מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ג, 2023
מספר השאלון: 36282
נספח: דפי נוסחאות ונתונים ל־5 יחידות לימוד

פיזיקה
קרינה וחומר
הוראות

א. <u>משך הבחינה</u>: שעתיים.

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

ג. <u>חומר עזר מותר בשימוש</u>: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:
(1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתכם.
יש לציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרתם.
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג את השלבים האלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות מדידה.
(3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.
(4) כאשר נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם;
במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g.
(5) בחישובים יש להשתמש בערך $10\ \mathrm{m/s^2}$ לגודל של g – תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
(6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.
(7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

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

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

השאלות

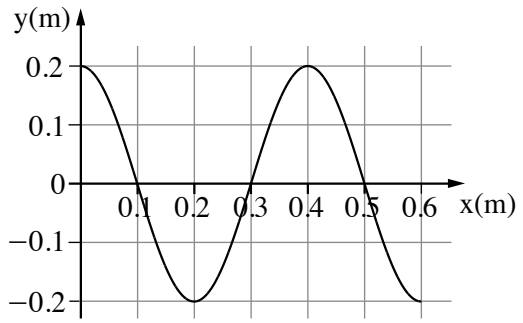
ענו על שלוש מן השאלות 1–5.

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

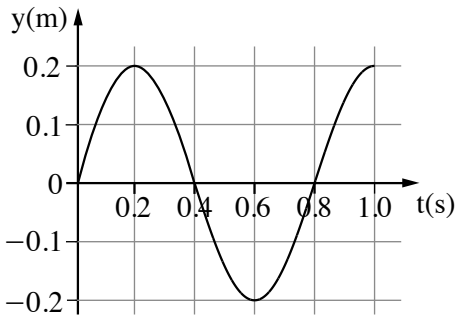
1. כדי להמחיש את הנושא "התפשטות גלי רוחב חד־ממדיים" משתמשים בחבל אופקי אלסטי מתוח, שהצפיפות שלו אחידה (חבל 1). בקצהו הימני החבל מחובר לקיר ובקצהו השמאלי למחולל תנודות. בעזרת מחולל התנודות מניעים את החבל כך שמתפשט בו גל מחזורי ימינה. מסמנים ב־ P נקודה מסוימת בחבל.

תרשים 1א שלפניכם מתאר את צורתו של חבל 1 ברגע מסוים, $t = 0$, שבו הגל מתקדם בחבל. המרחק בכיוון x נמדד מקצהו השמאלי של החבל, וההעתק בכיוון y של נקודות החבל נמדד מקו שיווי המשקל שלו (מצב מנוחה).

תרשים 1ב שלפניכם מתאר את ההעתק בכיוון y של הנקודה P כפונקצייה של הזמן החל מרגע $t = 0$.



תרשים 1א



תרשים 1ב

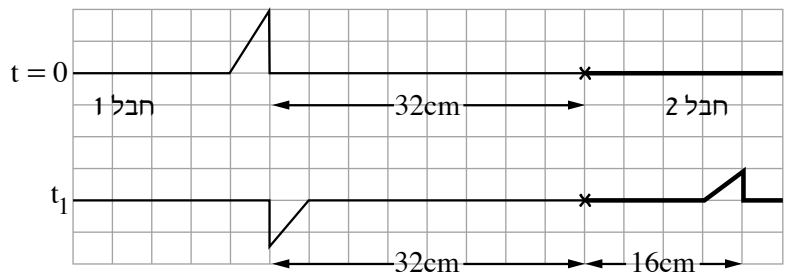
א. קבעו את ערך המשרעת (האמפליטודה) של הגל המתקדם בחבל 1. (5 נקודות)

ב. חשבו את גודל מהירות ההתפשטות של הגל בחבל 1. (7 נקודות)

ג. קבעו אם הנקודה P נמצאת במרחק של 0.1m מן הקצה השמאלי של חבל 1 או במרחק של 0.3m ממנו. נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)

מנתקים את הקצה הימני של חבל 1 מן הקיר ומחברים אליו חבל שיש לו צפיפות אחידה אחרת (חבל 2). הקצה השמאלי של חבל 1 נשאר מחובר למחולל התנודות. את הקצה הימני של חבל 2 מחברים לקיר. בעזרת מחולל התנודות יוצרים פולס בודד שמתפשט ימינה. כשהפולס מגיע לנקודת החיבור בין שני החבלים הוא מתפצל לשני פולסים, האחד מתקדם ימינה והאחר חוזר ונע שמאלה.

