

פיזיקה

קרינה וחומר

על פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

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. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.

(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל 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 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.

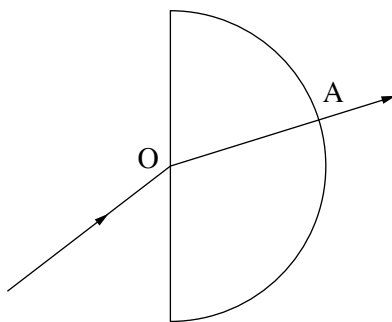
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

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

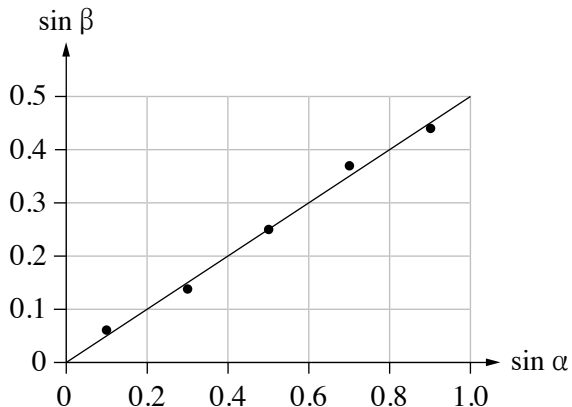
1. תלמיד ערך ניסויים במנסרה בצורת חצי עיגול, העשויה מחומר שקוף שמקדם השבירה שלו אינו ידוע. בתרשים 1 שלפניך מוצג חתך של מנסרה זו. בניסוי הראשון הקרין התלמיד כמה פעמים אלומה צרה של אור לייזר על הנקודה O (מרכז המעגל). בכל פעם פגעה האלומה בנקודה O בזווית פגיעה α אחרת, ונכנסה לתוך המנסרה. עבור כל אחת מזוויות הפגיעה, מדד התלמיד את זווית השבירה β במנסרה.



תרשים 1

- א. העתק את תרשים 1 למחברתך, וסמן בו באופן ברור את הזוויות α ו- β . (4 נקודות)
 ב. הסבר מדוע הכיוון של האלומה לא השתנה ביציאתה מן המנסרה בנקודה A. (5 נקודות)

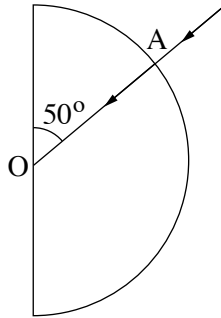
התלמיד הציג את תוצאות המדידות בגרף שבתרשים 2, המתאר את סינוס זווית השבירה β כפונקציה של סינוס זווית הפגיעה α .



תרשים 2

ג. חשב את מקדם השבירה n של החומר שהמנסרה עשויה ממנו. הנח כי מקדם השבירה של האוויר $n = 1$. פרט את שיקוליך. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

בניסוי השני הקרין התלמיד אלומה צרה שנכנסה לאותה מנסרה דרך הנקודה A, ופגעה בנקודה O כמתואר בתרשים 3.



תרשים 3

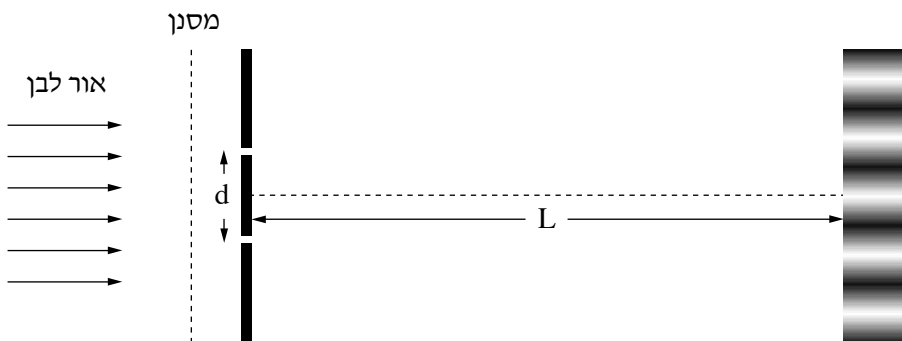
ד. העתק את תרשים 3 למחברתך, וסרטט בקירוב את מהלך האלומה עד לאחר יציאתה מן המנסרה. פרט את שיקוליך. (9 נקודות)

בניסוי השלישי חזר התלמיד על הניסוי השני, אך הפעם המנסרה הייתה נתונה בתוך מים, והאלומה הוקרנה על הנקודה A מתוך המים.

נתון: מקדם השבירה של המים $n = 1.33$.

