

פיזיקה קרינה וחומר

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שתיים.
- 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 כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

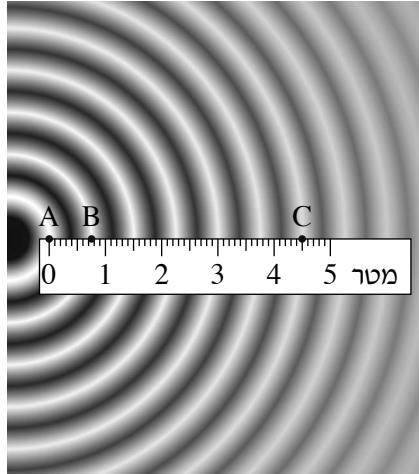
השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

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

1. תלמיד חקר גלים מכניים באמצעות תכנת סימולציה. בתכנה הוא קבע את תדירות

הגל $f = 400 \text{ Hz}$, וקיבל את תבנית הגלים הנראית בתרשים 1 שלפניך.



תרשים 1

א. התלמיד חישב את אורך הגל בעזרת תרשים 1 (שים לב ליחידות של הסרגל).

(1) התלמיד מדד את אורך הקטע AB ואת אורך הקטע AC.

מבין שתי המדידות, איזו מדידה מאפשרת חישוב מדויק יותר של אורך הגל?

הסבר מדוע.

(2) חשב את אורך הגל.

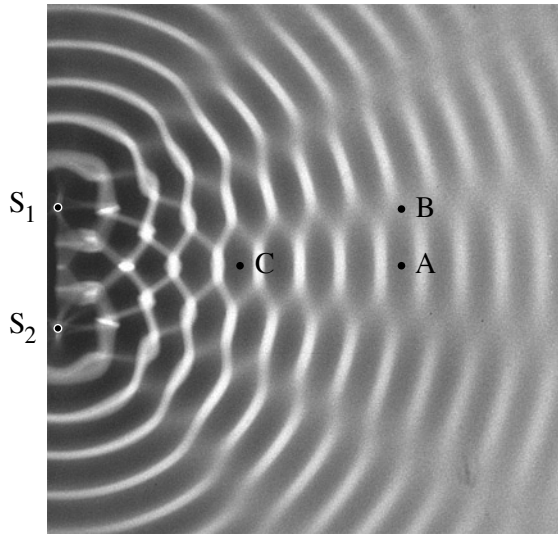
(6 נקודות)

ב. חשב את מהירות הגל. (5 נקודות)

ג. לפי התרשים, קבע אם התווך שהגלים מתקדמים בו הוא אחיד.

נמק את קביעתך. (5 נקודות)

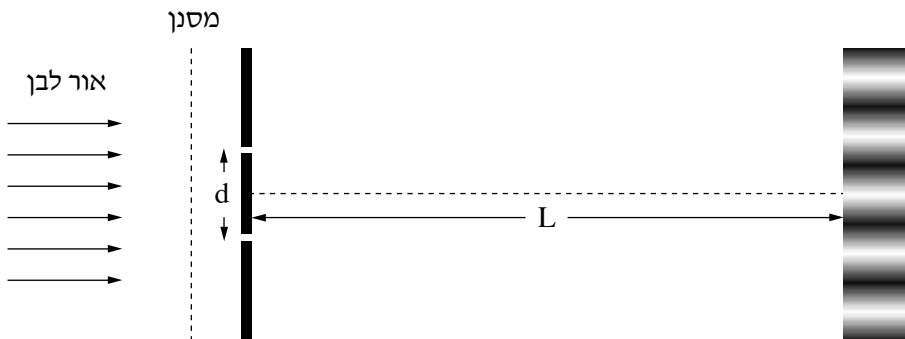
בניסוי אחר הגדיר התלמיד בתכנת הסימולציה שני מקורות S_1 ו- S_2 המייצרים גלים זהים. הוא מדד את עוצמת האות שהתקבלה בשלוש נקודות שונות A, B, C (ראה תרשים 2).