תרשים 2 שלפניכם מתאר את מצב החבלים בשני רגעים שונים, הסרטוט העליון מתאר את הפולס ברגע $t = 0$ והסרטוט התחתון מתאר את שני הפולסים ברגע מסוים $t_1 > 0$.



תרשים 2

(שימו לב: המשך סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3

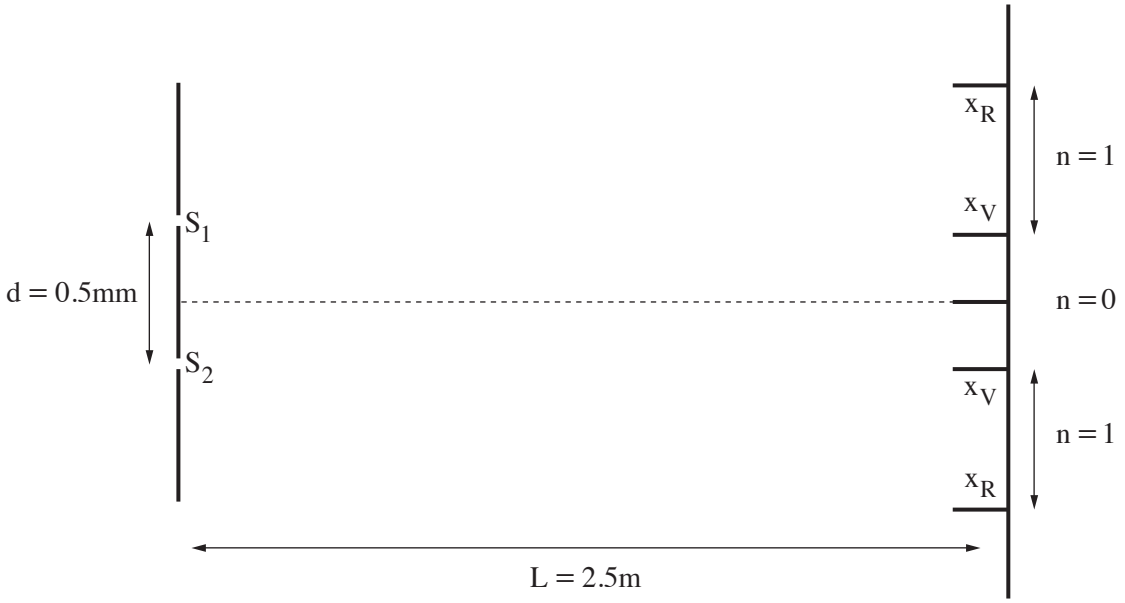
ד. חשבו את הרגע t_1 (התבססו על תשובתכם בסעיף ב). (5 נקודות)

ה. קבעו איזה משני החבלים "כבד" יותר (כלומר באיזה משני החבלים המסה ליחידת אורך גדולה יותר) – חבל 1 או חבל 2. נמקו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

ו. חשבו את גודל מהירות ההתפשטות של הפולס בחבל 2. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. מאירים באלומה מקבילה של אור לבן לוחית שבה שני חריצים צרים מאוד, S_1 ו־S_2. האלומה פוגעת בלוחית במאונך למישור הלוחית. המרחק בין החריצים הוא $d = 0.5mm$. על מסך המוצב במקביל ללוחית, במרחק $L = 2.5m$ ממנה, מתקבלת תבנית התאבכות. במקסימום מסדר ראשון $(n = 1)$ של התבנית מתקבל כתם צבעוני רציף שקצה אחד שלו סגול והוא נמצא במרחק $x_V = 2mm$ מאמצע המקסימום המרכזי, וקצהו האחר אדום והוא נמצא במרחק $x_R = 3.5mm$ מאמצע המקסימום המרכזי (ראו תרשים, התרשים אינו מסורטט בקנה מידה).



