלפניך מוצג סרטוט של אמבט גלים, ובו 2 כדורים קטנים S_1 ו- S_2 הרוטטים בתדירות של $f = 10\text{Hz}$. שני הכדורים הם מקורות שווי מופע לגלים. המעגלים המוצגים בקו רציף מציינים את השיאים של הגלים ברגע נתון, והמעגלים המוצגים בקו מקווקו מציינים את השפלים של הגלים באותו רגע. המרחק בין הכדור S_1 לכדור S_2 הוא 6 cm.



תרשים 1

- א. על פי תרשים 1, מצא את אורך הגל λ של הגלים הנוצרים באמבט. פרט את חישוביך. (5 נקודות)
- ב. חשב את המהירות v של הגלים באמבט. (4 נקודות)
- ג. בנוגע לכל אחת מהנקודות A, B, C המסומנות בתרשים 1, ענה על התת-סעיפים (1)-(2).
- (1) בטא באמצעות אורך הגל λ את הפרשי המרחקים $AS_1 - AS_2$, $BS_1 - BS_2$, $CS_1 - CS_2$.
- (2) על פי הפרשי המרחקים שמצאת, קבע את סוג ההתאבכות (בונה / הורסת / אחרת) בכל אחת מהנקודות. הסבר את קביעותיך. (12 נקודות)

7. נקודה D, שאינה מסומנת בתרשים, נמצאת על קו מקסימום מהסדר השני.

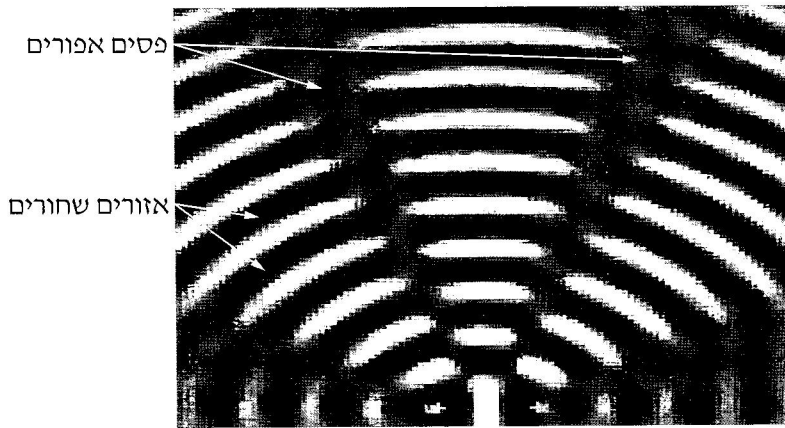
נתון: המרחק של הנקודה D מן המקור S_2 הוא 8.2 cm.

חשב את מרחקה של נקודה D מן המקור S_1 .

שים לב: יש שתי תשובות אפשריות. מצא את שתיהן. (6 נקודות)

בתרשים 2 שלפניך מוצג תצלום של אמבט גלים אחר.

נתון: התדירות של כל אחד משני המקורות $f = 10\text{Hz}$.



תרשים 2

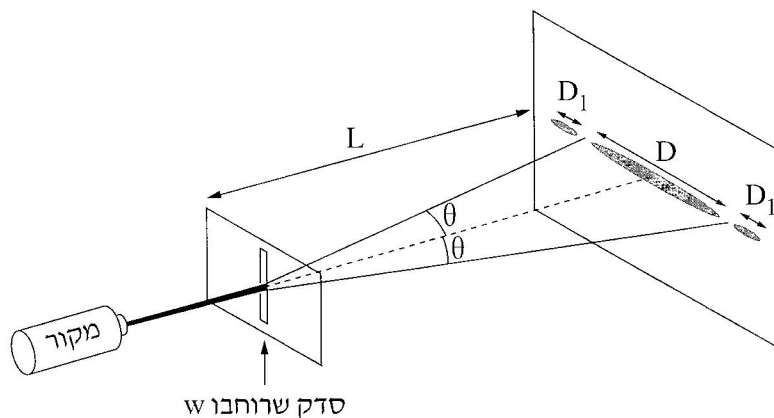
צילמו את האמבט פעם נוספת 0.55 שניות לאחר הצילום הראשון. התצלום השני אינו מוצג.

