מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשע"ט, 2019
מספר השאלון: 036282
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ברמה של 5 יח"ל

פיזיקה
קרינה וחומר
הוראות לנבחן

א. <u>משך הבחינה</u>: שעתיים.

ב. <u>מבנה השאלון ומפתח ההערכה</u>:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על <u>שלוש</u> שאלות בלבד.
לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות

ג. <u>חומר עזר מותר בשימוש</u>: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

ד. <u>הוראות מיוחדות</u>:
(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 מן הציון.
(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 $10\ \mathrm{m/s^2}$ לתאוצת הנפילה החופשית.
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.
השתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב <u>במחברת הבחינה בלבד</u>. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

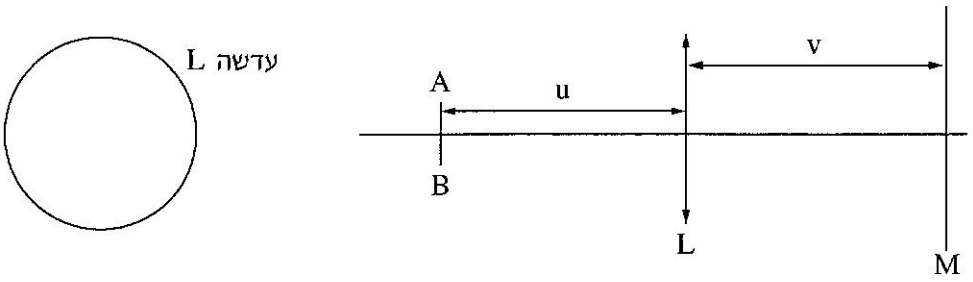
השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

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

1. תלמידה התבקשה לחקור את מאפייניה של עדשה מרכזת.

התלמידה הציבה את העדשה L בין מקור אור קווי AB (שאינו נקודתי), שגודלו קטן מקוטר העדשה, ובין מסך M, כמתואר בתרשים 1.



תרשים 1

התלמידה שינתה כמה פעמים את מיקומו של מקור האור, ובכל פעם היא מיקמה מחדש את המסך באופן שתתקבל על המסך דמות ברורה של מקור האור.

בכל פעם מדדה התלמידה ורשמה את מרחק מקור האור מן העדשה, u, ואת מרחק המסך מן העדשה, v.

תוצאות המדידות של התלמידה מוצגות בטבלה שלפניך:

המדידה	1	2	3	4	5
u (m)	0.13	0.18	0.25	0.33	0.60
v (m)	0.44	0.22	0.16	0.14	0.12
1/u ( )					
1/v ( )					

א. רשום ביטוי של 1/v כפונקציה של 1/u והראה כי מתקיים ביניהם קשר לינארי. (7 נקודות)

ב. העתק את הטבלה למחברתך, והשלם בטבלה שבמחברתך את הערכים החסרים ואת היחידות. (6 נקודות)

ג. סרטט גרף של 1/v כפונקציה של 1/u והוסף בו את קו המגמה. (8 נקודות)

ד. **על פי הגרף בלבד** מצא את רוחק המוקד של העדשה. הסבר את שיקוליך. (7 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

התלמידה הציבה את מקור האור AB ואת העדשה L באופן שתיווצר דמות ברורה על המסך, ואז כיסתה חלק מן העדשה בטבעת שחורה אטומה לאור, כמתואר בתרשים 2.

תרשים 2

ה. מבין המשפטים 1-6 שלפניך, העתק למחברתך את המשפט המתאר (או את המשפטים המתארים) נכון את הדמות שהתקבלה.

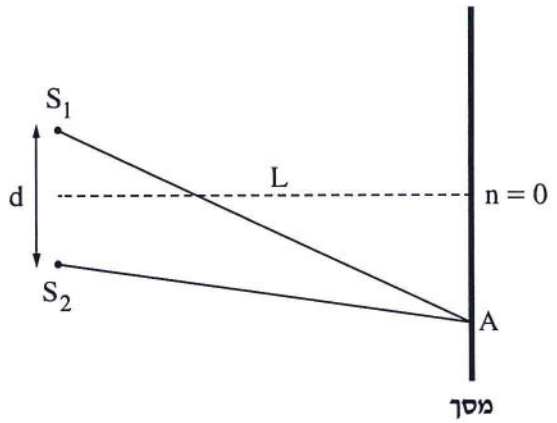
1. על המסך התקבלה דמות חלקית, ברורה, ועוצמת ההארה שלה לא השתנתה.
2. על המסך התקבלה דמות חלקית, ברורה, ועוצמת ההארה שלה חלשה יותר.
3. על המסך התקבלה דמות מלאה, ברורה, ועוצמת ההארה שלה לא השתנתה.
4. על המסך התקבלה דמות מלאה, ברורה, ועוצמת ההארה שלה חלשה יותר.
5. על המסך התקבלה דמות מלאה, מטושטשת, ועוצמת ההארה שלה חלשה יותר.
6. על המסך התקבלה דמות חלקית, מטושטשת, ועוצמת ההארה שלה חלשה יותר.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. תלמידים עורכים שלושה ניסויים.