א. חשבו את אורך הגל של האור הסגול (λ_V) ואת אורך הגל של האור האדום (λ_R). (9 נקודות)

ב. הסבירו מדוע במקסימום המרכזי מתקבל פס אור לבן, ואילו במקסימום מסדר ראשון מתקבל כתם צבעוני רציף. (8 נקודות)

מגדילים את המרחק בין המסך לבין הלוחית.

ג. קבעו אם בעקבות הגדלת המרחק, רוחב פס האור של המקסימום מסדר ראשון יגדל, יקטן או לא ישתנה.
נמקו את קביעתכם. $(7\frac{1}{3}$ נקודות)

מחליפים את הלוחית שבה שני החריצים בסריג עקיפה, ומאירים שוב באלומה של אור לבן. המרחק כעת בין הסריג לבין המסך הוא $L = 2.5m$.

נתון: $N^* = 7,000\frac{1}{cm}$.

ד. מה צריך להיות הגודל המינימלי של המסך כדי שיהיה אפשר לראות את כל התבנית מסדר ראשון משני צידי המקסימום המרכזי? (9 נקודות)

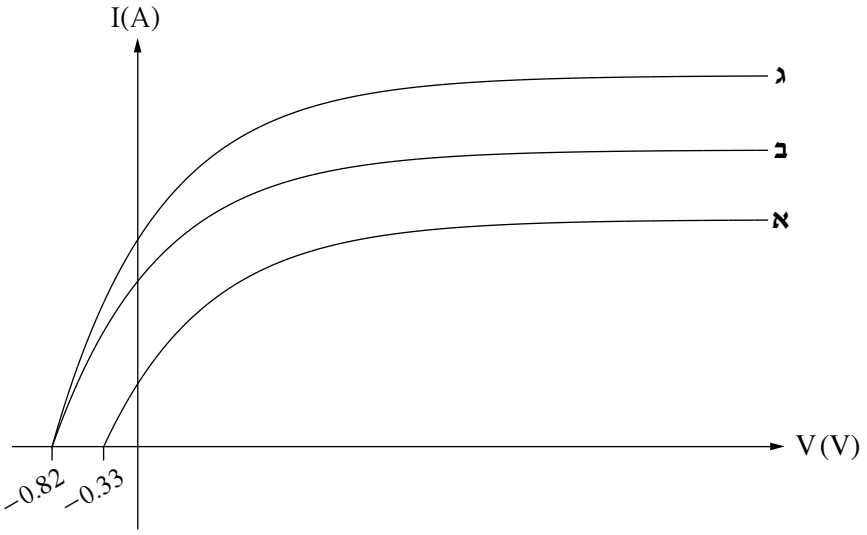
/המשך בעמוד 5

3. א. איזו מבין האפשרויות 1–4 שלפניכם מתארת נכון את תופעת "האפקט הפוטואלקטרי"? (4 נקודות)

1. זרם חשמלי העובר במתכת גורם לפליטת אור מן המתכת.
2. אור הפוגע במתכת גורם לעלייה בטמפרטורה שלה.
3. הקרינה הנפלטת מן השמש אינה מונוכרומטית (אינה חד־צבעית).
4. קרינה הפוגעת במתכת עשויה לגרום לעקירת אלקטרונים ממנה.

תלמידה ערכה את ניסוי "האפקט הפוטואלקטרי" בעזרת מערכת ובה תא פוטואלקטרי מסוים ושני מקורות אור מונוכרומטי שלכל אחד מהם הייתה עוצמת אור קבועה. מקור אחד פלט אור שאורך הגל שלו 410nm , והמקור האחר פלט אור שאורך הגל שלו 490nm .

