

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשס"ט, 2009
מספר השאלון: 654, 036541
נספח: 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; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ 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-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או
אי-רישום 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) בחישובך 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!

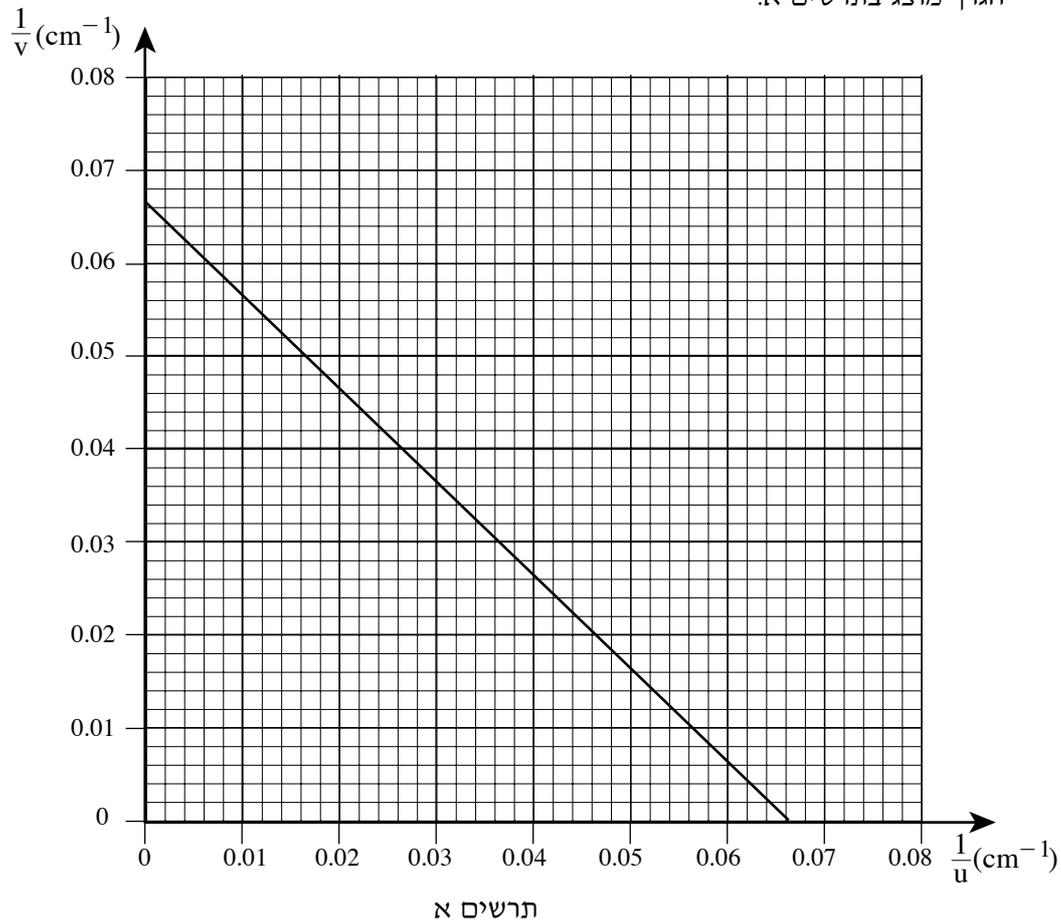
/המשך מעבר לדף/

ה ש א ל ו ת

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. ברק הציב מקור אור במרחקים שונים מעדשה דו-קמורה דקה. בכל פעם הוא מדד את המרחק של מקור האור מן העדשה (u), ואת המרחק של המסך שעליו התקבלה דמות חדה של מקור האור מן העדשה (v). לאחר מכן הוא חישב את ערכי $\frac{1}{u}$ ו- $\frac{1}{v}$, ועל פי ערכים אלה סרטט גרף של $\frac{1}{v}$ (ביחידות cm^{-1}) כפונקציה של $\frac{1}{u}$ (ביחידות cm^{-1}). הגרף מוצג בתרשים א.