<u>בניסוי הראשון</u>, אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי בעל אורך גל $\lambda_1 = 600\text{nm}$ פוגעת בניצב בלוחית שבה שני חריצים, S_1 ו־ S_2. החריצים צרים מאוד ביחס למרחק d שביניהם. על מסך המקביל ללוחית מתקבלת תבנית התאבכות. המסך נמצא במרחק L מן הלוחית (ראה תרשים 1).



תרשים 1

הנח כי מתקיים קירוב של זוויות קטנות.

א. קבע אם בנקודה שבה הפרש הדרכים משני החריצים שווה 18 <u>חצאי אורך גל</u> מתקיימת התאבכות בונה, התאבכות הורסת או נקודת ביניים. <u>נמק את קביעתך</u>. (5 נקודות)

נתון שהמרחק בין מרכז המקסימום מסדר $n = 0$ לבין מרכז המקסימום מסדר $n = 8$ שווה 12cm.

ב. חשב את הרוחב של פס האור, Δx. (4 נקודות)

<u>בניסוי השני</u>, מאירים את החריצים S_1 ו־ S_2 באלומה מקבילה של אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו הוא λ_2. במקרה זה רוחב פס האור <u>קטן</u> פי 1.2.

ג. חשב את אורך הגל λ_2. (7 נקודות)

הנקודה A נמצאת במרחק של 3.75cm ממרכז המקסימום מסדר $n = 0$.

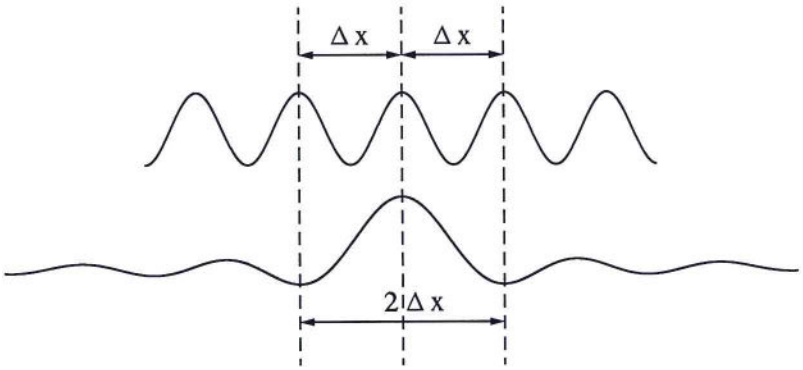
ד. עבור <u>כל אחד</u> מאורכי הגל λ_1 ו־ λ_2, קבע אם בנקודה A תיווצר התאבכות בונה, התאבכות הורסת או נקודת ביניים. <u>נמק את קביעותיך</u>. (6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

בניסוי השלישי, האלומה המקבילה של אור מונוכרומטי, שאורך הגל שלו $\lambda_1 = 600nm$, פוגעת בניצב בלוחית שבה יש חריץ אחד בלבד, ברוחב w . על מסך המקביל ללוחית נוצר מקסימום מרכזי, שרוחבו פי 2 מרוחב פס האור שהתקבל משני החריצים S_1 ו־ S_2 בניסוי הראשון (ראה תרשים 2).

המרחק בין הלוחית למסך בניסוי השלישי שווה למרחק L שבין הלוחית למסך בניסוי הראשון.



תרשים 2

ה. הוכח שבניסוי זה, רוחב החריץ w שווה למרחק d בין S_1 ו־ S_2 . (6 נקודות)

נתון כי המרחק בין הלוחית למסך הוא $L = 1.5m$.

