

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מספר השאלון: קיץ תשע"ג, 2013
נספח: 654,036541
נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פ י ז י ק ה 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־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 הכולל את נתוני השאלה או 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.

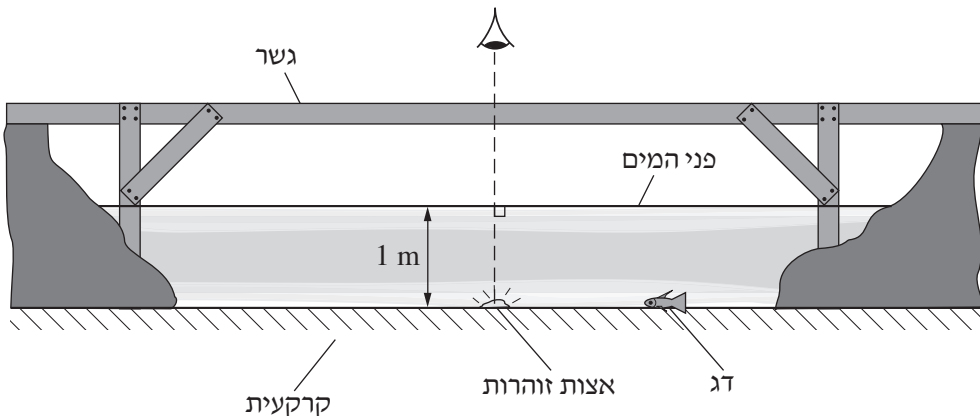
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

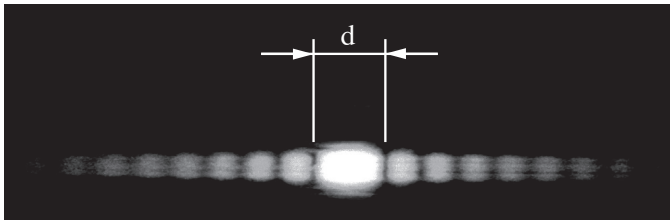
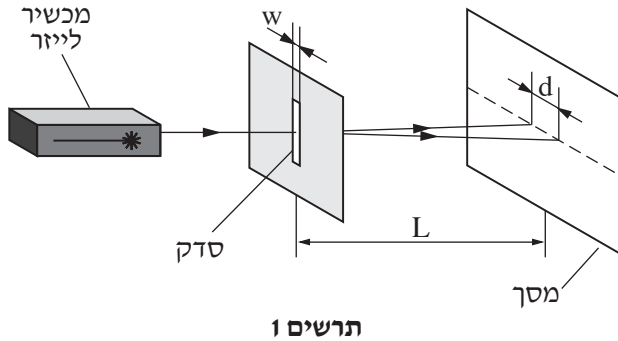
(לכל שאלה — $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. בגן-חיות יש ברכה ובה דגים ויצורי מים מיוחדים. מושבה של אצות זוהרות (פולטות אור) נחה על קרקעית הברכה, בעומק של 1 מטר. מקדם השבירה של מי הברכה ביחס לאוויר הוא $n = 1.33$. מעל הברכה נמתח גשר שממנו המבקרים יכולים לצפות בברכה (ראה תרשים). התייחס למושבת האצות כאל מקור אור נקודתי.



- א. האור שנפלט ממושבת האצות לעבר פני המים עובר לאוויר דרך משטח מעגלי של פני המים. הסבר מדוע. היעזר בתרשים מתאים. (7 נקודות)
- ב. חשב את הרדיוס של המשטח המעגלי שהאור עובר דרכו לאוויר. (7 נקודות)
- ג. אדם הניצב על הגשר בדיוק מעל מושבת האצות רואה אותה בעומק קטן יותר מהעומק האמיתי שהיא נמצאת בו. הסבר מדוע. (7 נקודות)
- ד. דג השוחה על קרקעית הברכה, בעומק 1 מטר, רואה את השתקפות האצות באמצעות קרני אור המוחזרות מפני המים. חשב את המרחק (האופקי) המינימלי בין הדג לבין מושבת האצות, שהוא יכול לראות בו את השתקפות האצות באמצעות קרני אור המוחזרות בהחזרה מלאה. (7 נקודות).
- ה. כאשר הדג נמצא בעומק של 1 מטר, אבל המרחק בינו לבין מושבת האצות קטן יותר מהמרחק שחישבת בסעיף ד, הוא עדיין רואה את השתקפות האצות בפני המים. הסבר מדוע. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