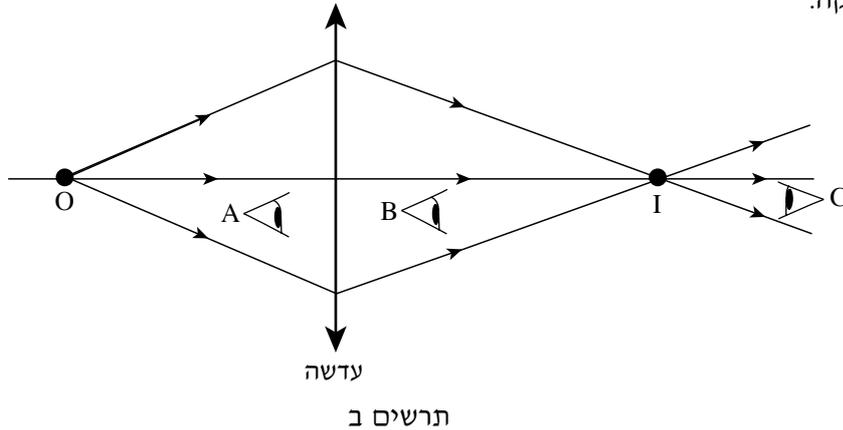


- א. הסבר מדוע הגרף שהתקבל הוא קו ישר. (7 נקודות)
- ב. מצא בעזרת הגרף את רוחק המוקד של העדשה. פרט את חישוביך. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

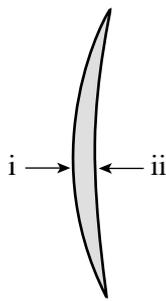
/המשך בעמוד 3/

- ג. כאשר הציב ברק את מקור האור במרחק 10 ס"מ מן העדשה, הוא לא הצליח למקם את המסך כך שתתקבל עליו דמות של מקור האור. הסבר מדוע. (8 נקודות)
- ד. בתרשים ב שלפניך מתואר עצם נקודתי O ודמותו I, הנוצרת על ידי עדשה מרכזת דקה.



- האם אפשר לראות את הדמות I גם ללא מסך?
אם כן – באיזו מהנקודות A, B או C צריכה להימצא העין (על פי כיווני ההסתכלות שלה המתוארים בתרשים) כדי לראות את הדמות I?
אם לא – היעזר בתרשים ב, והסבר מדוע אי-אפשר לראות את הדמות ללא מסך. (7 נקודות)

- ה. בתרשים ג שלפניך מתואר חתך של עדשה קמורה-קעורה דקה עשויה מזכוכית. מטילים על העדשה פעמיים אלומת אור מקבילה ואופקית, המתפשטת באוויר: במקרה i אלומת האור פוגעת תחילה במשטח הקמור. במקרה ii אלומת האור פוגעת תחילה במשטח הקעור.



תרשים ג

- העתק למחברתך את המספר של המשפט הנכון מבין המשפטים (1)-(4) שלפניך.
- (1) העדשה מרכזת את האור בשני המקרים.
(2) העדשה מרכזת את האור במקרה i ומפזרת אותו במקרה ii.
(3) העדשה מפזרת את האור במקרה i ומרכזת אותו במקרה ii.
(4) העדשה מפזרת את האור בשני המקרים.

(3 $\frac{1}{3}$ נקודות)

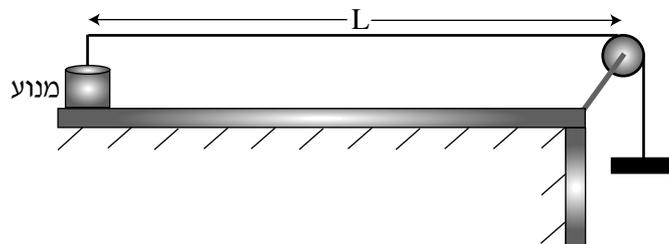
2. רחל ערכה שני ניסויים עם חבל אלסטי אחיד.

בניסוי הראשון קשרה רחל קצה אחד של החבל האלסטי לנקודה קבועה, מתחה את החבל ונדנדה את הקצה החופשי של החבל (בכיוון מאונך לחבל) בתדירות קבועה. לאורך החבל התקדם גל.

בניסוי השני היא נדנדה את הקצה החופשי של החבל (בכיוון מאונך לחבל) בתדירות כפולה מזו שבניסוי הראשון. גם הפעם התקדם גל לאורך החבל. בשני הניסויים מהירות ההתקדמות של הגל הייתה זהה.

א. האם אורך הגל שנוצר בניסוי השני שווה לאורך הגל שנוצר בניסוי הראשון? אם כן – נמק את קביעתך. אם לא – קבע באיזה ניסוי אורך הגל גדול יותר ופי כמה. (4 נקודות)

עידו קשר קצה אחד של חבל אלסטי למשקולת, העביר את החבל מעל גלגלת וקשר את קצהו האחר למנוע (ראה תרשים). אורך החבל שבין המנוע לבין הגלגלת הוא $L = 80 \text{ cm}$.



