

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 2
מספר השאלון: 036282
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר - 5 יחידות לימוד

הוראות

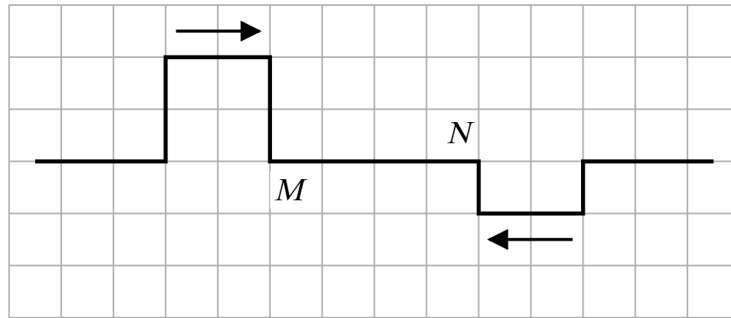
- א. משך הבחינה: שעהיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: יש לענות על שלוש שאלות בלבד; אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתכם, ויש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבת הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר מתאים של ספרות משמעותיות ויחידות; את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g - תאוצת הנפילה החופשית.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. קפיץ ארוך ורך מונח מתוח על רצפה חלקה. שני תלמידים יוצרים בו זמנית פולס רוחב בכל אחד מקצות הקפיץ, והפולסים נעים זה לקראת זה. גודל מהירות ההתקדמות של כל פולס הוא $v = 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$.

בתרשים 1 שלפניכם מתואר מבט על הקפיץ מלמעלה ברגע $t = 0$. אורך הצלע של כל משבצת הוא 10 cm. הפולס השמאלי נע ימינה והפולס הימני נע שמאלה.



א. לפניכם שלושה רגעים (1)-(3).

$$t_1 = 1 \text{ s} \quad (1)$$

$$t_2 = 1.5 \text{ s} \quad (2)$$

$$t_3 = 2.5 \text{ s} \quad (3)$$

סרטטו במחברתכם את צורת הקפיץ בכל אחד מן הרגעים - לכל רגע תרשים נפרד. הקפידו על קנה מידה שבו כל משבצת בתרשים 1 מיוצגת על ידי משבצת במחברתכם.

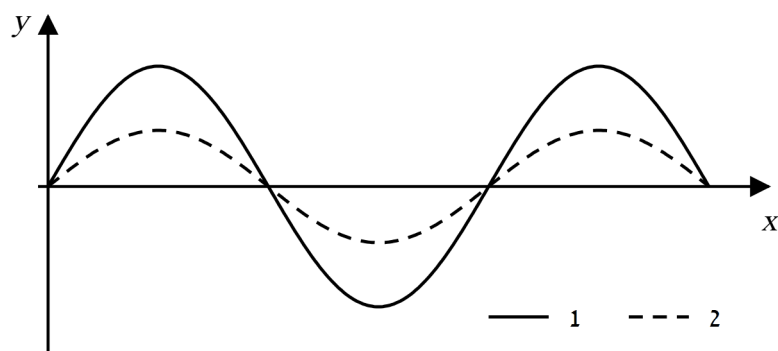
(6 נקודות)

ב. קבעו אם בקטע הקפיץ MN המתואר בתרשים 1 קיימת נקודה שאינה זזה כלל במשך הזמן $0 \leq t \leq 2.5 \text{ s}$.

אם לא קיימת - הסבירו מדוע, אם כן - ציינו את המרחק של נקודה זו מן הנקודה M .

(4 נקודות)

נתון חבל מתוח אחר, שבו קיים גל. בתרשים 2 מתוארת צורת החבל ברגע מסוים (קו 1, מלא), וכעבור פרק זמן קצר, שקטן מרבע זמן מחזור (קו 2, מקווקו).



ג. הסבירו מדוע הגל המתואר בתרשים 2 הוא גל עומד ולא גל מתקדם.

(5 נקודות)

במקרה אחר, מיתר שאורכו 1.2 m מתוח בין שתי נקודות: בקצה אחד הוא קשור לקיר, ובקצה השני מחובר למחולל גלים. גם הקצה המחובר למחולל הוא נקודת צומת. מהירות ההתפשטות של גל רוחב במיתר היא $v = 48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

משנים בהדרגה את התדירות f של המחולל מ- 50 Hz עד 130 Hz .