ה. (1) קבע אם המיקום של הפסים האפורים בתצלום השני שונה ממקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.

(2) קבע אם המיקום של האזורים השחורים בתצלום השני שונה ממקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.

($6\frac{1}{3}$ נקודות)

2. תופעת העקיפה באור ניתנת להסבר רק באמצעות המודל הגלי של האור. כשאלומה דקה של אור מונוכרומטי עוברת דרך סדק מלבני (ראה תרשים) מתקבלת על מסך תבנית עקיפה אופיינית. שים לב: התרשים שלפניך אינו מסורטט בקנה מידה מדויק ($L \gg D$).



א. ציין שלושה פרמטרים המשפיעים על הרוחב D של כתם האור המרכזי הנראה על המסך. (6 נקודות)

במעבדה לפיזיקה ערכו תלמידים סדרת ניסויים לחקירת תופעת העקיפה. נתון: המרחק בין הסדק למסך $L = 1.7\text{m}$. בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות המדידות.

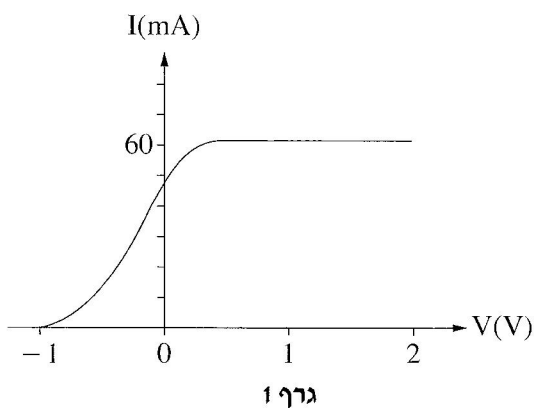
0.15	0.10	0.08	0.04	w (mm)
14	24	26	54	D (mm)
6.7	10	12.5	25	$\frac{1}{w}$ ($\frac{1}{\text{mm}}$)

- ב. סרטט במחברתך גרף של $\frac{1}{w}$ כפונקציה של D . (11 נקודות)
- ג. הנח שהזווית θ קטנה ($\sin \theta \approx \tan \theta$). היעזר בגרף וחשב את אורך הגל λ שנפלט ממקור האור. (7 נקודות)
- ד. חשב את הרוחב של כתם האור מסדר ראשון, D_1 , כאשר רוחב הסדק $w = 0.04\text{mm}$. (5 נקודות)
- ה. ציין שני שינויים שיחולו בכתם האור המרכזי, אם מקור האור המונוכרומטי יוחלף במקור אור לבן. נמק את תשובתך. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)
- /המשך בעמוד 5/

3. תלמידי פיזיקה חקרו את האפקט הפוטואלקטרי בשלושה ניסויים A, B ו-C. בכל הניסויים השתמשו באותו תא פוטואלקטרי.

בניסוי A הם השתמשו במקור הפולט קרינה שתדירותה $f = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ והספקה $P = 1 \text{ W}$.
א. חשב את מספר הפוטונים שנפלטו מהמקור במשך דקה אחת. (7 נקודות)

האופייין של התא הפוטואלקטרי שנבדק בניסוי A, מוצג בגרף 1 שלפניך.



היעזר בגרף, וענה על הסעיפים ב-ד.

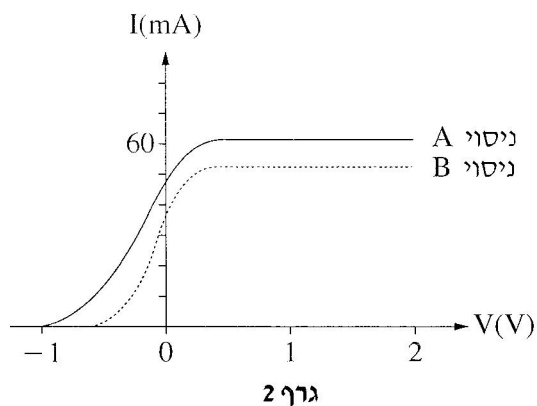
ב. חשב את מספר הפוטונים שגרמו לפליטת אלקטרונים מהקתודה במשך דקה אחת.
(7 נקודות)

ג. מצא את האנרגיה הקינטית המרבית של האלקטרונים שנפלטו. נמק את תשובתך.
(6 נקודות)

ד. חשב את אורך הגל המרבי של קרינה שגורמת לפליטת אלקטרונים מקתודה זו.
(8 נקודות)

(שים לב: סעיף ה של השאלה בעמוד הבא.)