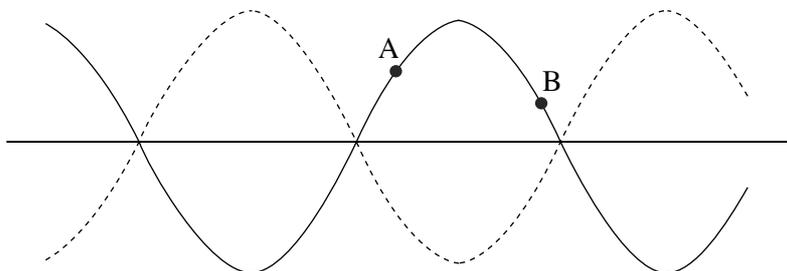
/המשך בעמוד 5/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

עידו הפעיל את המנוע והגדיל בהדרגה את תדירותו. בתדירויות מסוימות נוצרו לאורך החבל גלים עומדים עם מספר שונה של נקודות קמר (טבור). בכל פעם שנוצר גל עומד, רשם עידו בטבלה את המספר של נקודות הקמר ואת תדירות המנוע.

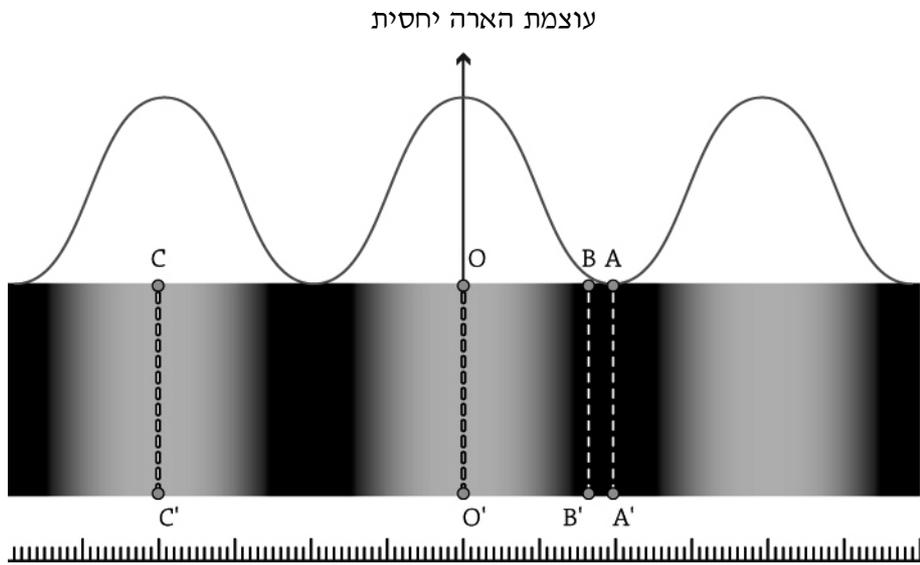
מספר נקודות קמר n	תדירות f (Hz)	אורך הגל λ בחבל (m)	ההופכי של אורך הגל $1/\lambda$ (1/m)
1	16		
2	35		
3	50		
4	65		
5	80		

- ב.** העתק את הטבלה למחברתך. חשב את הערכים המתאימים של אורך הגל λ , ושל ההופכי של אורך הגל $1/\lambda$, ורשום את התוצאות בעמודות המתאימות בטבלה. עגל את תוצאות החישוב עד ספרה אחת אחרי הנקודה העשרונית. (10 נקודות)
- ג.** סרטט גרף של ההופכי של אורך הגל $1/\lambda$, כפונקציה של התדירות f. (8 נקודות)
- ד.** חשב, על פי הגרף שקיבלת, את המהירות v של התקדמות הגל בחבל. פרט את שיקוליך במציאת המהירות. (8 נקודות)
- ה.** לפניך תרשים של גל עומד בחבל. מהו הפרש המופע בין שתי הנקודות A ו-B המסומנות בתרשים? ($3\frac{1}{3}$ נקודות)



/המשך בעמוד 6/

3. מבצעים ניסוי שבו אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי פוגעת בניצב ללוחית שבה שני חריצים מלבניים מקבילים. המרחק בין שני החריצים הוא $d = 0.02 \text{ mm}$. החריצים צרים מאוד ביחס למרחק ביניהם. תבנית ההתאבכות של האור שעובר דרך החריצים מתקבלת על מסך המקביל ללוחית, ונמצא במרחק $L = 1.5 \text{ m}$ ממנה. בתרשים שלפניך מתואר חלק מתבנית ההתאבכות שמתקבלת על המסך – פס אור מסדר אפס ושני פסי אור מסדר ראשון. (אזורי האור מסומנים בתרשים בלבן, אף על פי שאין מדובר באור לבן אלא באור מונוכרומטי). מעל התבנית מוצג גרף המתאר את עוצמת ההארה היחסית לאורך תבנית ההתאבכות שהתקבלה על המסך. מתחת לתבנית ההתאבכות מוצג סרגל שבו המרחק בין כל שתי שנתות סמוכות הוא 1 מ"מ.