2. לצורך חקירה של קרינת לייזר (מקור אור קוהרנטי) משתמשים במערכת המוצגת בתרשים 1, שבה קרינת הלייזר פוגעת בניצב ללוחית עם סדק יחיד. על המסך מתקבלת התמונה שבתרשים 2.



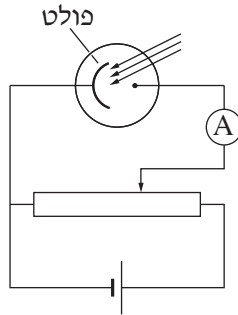
- א. כאשר מעבירים אור באורך גל נתון דרך סדק, לא תמיד אפשר להבחין בתופעת העקיפה (גם אם המסך מספיק רחב). איזה תנאי צריך להתקיים כדי שיהיה אפשר להבחין בתופעת העקיפה? (6 נקודות) ערכו ניסוי ששינו בו את המרחק בין הסדק למסך, L , ומדדו את הרוחב של כתם האור המרכזי שהתקבל, d . ראה תרשים 1. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.

2.00	1.70	1.50	1.00	0.50	$L(m)$
24.6	21	19	13	6.5	$d(mm)$

- ב. סרטט גרף המתאר את הרוחב של הכתם המרכזי, d , כפונקציה של המרחק בין הסדק למסך, L . (10 נקודות)
- ג. בעזרת הגרף שסרטטת מצא את אורך הגל כאשר רוחב הסדק הוא $w = 100\mu m$ ($100 \times 10^{-6} m$). פרט את חישוביך. (10 נקודות)
- ד. היעזר בגרף וחשב את הזווית בין האנך המרכזי לבין קו הצומת השני (מינימום מסדר שני), שמתקבל כאשר הרוחב של כתם האור המרכזי הוא $d = 20mm$. פרט את חישוביך. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

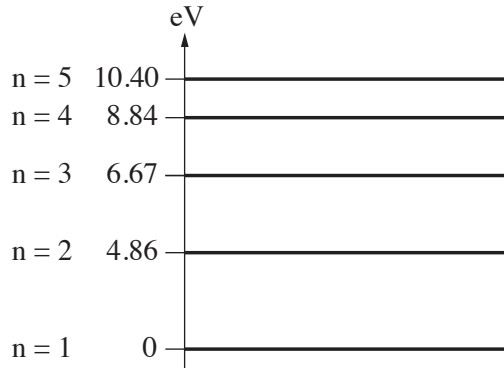
המשך בעמוד 4

3. בתרשים שלפניך מעגל חשמלי שאפשר למדוד בו את זרם הרוויה בתא פוטואלקטרי. מקרינים אור בתדירות קבועה f על תא פוטואלקטרי.