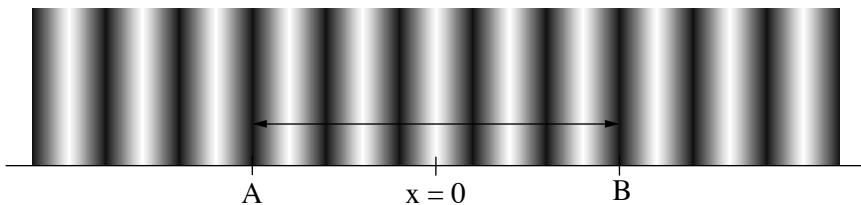
ה. העתק שוב את תרשים 3 למחברתך, וסרטט בקירוב את מהלך האלומה עד לאחר יציאתה מן המנסרה בניסוי השלישי. פרט את שיקוליך. (8 נקודות)

2. בניסוי דמוי יאנג מקרינים אור לבן דרך מסנן המעביר אור באורך גל מסוים. לאחר שהאור עבר דרך המסנן, הוא עובר דרך שני סדקים זהים שהמרחק ביניהם הוא d . האור מגיע למסך שנמצא במרחק L מן הסדקים ועל המסך מתקבלת תבנית התאבכות (ראה תרשים 1). חוזרים על הניסוי כמה פעמים, ובכל פעם משתמשים במסנן המעביר אור באורך גל אחר.



תרשים 1

בתבנית ההתאבכות המתקבלת בכל אחד מאורכי הגל מודדים את הרוחב של 5 פסי אור הקרובים למרכז התבנית (קטע AB). $x = 0$ מסמן את מרכז התבנית (ראה תרשים 2).



תרשים 2

בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות המדידות.

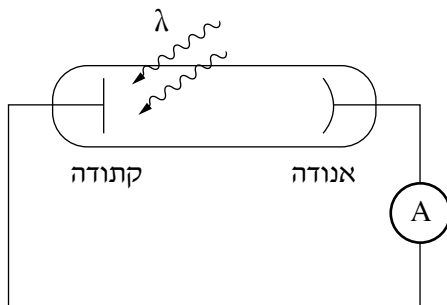
0.65	0.61	0.58	0.52	0.47	λ (μm)
19.5	18.1	17.4	15.8	14	AB (mm)

- א. בלי להסתמך על תוצאות המדידות שבטבלה, בטא את המרחק AB באמצעות הפרמטרים: L, d, λ . (8 נקודות)
- ב. לפי תוצאות המדידות סרטט במחברתך גרף של המרחק AB כפונקציה של אורך הגל. (9 נקודות)
- נתון: $L = 3\text{m}$.
- ג. היעזר בביטוי שפיתחת בסעיף א ובגרף שסרטטת בסעיף ב, וחשב את המרחק d בין הסדקים. (10 נקודות)
- ד. בערכת הניסוי היה מסנן נוסף שמעביר אור באורך גל לא ידוע. כאשר משתמשים בו מתקבל $AB = 15\text{mm}$. מצא את אורך הגל שמסנן זה מעביר. פרט את שיקוליך. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

3. מערכת מורכבת מתא פוטואלקטרי, מד זרם (רגיש מאוד) ותילים אידאליים.

פונקציית העבודה של הקתודה שבתא $B = 2\text{eV}$.

אלומת אור באורך גל λ פוגעת בקתודה (ראה תרשים 1).



תרשים 1

א. חשב באיזה טווח של אורכי גל יזרום זרם במעגל. (8 נקודות)

נתון כי מד הזרם מורה על $2 \cdot 10^{-8} \text{ A}$.

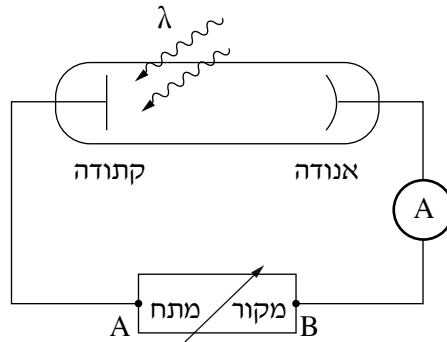
ב. חשב את המספר המינימלי של פוטונים שפוגעים במשך שנייה אחת בקתודה.

(7 נקודות)

נתון: אורך הגל של אלומת האור שפוגעת בקתודה הוא $\lambda = 420\text{nm}$.

ג. חשב את המהירות המקסימלית של האלקטרונים שנפלטים מן הקתודה. (9 $\frac{1}{3}$ נקודות)

מוסיפים למערכת מקור מתח V שערכו ניתן לשינוי. הנקודות A ו- B שבתרשים 2 מסמנות את ההדקים של מקור המתח.



תרשים 2

במתח V_{AB} מסוים עוצמת הזרם במעגל מתאפסת.

ד. קבע אם ההדק A חיובי או שלילי. הסבר את קביעתך. (4 נקודות)

ה. מהו המתח (בערך מוחלט) בין ההדקים של מקור המתח? פרט את שיקוליך. (5 נקודות)

4.

בשנת 1913 פרסם הפיזיקאי נילס בוהר מאמר, ובו הציע מודל של אטום מימן. מודל זה הוא ההמשך של המודל הפלנטרי שהציע ארנסט רתרפורד. המודל שהציע בוהר הוא המודל הראשון שנעשה בו שימוש בעקרונות קוונטיים.

א. הסבר את המושג "רמת אנרגייה" לפי המודל של בוהר. (5 נקודות)

ב. סרטט את דיאגרמת רמות האנרגייה של אטום מימן, ובה 4 הרמות הראשונות ורמת היינן. (10 נקודות)

אלקטרון באטום המימן ירד מרמת אנרגייה $n = 4$ לרמה $n = 2$. בתוך כדי ירידתו של האלקטרון נפלט פוטון אחד.