ד. חשבו את ערכי התדירויות f שעבורן נוצר גל עומד במיתר.

(7 נקודות)

ה. ענו על התת-סעיפים (1)-(2) עבור התדירות הגבוהה ביותר שחישבתם בסעיף ד.

(1) סרטטו באופן איכותי את המיתר.

(2) כמה נקודות צומת יש במיתר, לא כולל שני הקצוות?

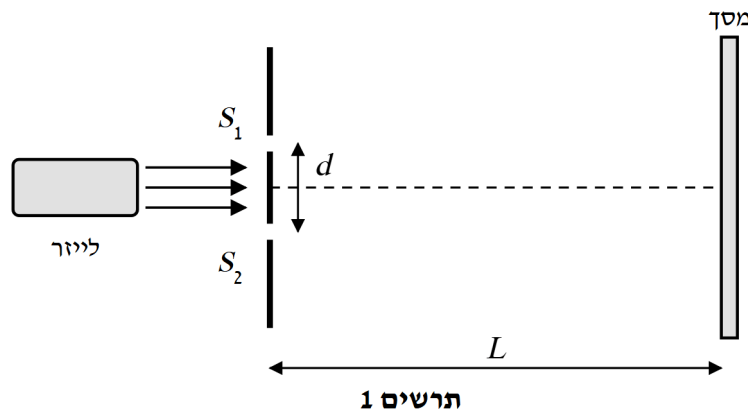
(6 נקודות)

ו. עבור התדירות הנמוכה ביותר שחישבתם בסעיף ד, חשבו את פרק הזמן Δt הקצר ביותר שבו נקודה שנמצאת בהעתק המרבי שלה מגיעה למצב שבו המיתר כולו ישר.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

2. במעבדה עורכים שלושה ניסויים עם שני לייזרים.

בניסוי הראשון, אלומה מקבילה של אור כחול מונוכרומטי, שאורך הגל שלו $\lambda_1 = 480 \text{ nm}$, פוגעת בניצב בלוחית שבה שני חריצים צרים, S_1 ו- S_2 , שהמרחק ביניהם d . על מסך המקביל ללוחית, במרחק L ממנה, מתקבלת תבנית התאבכות (ראו תרשים 1).



הניחו שמתקיים קירוב של זוויות קטנות.

א. קבעו אם בנקודה על המסך שבה הפרש הדרכים משני החריצים שווה 15 חצאי אורך גל מתקיימת התאבכות בונה, התאבכות הורסת או נקודת ביניים. נמקו את קביעתכם. (7 נקודות)

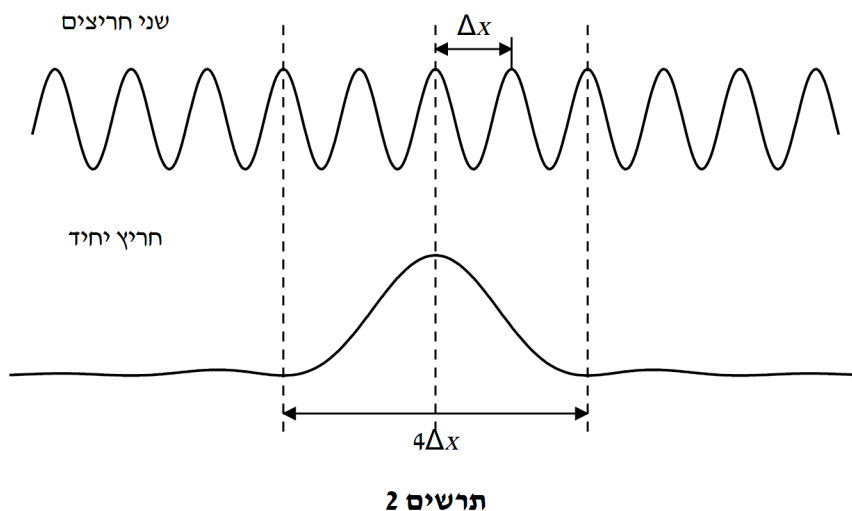
נתון שהמרחק בין מרכז המקסימום מסדר $n = 2$ שמשמאל למרכז התבנית לבין מרכז המקסימום מסדר $n = 4$ שמימין למרכז התבנית שווה 9.6 cm .
 ב. חשבו את רוחב פס האור, Δx . (7 נקודות)

בניסוי השני, מאירים את אותם חריצים, S_1 ו- S_2 , באלומה מקבילה של אור כתום מונוכרומטי מלייזר אחר, שאורך הגל שלו λ_2 . המסך נשאר באותו מקום. במקרה זה רוחב פס האור גדל פי 1.25.