ה. בגרף 2 מוצגות התוצאות של שניים משלושת הניסויים: ניסוי A המתואר בפתיח לשאלה וניסוי B.



(1) קבע אם בניסוי B השתמשו התלמידים במקור הפולט קרינה שתדירותה קטנה מתדירות הקרינה בניסוי A, גדולה ממנה או זהה לה. נמק את קביעתך.

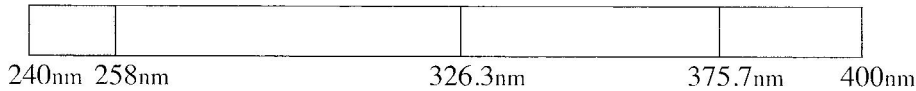
בניסוי C התלמידים קירבו את אותו מקור קרינה שהשתמשו בו בניסוי B אל התא הפוטואלקטרי, וכך גדלה עוצמת האור שפגעה בקתודה.

(2) קבע אם מתח העצירה שנמדד בניסוי C שונה ממתח העצירה שנמדד בניסוי B. נמק את קביעתך.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 7/

4. תלמידי פיזיקה רצו לבדוק את רמות האנרגיה של אטומים מיסוד מסוים. לשם כך הכניסו דגימה מהיסוד לתוך מכל, וערכו שני ניסויים זה אחר זה. הנח שכל האטומים נמצאים ברמת היסוד. בניסוי הראשון העבירו דרך המכל קרינה אלקטרומגנטית על-סגולה (UV) בתחום $240\text{nm} \leq \lambda \leq 400\text{nm}$. התלמידים בדקו באמצעות ספקטרומטר את הקרינה אחרי שעברה דרך המכל. בספקטרום שהתקבל לא הופיעו: כל אורכי הגל בתחום $240\text{nm} \leq \lambda \leq 258\text{nm}$, וכן שני אורכי הגל: 326.3nm ו- 375.7nm (ראה תרשים).

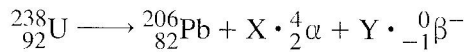


- א. (1) מהו סוג הספקטרום שנבדק (בליעה או פליטה)? נמק את תשובתך.
 (2) הסבר מדוע החלק הרציף של הקרינה העל-סגולה בתחום $240\text{nm} \leq \lambda \leq 258\text{nm}$ לא הופיע בספקטרום שהתקבל.
 (8 נקודות)
- ב. (1) חשב את אנרגיית היינון של אטום מהדגימה.
 (2) חשב את האנרגיה של שתיים מן הרמות המעוררות של אטום זה.
 (7 נקודות)

- בניסוי השני העבירו דרך המכל אלומת אלקטרונים שהואצו (מחוץ למכל) במתח 3.1V . באלומה שיצאה מן המכל התגלו אלקטרונים באנרגיות 0.1eV , 1eV ו- 3.1eV .
- ג. חשב את האנרגיה של שתי הרמות המעוררות שהתגלו בניסוי השני. (6 נקודות)
- ד. על פי התוצאות של שני הניסויים, סרטט את דיאגרמת רמות האנרגיה של האטום הנבדק, ובה תמש רמות האנרגיה שמצאת. (9 נקודות)
- במקביל בדקו התלמידים באמצעות ספקטרומטר את הקרינה האלקטרומגנטית שנפלטת מהמכל בניסוי השני. הם גילו שהתקבלו שני אורכי גל בתחום הנראה ($400\text{nm} \leq \lambda \leq 700\text{nm}$).
- ה. חשב את שני אורכי הגל שהתקבלו בניסוי. $(\frac{1}{3})$ (3 נקודות)