- א. נסמן ב- n_e את מספר האלקטרונים הנפלטים בכל שנייה מהפולט. פתח ביטוי לחישוב של n_e באמצעות עוצמת זרם הרוויה I וערך המטען היסודי e . (6 נקודות)
- ב. הסבר מדוע שינוי בהספק של מקור האור גורם לשינוי ב- n_e . (9 נקודות)
- ג. הנוסחה לחישוב הספק היא $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$.
- פתח ביטוי המקשר בין ההספק של מקור האור P ובין n_e , בהנחה שכל פוטון בעל תדירות f שיוצא ממקור האור משחרר אלקטרון. (7 נקודות)
- למעשה, לא כל פוטון משחרר אלקטרון. נסמן ב- η (נצילות) את היחס בין מספר הפוטונים המשחררים אלקטרונים בכל שנייה ובין מספר הפוטונים שמקור האור פולט בכל שנייה: $\eta = \frac{n_e}{n_{\text{photons}}}$.
- ד. הוכח שהקשר בין מספר הפוטונים המשחררים אלקטרונים בכל שנייה ובין מספר הפוטונים שמקור האור פולט בכל שנייה מוצג בנוסחה $\eta = \frac{hf \cdot n_e}{P}$, הספק מקור האור, f – תדירות האור. (6 נקודות)
- ה. במעגל המתואר בתרשים, הגדלת המתח על התא הפוטואלקטרי גורמת להגדלת הזרם, עד גבול מסוים שהוא זרם הרוויה. הסבר תופעה זו. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4. אדי כספית בלחץ נמוך נתונים בתוך שפופרת. הנח שאטומי הכספית נמצאים ברמת היסוד. דרך השפופרת עוברת אלומה של קרינה אלקטרומגנטית, שאורכי הגל שלה, λ , נמצאים בתחום הרציף $170 \text{ nm} \leq \lambda \leq 260 \text{ nm}$. לפניך דיאגרמה של רמות האנרגיה הראשונות של אטום כספית.



- א. חשב את אורכי הגל מהאלומה שנבלעים על ידי אטומי הכספית. ציין לאיזו רמת אנרגיה עוררה הקרינה את אטומי הכספית, עבור כל אחד מאורכי הגל שמצאת. הזנח את הסיכוי שאטום כספית מעורר יבלע פוטון. (10 נקודות)
- ב. חשב את אורכי הגל של ספקטרום הפליטה המתקבל מאטומי הכספית שבשפופרת, ועבור כל אורך גל ציין בין אילו רמות אנרגיה עבר האטום. (8 נקודות)
- ג. במעבר הקרינה דרך השפופרת, אטומי הכספית תוך זמן קצר את אורכי הגל שנבלעו. הקרינה שנבלעת נפלטת לכל הכיוונים. על סמך תיאור זה, הסבר מדוע מופיעים בספקטרום הבליעה קווים כהים. (10 נקודות)
- ד. בדיאגרמה של רמות האנרגיה, כל רמת אנרגיה מאופיינת על ידי ערך מספרי מסוים. (לדוגמה, הרמה המעוררת הראשונה מאופיינת על ידי הערך 4.86 eV). ציין מה הם סוגי האנרגיה שהערך המספרי מתקבל מהם. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

5. רוב הכורים הגרעיניים מבוססים על תהליך הביקוע של גרעיני אורניום 235. בעקבות ההתפרקות של גרעין האורניום נוצרים גרעינים של יסודות אחרים, וכמה ניוטרונים. אחת האפשרויות של התפרקות גרעין האורניום היא היווצרות גרעיני סלניום (Se) וציריום (Ce) (ראה טבלה) ושחרור כמה ניוטרונים.

הגרעין	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{146}_{58}\text{Ce}$	$^{85}_{34}\text{Se}$
המסה האטומית (u)	234.9935	145.8782	84.9033

- א. כתוב את המשוואה של תהליך ההתפרקות. (6 נקודות)
- ב. מצא כמה אנרגיה משתחררת בתהליך הביקוע של גרעין אורניום אחד. (7 נקודות)
- ג. בתהליך הביקוע חלק מאנרגיית הקשר הגרעינית הופכת לאנרגיה אחרת. הבא שתי דוגמאות לפחות לאנרגיות המתקבלות בתהליך הביקוע. (7 נקודות)
- ד. הגדר מהי "אנרגיית קשר ממוצעת לנוקלאון". (7 נקודות)
- ה. ביקוע גרעיני והיתוך (מיזוג) גרעיני הם שני תהליכים שאנרגיה משתחררת בהם. הסבר את ההבדל בין שני התהליכים. בהסברך התייחס לאנרגיית הקשר הממוצעת לנוקלאון. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!