

סוג הבחינה: א. בגרות לנבחנים אינטרניים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשס"ד, 2004  
מספר השאלון: 84, 917091  
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה ל-3 יח"ל

## פ י ז י ק ה

3 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- |           |   |              |   |        |   |            |
|-----------|---|--------------|---|--------|---|------------|
| פרק ראשון | – | מכניקה וחשמל | – | (22x3) | – | 66 נקודות  |
| פרק שני   | – | קרינה וחומר  | – | (17x2) | – | 34 נקודות  |
|           | – | סה"כ         | – |        | – | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי).  
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים 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 מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים.) לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.  
רק לאחר ההצבה בצע את פעולות החישוב. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
- (3) בחישוביך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה<sup>2</sup> בשביל תאוצת הנפילה החופשית.

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 מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**ב ה צ ל ח ה !**

/המשך מעבר לדף/

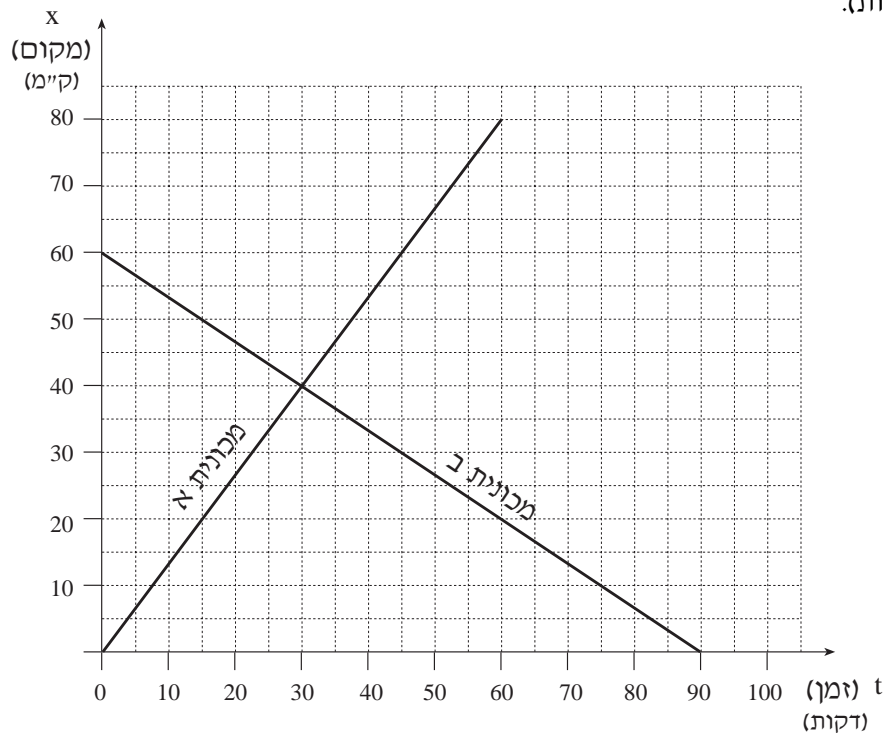
## השאלות

### פרק ראשון – מכניקה וחשמל (66 נקודות)

ענה על שלוש מהשאלות 1-5 (לכל שאלה - 22 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. כביש ישר העובר ממערב למזרח מוגדר כציר ה- $x$ . הכיוון החיובי של ציר ה- $x$  פונה מזרחה (ראשית הצירים היא נקודה מסוימת על הכביש).

שתי מכוניות, א ו-ב, החלו לנסוע על הכביש בזמן  $t = 0$ . הגרף שלפניך מציג את המקום של כל אחת משתי המכוניות לאורך ציר ה- $x$  (בק"מ) כפונקציה של הזמן (בדקות).



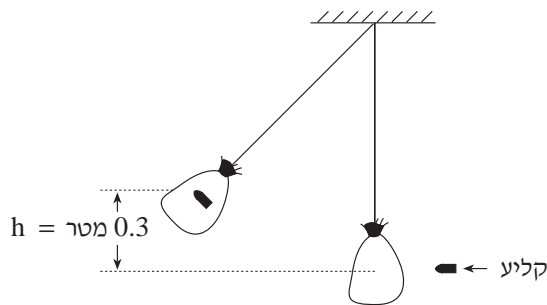
א. מהו כיוון התנועה של מכונית ב – מזרחה או מערבה? נמק. (7 נקודות)

ב. האם התאוצה של מכונית א שווה לאפס? אם כן – נמק. אם לא – חשב את התאוצה. (7 נקודות)