ג. חשבו את אורך הגל λ_2 . (7 נקודות)

הנקודה A על המסך נמצאת במרחק 6.0 cm ממרכז המקסימום מסדר $n = 0$.
 ד. עבור כל אחד מאורכי הגל λ_1 ו- λ_2 , קבעו אם בנקודה A תתקבל התאבכות בונה, התאבכות הורסת או נקודת ביניים. נמקו את קביעותיכם. (5 נקודות)

בניסוי השלישי, האלומה המקבילה של האור הכחול ($\lambda_1 = 480 \text{ nm}$) פוגעת בניצב בלוחית שבה חריץ אחד בלבד, ברוחב w . על המסך מתקבל מקסימום מרכזי שרוחבו פי 4 מרוחב פס האור שהתקבל משני החריצים בניסוי הראשון (ראו תרשים 2). המרחק בין הלוחית למסך בניסוי השלישי שווה למרחק L שבניסוי הראשון.



ה. הוכיחו שבניסוי זה רוחב החריץ w שווה למחצית המרחק d שבין S_1 ל- S_2 , כלומר $w = \frac{d}{2}$.

(4 נקודות)

נתון כי המרחק בין הלוחית למסך הוא $L = 1.5 \text{ m}$.

ו. חשבו את רוחב החריץ, w .

(3 1/3 נקודות)

3. הפולט (קתודה) של תא פוטואלקטרי עשוי טונגסטן. תדירות הסף של טונגסטן היא

$$f_0 = 1.10 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

מאירים את הפולט בשלוש אלומות של קרינה על-סגולה, זו אחר זו. אורכי הגל של האלומות הם:

$$\lambda_1 = 180 \text{ nm}, \lambda_2 = 250 \text{ nm}, \lambda_3 = 300 \text{ nm}$$

א. עבור כל אחת מן האלומות, קבעו אם נוצר זרם בתא הפוטואלקטרי.

אם לא נוצר זרם - נמקו מדוע.

(7 נקודות)

ב. הגדירו את המושג "תדירות סף" של מתכת.

(6 נקודות)

ג. חשבו את פונקציית העבודה של טונגסטן.

(7 1/3 נקודות)

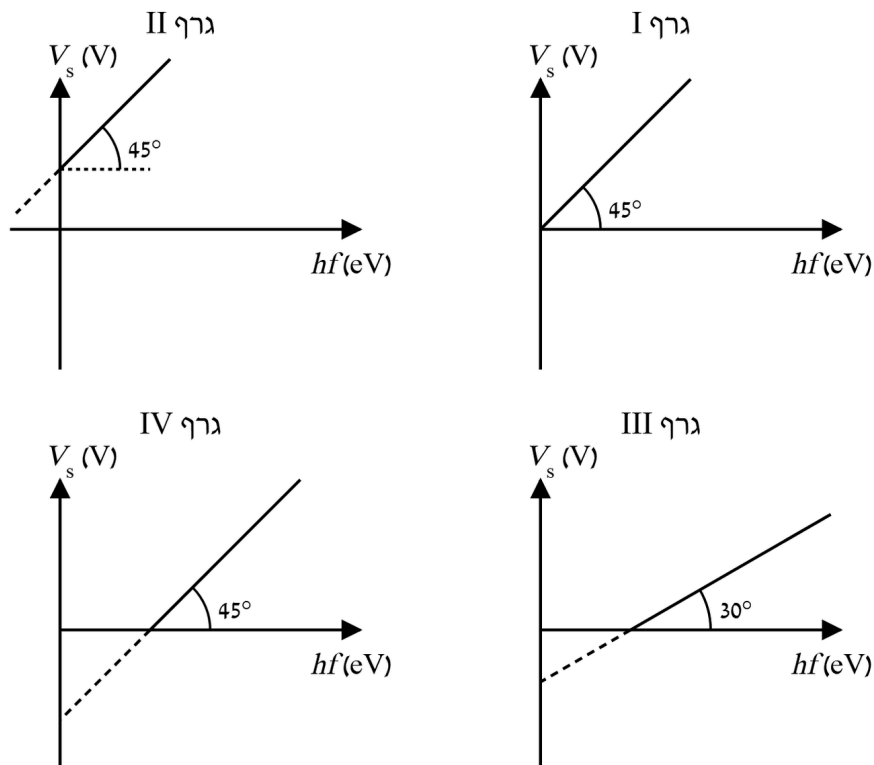
ד. חשבו את אורך הגל של אור שיגרום לפליטת אלקטרונים שיש להם אנרגייה קינטית מרבית