העקומות א–ג בגרף שלפניכם מתארות את עוצמת הזרם I בתא הפוטואלקטרי כפונקצייה של המתח V בין האנודה (קולט) לקתודה (פולט), עבור המדידות שערכה התלמידה.



ב. בנוגע לכל אחת משלוש העקומות א–ג, קבעו את אורך הגל המתאים לה. נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)

ג. חשבו בעזרת אחת מן העקומות את פונקציית העבודה של הקתודה (הפולט) בתא הפוטואלקטרי. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

ד. בגרף אפשר לראות כי כאשר המתח הוא $V = 0$ עובר זרם בתא הפוטואלקטרי.

הסבירו כיצד עובר זרם גם בהיעדר מתח. (6 נקודות)

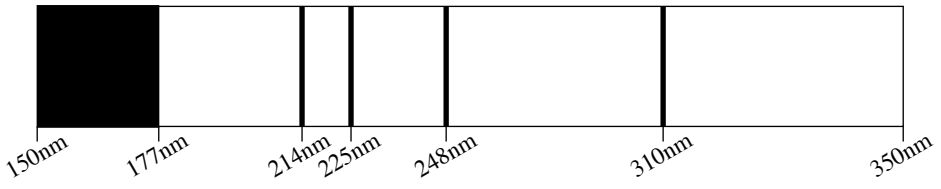
ה. הסבירו מה עשתה התלמידה כדי שיתקבלו שתי עקומות שונות עבור אותו אורך גל. (5 נקודות)

ו. הסבירו מדוע בכל שלוש העקומות, עוצמת הזרם אינה גדלה מעבר למתח מסוים (האופייני לכל עקומה).

(6 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

4. תלמיד מגמת פיזיקה ערך ניסוי למציאת חלק מרמות האנרגייה של אטום דמוי מימן של יסוד מסוים. התלמיד הקרין קרינה על־סגולה בתחום רציף של אורכי גל $150nm \le \lambda \le 350nm$ דרך מְכָל ובו גז דליל של אטומים בלתי מעוררים של יסוד זה. תרשים 1 מתאר את ספקטרום הבליעה של היסוד הזה.

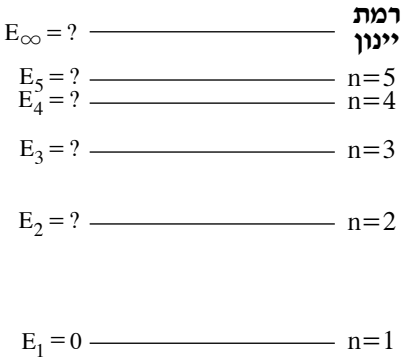


תרשים 1

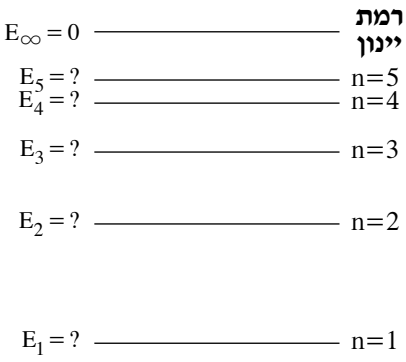
בספקטרום זה יש תחום רציף של אורכי גל, $150nm < \lambda < 177nm$, שנבלע לגמרי, ועוד ארבעה קווים שחורים המייצגים את אורכי הגל האלה: 214nm , 225nm , 248nm , 310nm .