ג. מתי (באילו רגעים) היה המרחק בין המכוניות 30 ק"מ? (8 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

2. כדי לבחון את המהירות שבה נורה קליע מסוג חדש של אקדה, ירו מהאקדה קליע לעבר שק חול התלוי על חבל, ומדדו את הגובה המרבי שאליו עלה השק. הקליע פגע בשק בכיוון אופקי, ונעצר בתוכו. השק (עם הקליע שבו) עלה לגובה מרבי של  $h = 0.3$  מטר (ראה תרשים). מסת הקליע  $m = 10$  גרם ומסת השק  $M = 1$  ק"ג. הנח כי השק התחיל להתרומם רק לאחר שהקליע נעצר בתוכו. הזנח את התנגדות האוויר לתנועת השק (עם הקליע שבו) ואת מסת החבל.

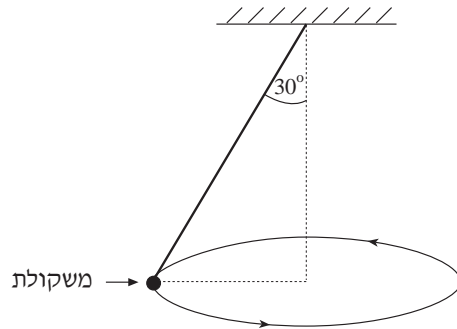


- א. חשב את האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית של השק (עם הקליע שבו) בנקודת הגובה המרבי, ביחס לגובה השק במנוחה. (6 נקודות)
- ב. חשב את המהירות המשותפת לשק ולקליע, ברגע שבו הם החלו לנוע יחד (הנקודה הנמוכה ביותר של מסלול תנועתם יחד). (8 נקודות)
- ג. חשב את מהירות הקליע לפני פגיעתו בשק. (8 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת המורכבת ממשקולת שמסתה  $m = 0.8$  ק"ג התלויה על חוט (מטוטלת קונית).

המשקולת נעה במעגל אופקי. הזווית בין החוט ובין הציר הניצב למישור התנועה של המשקולת היא  $\alpha = 30^\circ$ . הזנח את מסת החוט.



א. העתק את התרשים למחברתך, וסמן בו באמצעות חצים את כל הכוחות הפועלים על המשקולת. בנוגע לכל אחד מהכוחות – ציין מי מפעיל אותו, ומהו כיוונו.

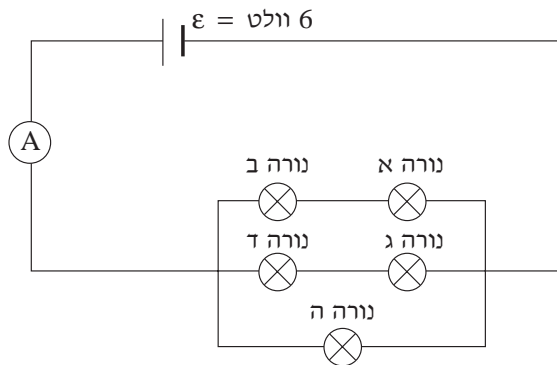
(7 נקודות)

ב. האם המשקולת מואצת? נמק. (8 נקודות)

ג. חשב את מתיחות החוט. (7 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

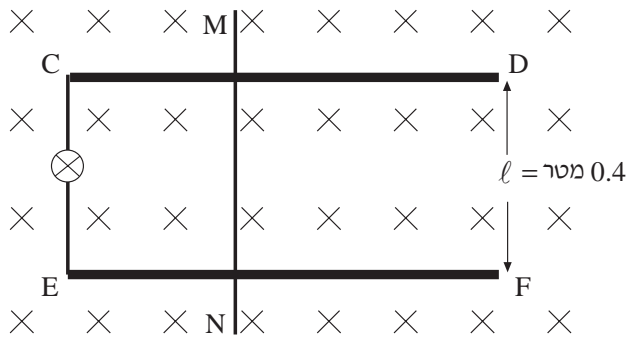
4. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי ובו מקור מתח שהכא"מ שלו  $\epsilon = 6$  וולט, אמפרמטר, תילים, וחמש נורות זהות המסומנות באותיות א-ה. על כל אחת מהנורות רשום  $6\text{ V}$ ,  $12\text{ W}$ . הנח כי ההתנגדות של כל נורה היא קבועה (אינה תלויה בטמפרטורה), וכי ההתנגדויות של מקור המתח, של האמפרמטר ושל התילים ניתנות להזנחה.