$$E_k = 1.2 \text{ eV}$$

(7 נקודות)

גרפים I-IV שלפניכם מתארים את מתח העצירה V_s (ב- V) של התא כפונקציה של אנרגיית הפוטון hf (ב- eV) הפוגע בפולט. מתח העצירה הוא המתח המזערי בין הפולט לקולט שעוצר את כל האלקטרונים הנפלטים.

שני הצירים מסורטטים על פי אותו קנה מידה (יחידה אחת של V באורך של יחידה אחת של eV).



ה. (1) קבעו איזה גרף מתאר נכון את התלות של מתח העצירה באנרגיית הפוטון הפוגע בפולט.

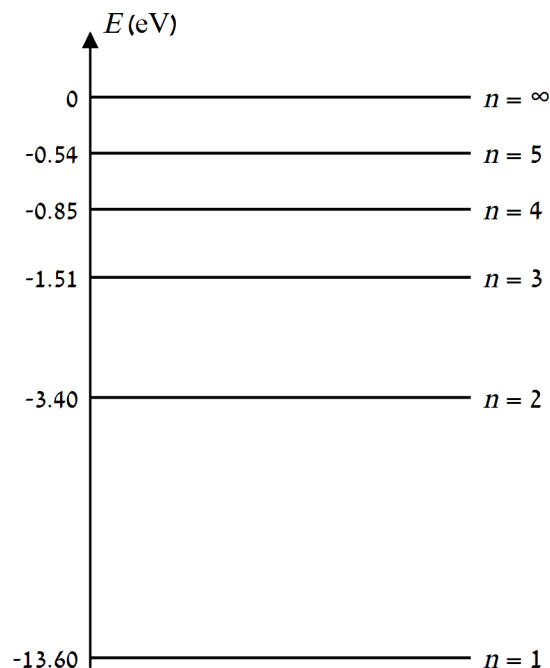
(2) העתיקו למחברתכם את הגרף הנכון.

הוסיפו לגרף שבמחברתכם ערכים מספריים בנקודות החיתוך של הקו (או של המשכו) עם

הציר האופקי (hf) ועם הציר האנכי (V_s). פרטו את שיקוליכם.

(6 נקודות)

4. בשכבות העליונות של האטמוספירה של כדור הארץ, בגובה של מאות קילומטרים, יש אטומי מימן בודדים. הגז דליל מאוד, והאטומים נמצאים בתחילה ברמת היסוד. בזמן סערה מגנטית חודרים לשכבות אלה אלקטרונים מהחלל ומתנגשים באטומים. נתייחס לאלקטרונים שהאנרגייה הקינטית של כל אחד מהם היא 12.9 eV . התרשים מתאר חלק מרמות האנרגייה של אטום המימן.



בעקבות ההתנגשויות פלטו אטומי המימן קרינה אלקטרומגנטית. מכשיר שעל לווין מדד את הספקטרום שלה, והקרינה הופיעה בו כקווים ספקטרליים בדידים.

א. הסבירו מדוע הקווים הספקטרליים בספקטרום הפליטה הם בדידים.

(7 נקודות)

ב. העתיקו את התרשים למחברתכם. סמנו באמצעות חיצים את המעברים בפליטה בין רמות האנרגייה של האטום.

(7 נקודות)

ג. חשבו את אורך הגל המרבי שהתקבל בספקטרום הפליטה.