א. הסבירו את המשמעות הפיזיקלית של התחום הרציף בספקטרום הבליעה (אורכי הגל $150nm < \lambda < 177nm$).
(6 נקודות)

ב. העתיקו את תרשימים 2–3 למחברתכם, והשלימו את רמות האנרגייה עבור אטום זה בשני התרשימים.
שימו לב – ההבדל בין שני התרשימים הוא באנרגייה של רמת היסוד, $n = 1$. (10 נקודות)



תרשים 2



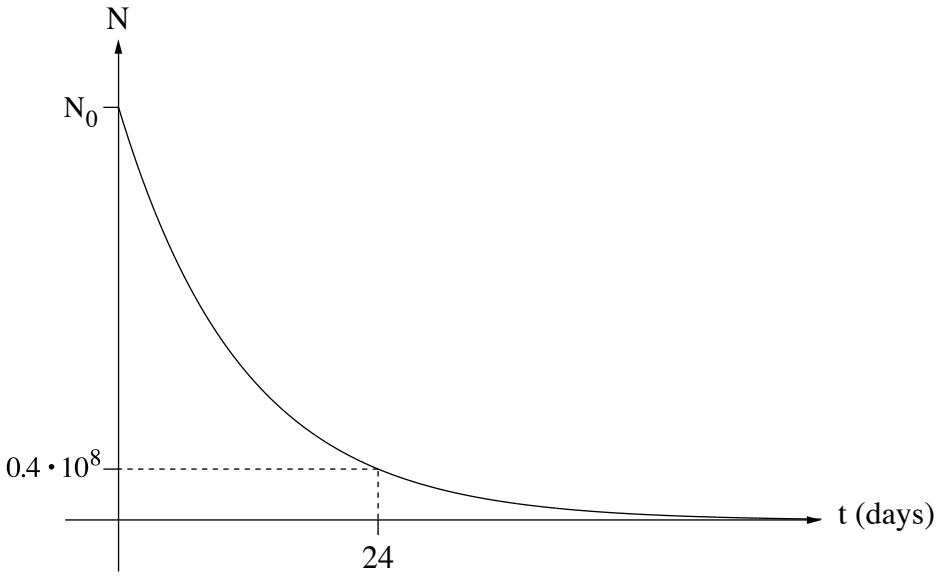
תרשים 3

ג. התייחסו לספקטרום הפליטה מרמה $n = 5$ ומטה ומצאו את אורכי הגל (אחד או יותר) של האור בתחום הנראה (700nm – 400nm) שנפלטו מן המכל. (9 נקודות)

ד. חשבו את האנרגייה הקינטית של האלקטרון המהיר ביותר שהשתחרר מן האטום בניסוי המתואר. ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 7/

5. לפניכם גרף המייצג את מספר הגרעינים N של יוד רדיואקטיבי $^{131}_{53}\mathrm{I}$ כפונקצייה של הזמן t (בימים). היוד הרדיואקטיבי 131 משמש בטיפול לבלוטת התריס.



בגרף נתון מספר הגרעינים $N = 0.4 \cdot 10^8$ לאחר שלושה זמני מחצית חיים $3T_{1/2} = 24\ \text{days}$.

א. חשבו את המספר ההתחלתי של הגרעינים, N_0. (7 נקודות)

ב. חשבו את קבוע הדעיכה λ ביחידה $\frac{1}{s}$. (8 נקודות)

ג. חשבו כמה זמן דרוש כדי שהפעילות של היוד תהיה $\frac{1}{10}$ מן הפעילות ההתחלתית שלו. (7 נקודות)

ד. אִילוּ היה המספר ההתחלתי של הגרעינים גדול פי שניים, האם הזמן שחישבתם בסעיף ג היה גדֵל, קטֵן או לא משתנה? נמקו את תשובתכם. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

ה. קבעו בנוגע לכל אחד מן ההיגדים (1)–(2) שלפניכם אם הוא נכון או לא נכון. נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)

(1) אפשר להשתמש ביוד רדיואקטיבי 131 לצורך תיארוך (קביעת גיל) של ממצאים ארכאולוגיים.

(2) ככל שהממצא הארכאולוגי עתיק יותר, כדי לתארך אותו יש להשתמש בחומר שקבוע הדעיכה λ שלו גדול יותר.

בהצלחה!

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