- א. חשב את הזרם שהאמפרמטר מראָה. (6 נקודות)
- ב. איזו נורה מאירה בעוצמת אור רבה יותר – נורה ד או נורה ה? נמק. (6 נקודות)
- ג. מהו הזרם שיראָה האמפרמטר, אם נורה ד "תישרף" (ייווצר נתק)? (5 נקודות)
- ד. האם עוצמת האור הנפלטת מנורה ה תשתנה בעקבות "שרפה" של נורה ד? נמק. (5 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

5. שתי מסילות מקבילות, CD ו- EF, שהמרחק ביניהן הוא 0.4 מטר  $\ell$ , מחוברות בקצוות C ו- E באמצעות תילים לנורה שרשום עליה 0.2 V. מוט מתכת, MN, מונח על המסילות בניצב להן באותו מישור (ראה תרשים). המערכת נמצאת בשדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B = 0.8$  טסלה וכיוונו "לתוך הדף".



א. באיזו מהירות יש להניע את המוט MN, כדי שהנורה תאיר באורה המלא?  
 (7 נקודות)

ב. מניעים את המוט ימינה ממנוחה בתאוצה  $a = \frac{4 \text{ מטר}}{2 \text{ שנייה}^2}$ , ובכל מהלך תנועתו המוט ניצב לשתי המסילות ונוגע בהן.

(1) מהו כיוון הזרם במוט MN? נמק. (7 נקודות)

(2) כאשר המתח בקצות הנורה מגיע ל- 0.3 וולט היא "נשרפת".

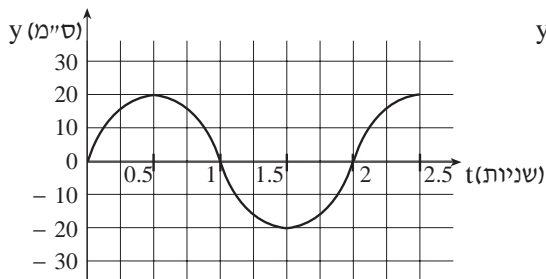
כעבור כמה זמן מתחילת התנועה של המוט הנורה "נשרפת"? (8 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

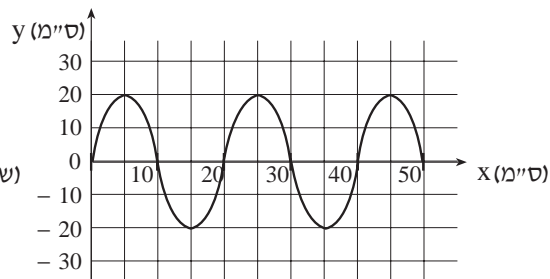
**פרק שני – קרינה וחומר** (34 נקודות)

ענה על שתיים מהשאלות 6-8 (לכל שאלה - 17 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

6. בחדר שבו נורה, מראה מישורית אנכית וקירות לבנים, עמדה נערה במרחק של 1 מטר מהמראה, וראתה את דמותה משתקפת במראה.
- א. תאר במילים את מהלך קרני האור המאפשר לנערה לראות את דמותה משתקפת במראה (מפליטת האור מהנורה עד הגעתו לעין של הנערה). (6 נקודות)
- ב. היכן מתקבלת דמות הנערה הנוצרת על ידי המראה? (5 נקודות)
- ג. כאשר הנערה מסתובבת ומסתכלת בקיר הלבן, אין היא רואה את דמותה משתקפת בקיר. הסבר מדוע. (6 נקודות)
7. נער מנדנד קצה של חבל אלסטי מתוח, ובחבל מתפשט גל מחזורי. תרשים א מתאר את ההעתקים של החבל ברגע מסוים. תרשים ב מתאר את מקום היד כפונקציה של הזמן.