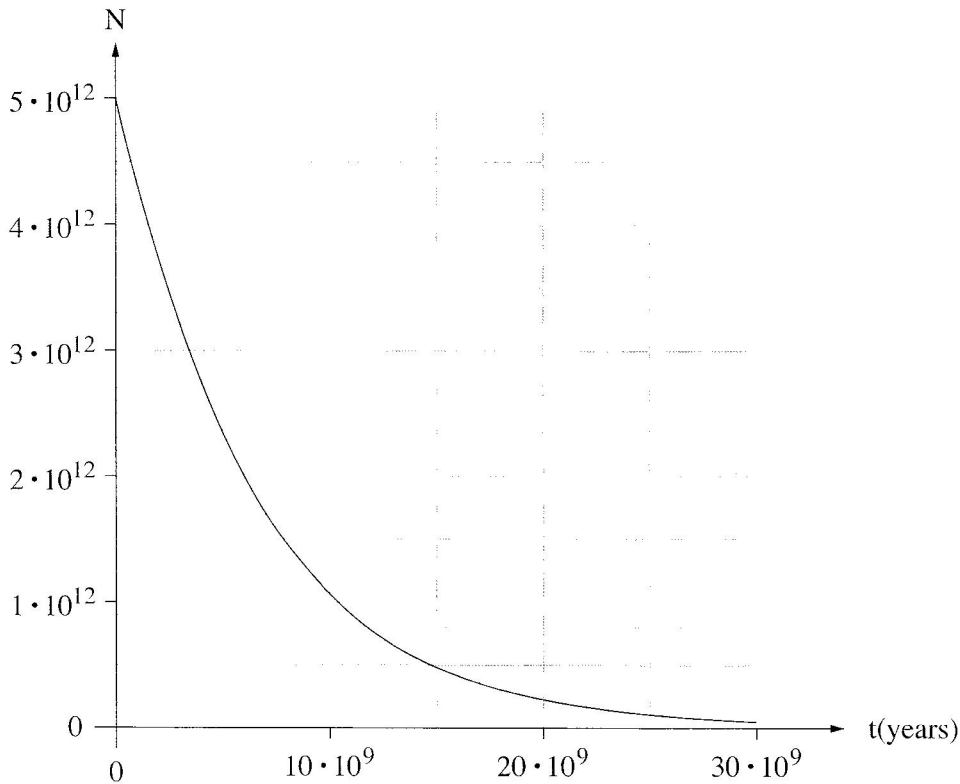
5. כיום ידועים כ- 30 איזוטופים של היסוד אורניום, רק מעטים מהם נמצאים בטבע.

האיזוטופ ^{238}U , שהוא השכיח ביותר, נמצא בטבע בשכיחות של כ- 99.28%. בגרעיני ^{238}U חלה סדרה של התפרקויות עד שמתקבל גרעין עופרת יציב. במהלך ההתפרקות נוצרים X חלקיקי α ו- Y חלקיקי β^- . משוואת התהליך היא:



א. חשב את מספר X של חלקיקי α ואת מספר Y של חלקיקי β^- שנפלטים בסדרת ההתפרקויות. (8 נקודות)

ב. גרף שלפניך מוצג מספר (N) גרעיני האורניום ^{238}U כתלות בזמן (t) במהלך התפרקות רדיואקטיבית.



ב. (1) הגדר את המושג "זמן מחצית החיים"

(2) מצא על פי הגרף את זמן מחצית החיים של ^{238}U .

(10 נקודות)

(שים לב: המשך סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

זמן מחצית החיים הארוך של האורניום ^{238}U מאפשר לקבוע את הגיל של כדור הארץ.

ג. הסבר מדוע צריך להשתמש ביסוד שזמן מחצית חיים שלו ארוך כדי לקבוע את הגיל של כדור הארץ. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בדגימה של אבן מזמן היווצרותו של כדור הארץ ($t = 0$), היו $5 \cdot 10^{12}$ אטומי אורניום ^{238}U . כיום יש באותה דגימה גם אטומי אורניום ^{238}U (N_{U}) וגם אטומי עופרת (N_{Pb}). נתון: $N_{\text{Pb}} = 2.53 \cdot 10^{12}$.

הנח שכל אטומי העופרת שבדגימה הם תוצר התפרקות של ^{238}U , וכן הנח שזמן מחצית החיים של תוצרי הביניים של הסדרה הרדיואקטיבית זניח לעומת זמן מחצית החיים של האורניום. ד. הסתמך על נתוני השאלה וחשב את הגיל של כדור הארץ. (10 נקודות)

בהצלחה!