(7 נקודות)

ד. לאטומי המימן מגיעה גם קרינה אולטרה-סגולה מהשמש. עבור כל אחד משני אורכי הגל (1) - (2) הנתונים לפניכם, חשבו את האנרגייה של הפוטונים, וקבעו אם יתקיים עירור של אטומים מרמת היסוד. אם לא - הסבירו מדוע, ואם כן - קבעו לאיזו רמה יגיעו האטומים.

(1) אורך הגל של הקרינה הוא 100 nm .

(2) אורך הגל של הקרינה הוא 121.6 nm .

(8 נקודות)

הקרינה מהשמש כוללת גם קרינה אולטרה-סגולה קיצונית. פוטונים שאורך הגל שלהם 62 nm פגעו באטומי מימן שברמת היסוד. עקב כך האטומים יוננו (כך נוצרת היונוספירה), ונפלטו מהם אלקטרונים בעלי אנרגייה קינטית.

ה. חשבו את האנרגייה הקינטית של האלקטרונים ברגע שנפלטו.

($\frac{4}{3}$ נקודות)

5. טריטיום, ^3H , הוא איזוטופ רדיואקטיבי של מימן. הוא נוצר באטמוספירה העליונה, נקשר למולקולות מים ומגיע אל הקרקע עם מי הגשמים. כל עוד המים נמצאים במגע עם האטמוספירה, ריכוז הטריטיום בהם נשאר קבוע. כאשר מי הגשם מחלחלים אל מאגר מים תת-קרקעי, הטריטיום שבהם מתחיל להתפרק.

מדידת הפעילות של הטריטיום במי באר מאפשרת לקבוע לפני כמה זמן ירדו המים כגשם.

שאלה זו עוסקת בקביעת הגיל של מי באר בעזרת הטריטיום.

משוואת ההיווצרות של הטריטיום באטמוספירה היא:



א. הסתמכו על משוואת ההיווצרות של ^3H , וקבעו מהו מספר הפרוטונים ומהו מספר הנייטרונים בגרעין של ^3H . הסבירו את קביעתכם.

(5 נקודות)

^3H מתפרק התפרקות רדיואקטיבית ל- ^3He .

ב. (1) רשמו את משוואת ההתפרקות הרדיואקטיבית של ^3H , וציינו את סוג הקרינה הנפלטת.

(2) מהו חוק השימור שהסתמכתם עליו כדי לקבוע את סוג הקרינה הנפלטת בהתפרקות רדיואקטיבית זו?

(8 נקודות)

מדענים מדדו את הפעילות של הטריטיום בדגימה של מי גשם טריים ומצאו כי $R(0) = 6.0 \text{ Bq}$. נתון: זמן מחצית החיים של ^3H הוא $T_{1/2} = 12.3 \text{ years}$. לפיכך גרף הפעילות הרדיואקטיבית, R , של הטריטיום בדגימה כפונקציה של הזמן, t .



המדענים קבעו את הגיל של מי באר עמוקה בשתי שיטות שרמת הדיוק שלהן שונה. בשיטה הראשונה הם מדדו בזמן t_1 את הפעילות של הטריטיום בדגימה של מי הבאר, באותו נפח כמו דגימת מי הגשם, ומצאו כי $R(t_1) = 3.6 \text{ Bq}$.

ג. קבעו באמצעות הגרף את הגיל של מי הבאר על פי השיטה הראשונה. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

בשיטה השנייה, המדויקת יותר, המדענים מדדו את $N(t_1)$ - מספר גרעיני ^3H שנשארו בזמן t_1 בדגימת מי הבאר, וחישבו את ΔN - מספר הגרעינים שהתפרקו מתחילת ההתפרקות עד הזמן t_1 .

המדענים מצאו כי $\Delta N = N(0) - N(t_1) = 1.40 \cdot 10^9$. ד. חשבו את קבוע הדעיכה λ ביחידות של $\frac{1}{s}$. (7 נקודות)

ה. (1) חשבו את הפעילות $R(t_1)$ המתקבלת על פי השיטה השנייה.

(2) קבעו את הגיל של מי הבאר באמצעות הגרף ובאמצעות $R(t_1)$ שחשבתם בתת-סעיף (1).

(8 1/3 נקודות)