ג. חשב את תדירות הפוטון שנפלט. (7 נקודות)

ד. חשב את מהירות האלקטרון ברמת האנרגייה $n = 2$. (8 נקודות)

ה. על פי מודל רתרפורד אי אפשר להסביר את ספקטרום הבליעה של המימן. הסבר מדוע. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

5. ראדון, ${}^{222}_{86}\text{Rn}$, הוא יסוד רדיואקטיבי טבעי שמקורו בקרקע והוא נמצא בכמויות קטנות גם במים. הראדון מתפרק לפולוניום, Po, שגם הוא יסוד רדיואקטיבי, ונפלטת קרינת אלפא. האנרגייה של קרינת אלפא גבוהה מספיק כדי לגרום לפגיעה במולקולות בגוף האדם, וכך קרינה זו עלולה לגרום נזק לבריאות.

המשרד להגנת הסביבה קבע תקן לרמת האקטיביות (פעילות) המרבית המותרת של ראדון למ"ק (מטר מעוקב) במבני מגורים בישראל: $200 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$, $(\text{Bq} = \frac{1}{\text{s}})$.

א. הסבר את המשמעות הפיזיקלית של המשפט: "רמת האקטיביות המרבית המותרת של

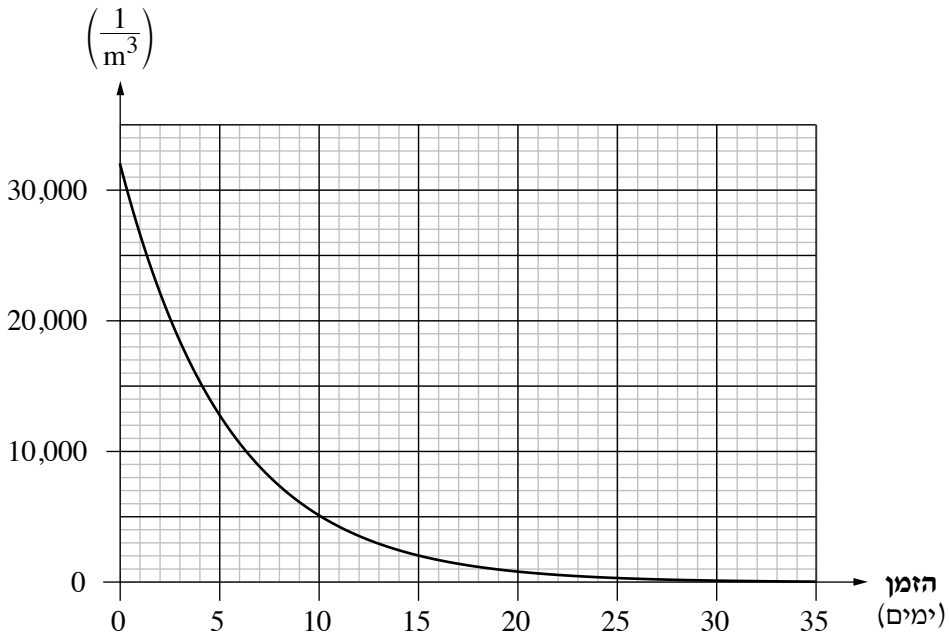
הראדון למ"ק במבני מגורים בישראל היא $200 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ ". (4 נקודות)

ב. בהתפרקות של גרעין ראדון לפולוניום נפלט חלקיק אלפא יחיד.

כתוב את המשוואה של התפרקות זו, וציין את מספר המסה ואת המספר האטומי של גרעין הפולוניום. (8 נקודות)

לפניך גרף של מספר אטומי הראדון למ"ק של דגימת ראדון כפונקציה של הזמן. בתחילת המדידה מספר אטומי הראדון למ"ק היה $32,000 \frac{1}{\text{m}^3}$.

מספר אטומי הראדון למ"ק



ג. על פי הגרף, קבע בקירוב את זמן מחצית החיים של הראדון. פרט את שיקוליך.
($6\frac{1}{3}$ נקודות)

ד. (1) רשום נוסחה המתארת אקטיביות כפונקציה של זמן.

(2) חשב כעבור כמה זמן מתחילת המדידה תגיע רמת האקטיביות למ"ק של דגימת הראדון אל התקן שקבע המשרד להגנת הסביבה.
(10 נקודות)

באמצעות חישובים יודעים שבמשך 10 ימים מתחילת המדידה נוצרו מעל 25,000 אטומי פולוניום למ"ק.

במדידה שנערכה בפועל 10 ימים לאחר תחילת המדידה, כמעט שלא נמצאו אטומי פולוניום. נתון: כל הראדון המתפרק נהפך לפולוניום.

האזור הנבדק היה סגור, ולכן אטומי הפולוניום לא יכלו לצאת ממנו.

ה. הסבר את הסתירה בין תוצאות החישובים לבין תוצאות המדידה שנערכה בפועל.
(5 נקודות)

בהצלחה!