תרשים 2

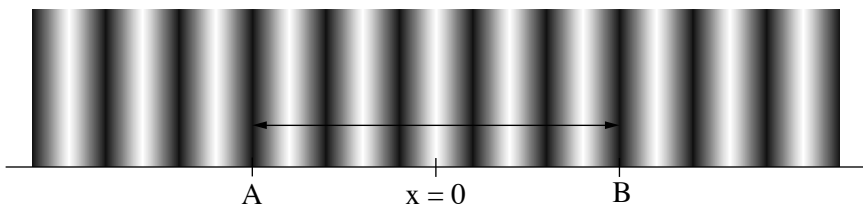
- ד. (1) קבע את סוג ההתאבכות (בונה/הורסת/אחרת) בכל אחת משלוש הנקודות.
 (2) עבור כל אחת מן הנקודות, בטא באמצעות אורך הגל את ההפרש בין מרחק הנקודה מן המקור S_1 ובין המרחק שלה מן המקור S_2 .
 (8 נקודות)
- ה. דרג את שלוש הנקודות לפי עוצמת האות שנמדדה בהן, מן העוצמה הגבוהה לעוצמה הנמוכה. הסבר את תשובתך.
 ($6\frac{1}{3}$ נקודות)
- ו. קבע מה יהיה סוג ההתאבכות בכל אחת משלוש הנקודות, אם הפרש המופע בין המקור S_1 ובין המקור S_2 יהיה חצי זמן מחזור. (3 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.

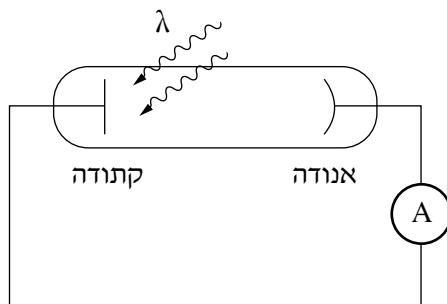
0.65	0.61	0.58	0.52	0.47	λ (μm)
19.5	18.1	17.4	15.8	14	AB (mm)

- 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 $2 \cdot 10^{-8} \text{ A}$.

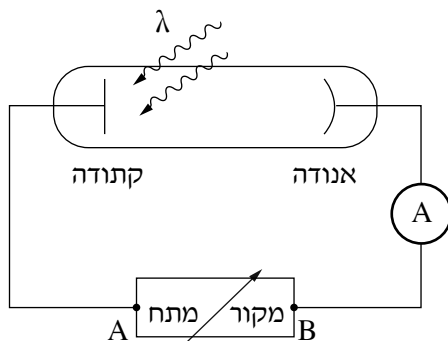
ב. חשב את המספר המינימלי של פוטונים שפוגעים במשך שנייה אחת בקתודה.

(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 היינון. (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

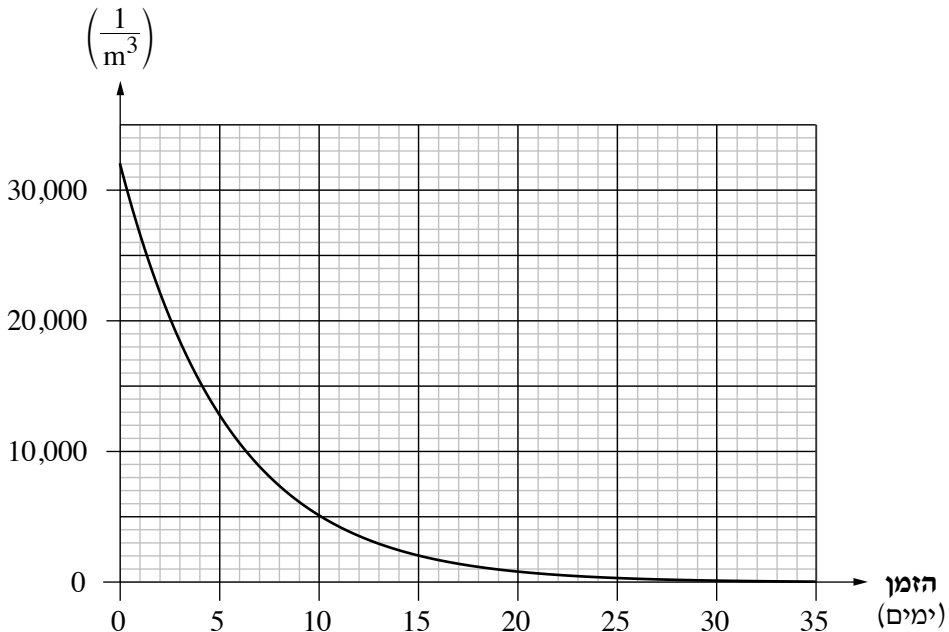
הראדון למ"ק במבני מגורים בישראל היא $200 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ ". (4 נקודות)

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



/המשך בעמוד 10/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

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!