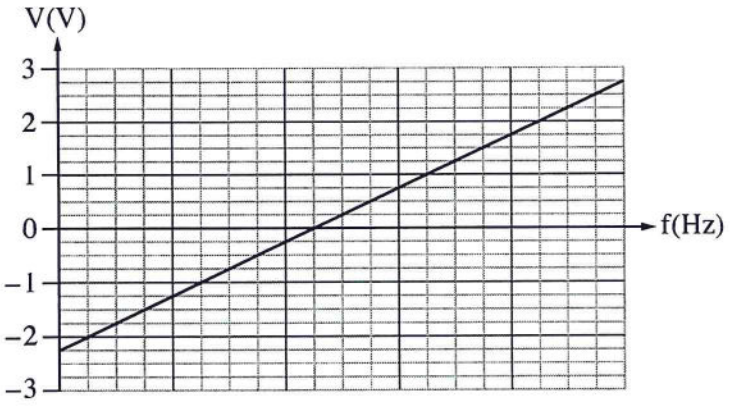
ו. חשב את רוחב החריץ, w . ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

3. תלמידים ערכו שני ניסויים באמצעות תא פוטואלקטרי שברשותם.

<u>בניסוי הראשון</u> הם האירו את הקתודה (הפולט) של התא בכמה אלומות אור מונוכרומטי, זו אחר זו, ומדדו — לכל אלומה בנפרד — את מתח העצירה (המתח המינימלי שעבורו לא זָרם זֶרם בתא).

על סמך תוצאות הניסוי סרטטו התלמידים גרף. הגרף מוצג בתרשים 1.



תרשים 1

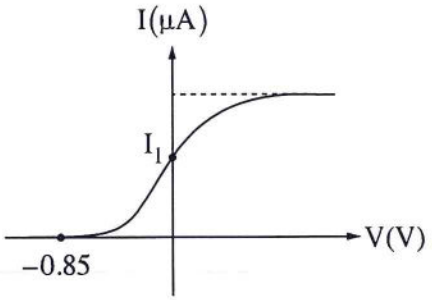
א. הגדר את המושג "תדירות הסף f_0". (5 נקודות)

ב. מצא באמצעות הגרף את פונקציית העבודה B של הקתודה. <u>פרט את שיקוליך</u>. (5 נקודות)

ג. חשב את אורך הגל <u>המרבי</u> שעבורו מתרחש האפקט הפוטואלקטרי בתא זה. (5 נקודות)

<u>בניסוי השני</u> האירו התלמידים את הקתודה באלומת אור מונוכרומטי שתדירותה f_1, ומדדו את הזרם I בתא עבור ערכים שונים של המתח V בין האנודה לקתודה.

תוצאות הניסוי השני מוצגות בתרשים 2.



תרשים 2

ד. חשב את התדירות f_1. (7 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 7/

ה. חשב ביחידות של ג'אול את האנרגייה הקינטית של האלקטרונים המהירים ביותר ברגע שהם נעקרו מן הקתודה המוארת באלומת האור שתדירותה f_1 . (7 נקודות)

המשיכו להאיר את התא הפוטואלקטרי באלומה שתדירותה f_1 ובו זמנית האירו אותה באלומה נוספת, שתדירותה f_2 . מדדו את הזרם הכולל I בתא, עבור ערכים שונים של המתח V בין האנודה לקתודה. נתון כי $f_0 < f_2 < f_1$.

ו. **(1)** קבע אם הערך המוחלט של המתח שעבורו יתאפס הזרם I גדול מ- $0.85V$, קטן ממנו או שווה לו.
נמק את קביעתך.

(2) קבע אם הזרם I עבור המתח $V = 0$ יגדל, יקטן, או לא ישתנה לעומת הזרם I_1 המסומן בתרשים 2 .
נמק את קביעתך.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

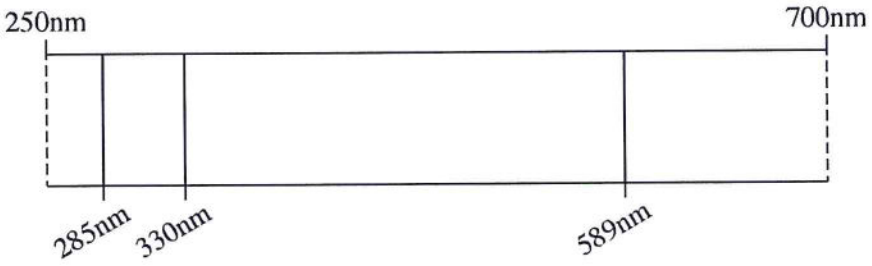
4. בכמה מן הכבישים בישראל משתמשים לצורך תאורה בנורות נתרן שפולטות אור בצבעי צהוב־כתום.