- א. מצא את רוחב פס האור מסדר אפס. (5 נקודות)
- ב. חשב את אורך הגל של האור. (5 נקודות)
- ג. עבור כל אחד מהקווים בתת-הסעיפים (1)-(4), ציין אם הנקודות שעל הקו מתרחשת התאבכות בונה או התאבכות הורסת, או אם הנקודות שעל הקו הן נקודות ביניים. הסבר את תשובותיך באמצעות המרחקים של הנקודות על הקו משני החריצים. (20 נקודות)
- (1) הקו OO'
- (2) הקו CC'
- (3) הקו AA'
- (4) הקו BB'
- ד. חזורים על ניסוי ההתאבכות עם אור בעל אורך גל קצב יותר. ציין הבדל אחד (מלבד הצבע) בין תבנית ההתאבכות שתתקבל ובין התבנית המוצגת בתרשים. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)
- /המשך בעמוד 7/

4. על פי מודל האטום של בוהר, אנרגיה של אלקטרון באטום היא גודל קוונטי.
- א. הסבר את משמעות המשפט: "האנרגיה של אלקטרון באטום היא גודל קוונטי".
(5 נקודות)
- ב. הסבר בעזרת מודל בוהר את העובדה שספקטרום הפליטה של מימן הוא בדיד (קווי).
(5 נקודות)
- ג. סדרת בלמר כוללת קווים ספקטרליים שמתקבלים עבור אטומי מימן כשאלקטרון עובר מרמה m ($m > 2$) לרמה $n = 2$.
מהו אורך הגל המרבי של קו ספקטרי מסדרה זו? פרט את חישוביך. (8 נקודות)
- ד. אנרגיית היינון של אטום מימן שווה ל- 13.6 eV .
(1) הסבר את המשמעות של קביעה זו.
(2) חשב את האנרגיה הדרושה ליינון אטום מימן מרמה $n = 2$.
(9 נקודות)
- ה. אלקטרון באטום המימן עובר מרמה $n = 2$ לרמה $n = 1$. בטבלה שלפניך מוצגות ארבע אפשרויות לשינוי הגודל של האנרגיה הכוללת ושל האנרגיה הקינטית של האלקטרון. איזו מבין האפשרויות 1-4 נכונה? הסבר את בחירתך. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

אפשרות אנרגיה	1	2	3	4
כוללת	קטנה	גדלה	קטנה	לא משתנה
קינטית	גדלה	קטנה	קטנה	גדלה

(שים לב: שאלה 5 בעמוד הבא.)

5. בשנת 1934 ערכו בני הזוג אירן קירי ופרדריק ז'וליו ניסוי. הם הטילו אלומה של חלקיקי α על רדיד אלומיניום – ${}_{13}^{27}\text{Al}$, והתרחשה תגובה גרעינית שהתקבל בה איזוטופ הזרחן, ${}_{15}^{30}\text{P}$, וחלקיק נוסף.

א. (1) רשום את משוואת התהליך הגרעיני שהתרחש בעת הטלת חלקיקי ה- α על רדיד האלומיניום.

(2) ציין מהו החלקיק הנוסף שהתקבל בתגובה הגרעינית.
(9 נקודות)

ב. ציין שני גדלים פיזיקליים שנשמרים בתגובה גרעינית. (7 נקודות)

ג. מסת האטום של האיזוטופ ${}_{13}^{27}\text{Al}$ היא $M({}_{13}^{27}\text{Al}) = 26.981539 \text{ u}$. נתון כי:

$$m({}_{-1}^0\text{e}) = 0.000549 \text{ u} \quad \text{מסת אלקטרון:}$$

$$m({}_0^1\text{n}) = 1.008665 \text{ u} \quad \text{מסת נויטרון:}$$

$$m({}_1^1\text{p}) = 1.007276 \text{ u} \quad \text{מסת פרוטון:}$$

חשב את אנרגיית הקשר של גרעין ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

(9 נקודות)

ד. אנרגיית הקשר של גרעין ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ היא 342.073 MeV ,

ואנרגיית הקשר של גרעין ${}_{92}^{235}\text{U}$ היא $1,783.963 \text{ MeV}$.

איזה משני גרעינים אלה יציב יותר? נמק. ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!