תרשים ב

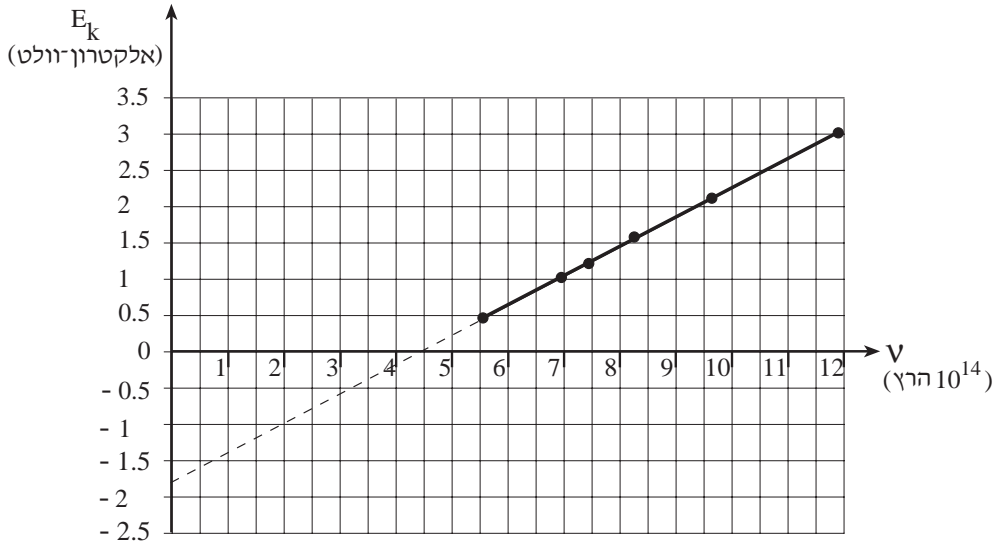


תרשים א

- א. מהי משרעת הגל המתפשט בחבל? נמק. (4 נקודות)
- ב. מהו אורך הגל המתפשט בחבל? נמק. (4 נקודות)
- ג. חשב את תדירות הגל המתפשט בחבל. (5 נקודות)
- ד. חשב את מהירות ההתפשטות של הגל בחבל. (4 נקודות)

/המשך בעמוד 8/

8. מקרינים מתכת מסוימת באלומות קרינה מונוכרומטיות, בזו אחר זו. בכל פעם מודדים את האנרגיה הקינטית של האלקטרונים שנעקרים מהמתכת. הגרף שלפניך מתאר את האנרגיה הקינטית,  $E_k$ , ביחידות eV (אלקטרון-וולט) כפונקציה של תדירות הקרינה  $\nu$  (ביחידות  $10^{14}$  הרץ).



- א. הסתמך על נוסחת איינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי, והסבר מדוע התקבל קו ישר. (5 נקודות)
- ב. התבסס על הגרף ומצא את:
- (1) פונקציית העבודה של המתכת. (6 נקודות)
  - (2) תדירות הסף של המתכת (התדירות המינימלית של קרינה שעוקרת אלקטרונים מן המתכת). (6 נקודות)

## בהצלחה!



## נתונים ונוסחאות בפיזיקה

נספח לבחינות הבגרות ברמה של 3 יח"ל

לשאלון מסי' 917091, 84

(החל בקיץ תשנ"ו)

### תוכן עניינים

| <u>עמוד</u> | <u>נושא</u>          | <u>עמוד</u> | <u>נושא</u>               |
|-------------|----------------------|-------------|---------------------------|
| 5           | קבועים בסיסיים       | 2           | מכניקה                    |
| 5           | פירוש קיצורי היחידות | 2           | קינמטיקה                  |
| 6           | קשרים בין יחידות     | 2           | דינמיקה                   |
| 6           | נוסחאות מתמטיות      | 2           | כבידה                     |
|             |                      | 2           | עבודה, אנרגיה והספק       |
|             |                      | 2           | מתקף ותנע                 |
|             |                      | 3           | חשמל ומגנטיות             |
|             |                      | 3           | אלקטרוסטטיקה              |
|             |                      | 3           | זרם חשמלי                 |
|             |                      | 3           | שדה מגנטי                 |
|             |                      | 3           | כא"מ מושרה                |
|             |                      | 4           | קרינה וחומר               |
|             |                      | 4           | תורת האור הגאומטרית       |
|             |                      | 4           | גלים ותורת האור הפיזיקלית |
|             |                      | 4           | פיזיקה מודרנית            |

## מכניקה

|                                                                   |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>עבודה, אנרגיה והספק</b>                                        |                                                       |
| $W = F \cos \theta \Delta s$                                      | עבודה של כוח קבוע                                     |
| $E_k = \frac{mv^2}{2}$                                            | אנרגיה קינטית                                         |
| $\Delta U_G = mg\Delta h$                                         | שינוי אנרגיה פוטנציאלית כובדית (שדה אחיד)             |
| $U_{sp} = \frac{1}{2} k(\Delta \ell)^2$ ( $U_{sp} = 0$ במצב רפוי) | אנרגיה פוטנציאלית אלסטית                              |
| $W_{כוללת} = \Delta E_k$                                          | משפט עבודה-אנרגיה                                     |
| $W = \Delta E$                                                    | עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים (E - אנרגיה מכנית כוללת) |
| $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$                                   | הספק ממוצע                                            |
| <b>מתקף ותנע</b>                                                  |                                                       |
| $\Sigma \vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{v})$                      | מתקף-תנע בכוח קבוע                                    |
| $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$   | שימור תנע                                             |
| $v_1 - v_2 = u_2 - u_1$                                           | בהתנגשות אלסטית חד-ממדית                              |

|                                                                                                   |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>קינמטיקה</b>                                                                                   |                     |
| $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$                                                                   | מהירות ממוצעת       |
| $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$                                                                   | תאוצה ממוצעת        |
| $v = v_0 + at$                                                                                    | תנועה שוות-תאוצה    |
| $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$                                                                |                     |
| $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} t$                                                                   |                     |
| $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$                                                                       |                     |
| <b>בתנועה מעגלית</b>                                                                              |                     |
| $a_R = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$                                                                | תאוצה מרכזית        |
| $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$                                                                |                     |
| מהירות של B ביחס ל-A                                                                              |                     |
| $\vec{v}_{B,A} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$                                                           |                     |
| <b>דינמיקה</b>                                                                                    |                     |
| $w = mg$                                                                                          | כוח הכובד           |
| $F = k\Delta \ell$                                                                                | חוק הוק (כוח אלסטי) |
| $f = \mu N$                                                                                       | חיכוך               |
| $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$                                                                       | החוק השני של ניוטון |
| <b>כבידה</b>                                                                                      |                     |
| $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$                                                                       | כוח הכבידה          |
| $\left(\frac{\bar{R}_1}{\bar{R}_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$ החוק השלישי של קפלר |                     |

## חשמל ומגנטיות

| שדה מגנטי                                                                                                                                                            | אלקטרוסטטיקה                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| כוח על מטען בשדה מגנטי<br>$F = qvB \sin \alpha$                                                                                                                      | חוק קולון (בריק)<br>$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$<br>$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ |
| כוח על תיל נושא זרם בשדה מגנטי<br>$F = I\ell B \sin \alpha$                                                                                                          | שדה חשמלי<br>$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$                                                                                |
| הכוח ליחידת אורך בין שני תיילים ארוכים מקבילים<br>$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{d}$<br>$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ | שדה בין לוחות קבל<br>$E = \frac{V}{d}$                                                                                    |
| <b>כא"מ מושרה</b>                                                                                                                                                    | <b>זרם חשמלי</b>                                                                                                          |
| כא"מ מושרה<br>$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}$                                                                                                                    | זרם קבוע<br>$I = \frac{q}{t}$                                                                                             |
| כא"מ מושרה בתיל מוליך<br>$\mathcal{E} = B\ell v \sin \alpha$                                                                                                         | חוק אום<br>$V = RI$                                                                                                       |
| כא"מ מושרה במחולל<br>$\mathcal{E} = NBA\omega \sin \omega t$                                                                                                         | התנגדות שקולה של שני נגדים בטור<br>$R = R_1 + R_2$<br>במקביל<br>$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$             |
| יחס ההשנאה של שנאי אידאלי<br>$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$                                                                                 | התנגדות של תיל<br>$R = \rho \frac{\ell}{A}$                                                                               |
|                                                                                                                                                                      | עבודת הזרם החשמלי<br>$W = VI t$                                                                                           |
|                                                                                                                                                                      | הספק<br>$P = VI$                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                      | מתח הדקים<br>$V = \mathcal{E} - rI$                                                                                       |

### קרינה וחומר

|                                        |                                                         |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| קווי מקסימום בסריג עקיפה               | $\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = n N^* \lambda$   |
| קווי צומת בעקיפה בסדק יחיד             | $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{w}$ |
| <b>פיזיקה מודרנית</b>                  |                                                         |
| אנרגיה של פוטון                        | $E = hv$                                                |
|                                        | $E \text{ (eV)} = \frac{12400}{\lambda \text{ (\AA)}}$  |
| אפקט פוטואלקטרי                        | $E_k = hv - B$                                          |
| הנחות בוהר                             | $m_e v_n r_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$                  |
|                                        | $hv =  E_f - E_i $                                      |
| רמות אנרגיה באטום מימן                 | $E_n = -\frac{R^*}{n^2} \quad (U_\infty = 0)$           |
|                                        | $R^* = 13.6 \text{ eV}$                                 |
| הרדיוסים של מסלולי האלקטרון באטום מימן | $r_n = r_1 n^2$                                         |
|                                        | $r_1 = 0.529 \text{ \AA}$                               |
| מסה-אנרגיה                             | $\Delta E = \Delta mc^2$                                |

|                                  |                                                                                           |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>תורת האור הגאומטרית</b>       |                                                                                           |
| עוצמת הארה                       | $I \propto \frac{1}{R^2}$                                                                 |
| <b>עדשות ומראות כדוריות</b>      |                                                                                           |
| נוסחת לוטשי העדשות               |                                                                                           |
|                                  | $\frac{1}{f} = \left(\frac{n}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ |
| מראות                            | $f = \frac{R}{2}$                                                                         |
|                                  | $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \quad S_o S_i = f^2$                             |
| הגדלה קווית                      | $m = \frac{H_i}{H_o} = \frac{ v }{ u } = \frac{f}{S_o} = \frac{S_i}{f}$                   |
| <b>גלים ותורת האור הפיזיקלית</b> |                                                                                           |
| מהירות גל מחזורי                 | $v = \lambda f$                                                                           |
| חוק השבירה                       | $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$                 |
| <b>התאבכות ועקיפה</b>            |                                                                                           |
| קווי צומת בהתאבכות משני מקורות   |                                                                                           |
|                                  | $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{d}$        |
| נוסחת יאנג                       | $\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$                                                  |
| קווי מקסימום (ליתר ממקור אחד)    |                                                                                           |
|                                  | $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{d}$                                   |

## קבועים בסיסיים

(ערכי הקבועים רשומים בדיוק נמוך מהדיוק הניסיוני הידוע, ומשמשים לבחינת בגרות.)

| <u>ערך</u>             | <u>יחידות</u>                 | <u>סימון</u> | <u>שם הקבוע</u>      |
|------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|
| $3 \times 10^8$        | $m \times s^{-1}$             | $c$          | מהירות האור בריק     |
| $1.257 \times 10^{-6}$ | $T \times m \times A^{-1}$    | $\mu_0$      | פרמיאביליות הריק     |
| $8.85 \times 10^{-12}$ | $F \times m^{-1}$             | $\epsilon_0$ | דיאלקטריות הריק      |
| $1.60 \times 10^{-19}$ | C                             | $e$          | מטען האלקטרון        |
| $6.63 \times 10^{-34}$ | $J \times s$                  | $h$          | קבוע פלאנק           |
| $4.14 \times 10^{-15}$ | $eV \times s$                 |              |                      |
| $6.67 \times 10^{-11}$ | $N \times m^2 \times kg^{-2}$ | $G$          | קבוע הגרביטציה       |
| $9.11 \times 10^{-31}$ | kg                            | $m_e$        | מסת מנוחה של אלקטרון |
| $1.67 \times 10^{-27}$ | kg                            | $m_p$        | מסת מנוחה של פרוטון  |
| $1.67 \times 10^{-27}$ | kg                            | $m_n$        | מסת מנוחה של נויטרון |

## פירוש קיצורי היחידות

|                     |     |                  |    |
|---------------------|-----|------------------|----|
| אלקטרון וולט        | eV  | מטר              | m  |
| מיליון אלקטרון וולט | MeV | אנגסטרם          | Å  |
| וט                  | W   | קילוגרם          | kg |
| קולון               | C   | גרם              | gr |
| אמפר                | A   | יחידת מסה אטומית | u  |
| אום                 | Ω   | שנייה            | s  |
| וולט                | V   | שעה              | h  |
| וובר                | Wb  | ניוטון           | N  |
| טסלה                | T   | ג'ול             | J  |
| הרץ                 | Hz  |                  |    |

## קשרים בין יחידות

| <u>אנרגיה</u>                                             | <u>אורך</u>                          |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ | $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ |
| $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$            |                                      |
| <u>מסה</u>                                                | <u>זמן</u>                           |
|                                                           | 1 שנה שמשית = 365.25 יממות           |
| $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$           | 1 שנה כוכבית = 366.25 יממות          |

## נוסחאות מתמטיות

|                                                        |               |            |              |
|--------------------------------------------------------|---------------|------------|--------------|
| $\frac{4}{3} \pi R^3$                                  | נפח כדור      | $2\pi R$   | היקף מעגל    |
| $\sin \theta \approx \text{tg } \theta \approx \theta$ | לזוויות קטנות | $\pi R^2$  | שטח עיגול    |
|                                                        |               | $4\pi R^2$ | שטח פני כדור |