דרך שפופרת, המכילה גז דליל של נתרן, Na , העבירו קרינה מונוכרומטית באורך גל של 200nm . קרינה זו מיוננת את אטום הנתרן, ונפלט אלקטרון שהאנרגייה הקינטית שלו היא 1.06eV .

א. הגדר את המושג אנרגיית יינון. (5 נקודות)

ב. חשב את אנרגיית היינון של הנתרן. (6 נקודות)

במקרה אחר, העבירו דרך השפופרת קרינה אלקטרומגנטית בתחום $250\text{nm} < \lambda < 700\text{nm}$ וקיבלו את ספקטרום הבליעה של גז נתרן בתחום זה (ראה תרשים).



ג. סרטט דיאגרמה של רמות האנרגייה של נתרן (כולל רמת היינון) על פי הנתונים בשאלה. פרט את חישוביך. (8 נקודות)

ד. קבע אם הקו 589nm שנראה בספקטרום הבליעה הוא שחור (בקירוב טוב) או בצבע. נמק את קביעתך. (5 נקודות)

ה. הוסף לדיאגרמה שסרטטת בסעיף ג חיצים המייצגים את הקווים הספקטרליים של ספקטרום הפליטה. (4 נקודות)

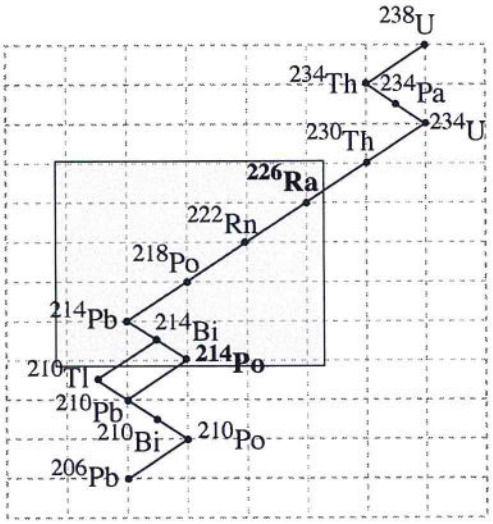
ו. על פי הנתונים בשאלה, חשב את אורכי הגל של הקרינה הנפלטת מן השפופרת בתחום האור הנראה $(400\text{nm} < \lambda < 700\text{nm})$. (5$\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 9/

5. היום ידועות ארבע סדרות רדיואקטיביות. שאלה זו עוסקת בסדרת אורניום 238.

רדיום 226 $\left(^{226}_{88}\mathrm{Ra}\right)$ ופולוניום 214 $\left(^{214}_{84}\mathrm{Po}\right)$ הם איזוטופים רדיואקטיביים טבעיים השייכים לסדרה זו.

פולוניום 214 הוא תוצר בשרשרת ההתפרקויות של רדיום 226 (ראה תרשים).



א. קבע את מספר התפרקויות α ואת מספר התפרקויות β^- שמתרחשות בשרשרת ההתפרקויות מרדיום 226 לפולוניום 214. הסבר את קביעותיך. (8 נקודות)

באחד השלבים של השרשרת המתוארת נוצר האיזוטופ הרדיואקטיבי רדון 222 $\left(^{222}_{86}\mathrm{Rn}\right)$. בשל הנזק שגז הרדון גורם לבריאות כשהוא מצטבר במקומות סגורים (כגון מרתפים ומקלטים), הוא מעורר עניין מדעי וטכנולוגי רב.

ב. קבע את המספר האטומי ואת מספר המסה של גרעין הבת Y הנוצר מהתפרקותו של רדון 222. (7 נקודות)

מדידות של מדגם רדון 222 הראו כי הפעילות הרדיואקטיבית שלו פוחתת פי 8 במשך 11.475 ימים.

ג. **(1)** חשב את זמן מחצית החיים, $T_{1/2}$, של איזוטופ זה.

(2) חשב את קבוע הדעיכה λ של איזוטופ זה.

(11 נקודות)

אנרגיות הקשר הגרעיניות של האיזוטופים רדיום 226 ופולוניום 214 הן: $E_{B(Ra)} = 1732.62\ \mathrm{MeV}$, $E_{B(Po)} = 1666.02\ \mathrm{MeV}$.

ד. קבע איזה משני האיזוטופים יציב יותר. נמק את קביעתך. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך