

## פ י ז י ק ה ח ש מ ל

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:  $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$  נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון. (2) נספח נתונים ונוסחאות 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 מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
  - (3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .
  - (4) בחישובך השתמש בערך של  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

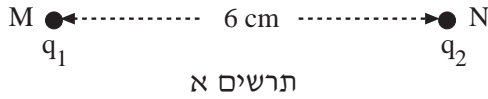
**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**ב ה צ ל ח ה !**

/המשך מעבר לדף/

## ה ש א ל ו ת

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. בתרשים א מוצגים שני גופים

נקודתיים טעונים, המוחזקים במנוחה

בנקודות M ו- N. מטעני הגופים

הם  $q_1 = q_2 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , והמרחק בין הנקודות הוא 6 cm.

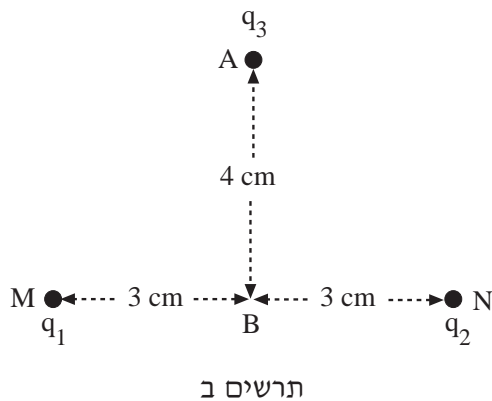
הפוטנציאל באינסוף נבחר כאפס.

א. האם לאורך הקטע MN יש נקודה שבה השדה החשמלי מתאפס? נמק.

(5 נקודות)

ב. האם לאורך הקטע MN יש נקודה שבה הפוטנציאל החשמלי מתאפס? נמק.

(5 נקודות)



נקודה B היא אמצע הקטע MN.

נקודה A נמצאת על האנך האמצעי

לקטע MN, במרחק 4 cm מ- B

(ראה תרשים ב).

מציבים בנקודה A גוף נקודתי

שמטענו  $q_3 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ומסתו  $m = 2 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$ 

ומחזיקים אותו במנוחה.

ג. חשב את האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של הגוף שמטענו  $q_3$ 

בהיותו בנקודה A. (10 נקודות)

משחררים ממנוחה את הגוף שמטענו  $q_3$  הנמצא בנקודה A. הזנח את כוח הכובד הפועל עליו.

ד. (1) חשב את הגודל של מהירות הגוף בהגיעו לנקודה B. (5 נקודות)

(2) תלמיד טוען שהמהירות הגדולה ביותר של הגוף לאורך מסלול תנועתו היא

בהגיעו לנקודה B. האם טענתו נכונה? נמק. ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 3/

2. א. על נורה חשמלית רשום  $6V$ ,  $3W$ . הסבר את המשמעות של נתונים אלה. (4 נקודות)

לרשותו של תלמיד שתי נורות שיש להן התכונות המצוינות בסעיף א, סוללה של  $6V$  שהתנגדותה הפנימית זניחה, סוללה של  $12V$  שהתנגדותה הפנימית זניחה, תילים מוליכים ומפסקים.

התלמיד התבקש לבנות באמצעות הציוד המפורט לעיל (ובאמצעותו בלבד) פנס ובו שני מצבי תאורה: תאורה נמוכה עם נורה אחת ותאורה גבוהה עם שתי נורות. על הפנס לקיים את הדרישה שהנורות יאירו באורך המלא בכל אחד משני מצבי התאורה. הנח שהתנגדות הנורות קבועה (אינה תלויה בטמפרטורה).  
לבניית הפנס התלמיד בחר את האפשרויות (1)-(4) שלפניך.

אפשרות מס'	מקור המתח	חיבור הנורות
(1)	סוללה של $6V$	2 הנורות בטור זו עם זו
(2)	סוללה של $6V$	2 הנורות במקביל זו לזו
(3)	סוללה של $12V$	2 הנורות בטור זו עם זו
(4)	סוללה של $12V$	2 הנורות במקביל זו לזו

התלמיד בחר לבנות את הפנס לפי אפשרות (2).

ב. חשב את הזרם העובר דרך הסוללה כאשר:

(i) רק נורה אחת מאירה.

(ii) 2 הנורות מאירות.

(12 נקודות)

ג. הסבר מדוע אפשרויות (1), (3) ו-(4) אינן מתאימות לבניית פנס שיפעל כנדרש

לעיל. (12 נקודות)

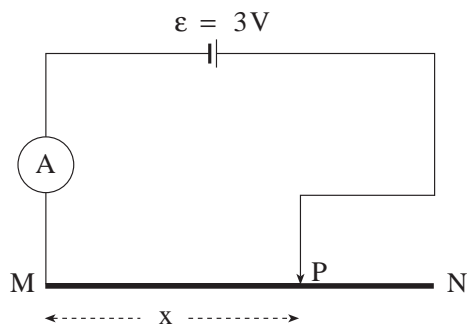
ד. לשתי נורות שונות (למשל האחת נורת להט והאחרת נורה פלואורסצנטית) יש

הספקים שווים, ושתיהן מאירות באורך המלא.

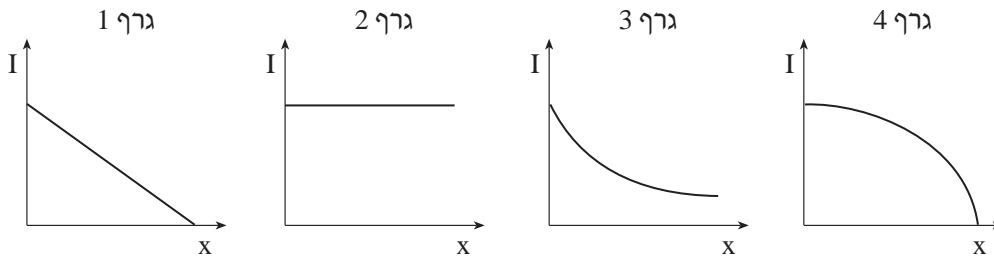
האם ייתכן שנורה אחת מאירה חזק יותר מהאחרת? הסבר. ( $\frac{1}{3}$  5 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. תלמיד בנה מעגל חשמלי, כמתואר בתרשים שלפניך, הכולל: מקור מתח שהכא"מ שלו  $3V$  והתנגדותו הפנימית אינה ידועה; תילים מוליכים שהתנגדותם זניחה; אמפרמטר אידאלי A; תיל אחיד MN שהתנגדותו אינה זניחה ואורכו  $1$  מטר. P הוא מגע נייד שאפשר להזיז לאורך התיל MN.  $x$  הוא אורך הקטע MP של התיל. התלמיד שינה כמה פעמים את מקומו של המגע הנייד P לאורך התיל (את האורך  $x$ ), ובכל פעם מדד את הזרם I. כאשר  $x$  היה שווה לאפס, הוראת האמפרמטר הייתה  $3A$ .



- א. איזה מבין הגרפים 1-4 שלפניך מתאר בצורה נכונה את עוצמת הזרם I כפונקציה של  $x$ ? הסבר. (8 נקודות)



- ב. חשב את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח. (5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

+

+

ג. עבור  $x = 0.1 \text{ m}$  הוראת האמפרמטר הייתה  $1.5 \text{ A}$ .

(1) חשב את עוצמת הזרם במעגל כאשר  $x = 1 \text{ m}$ . (5 נקודות)

(2) חשב את המתח בין  $M$  ל- $P$  כאשר  $x = 1 \text{ m}$ . (5 נקודות)

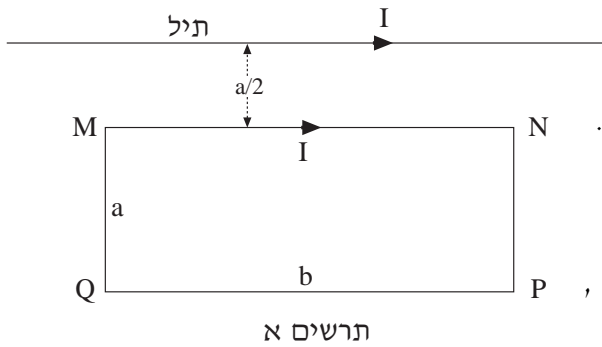
התלמיד חזר על הניסוי עם תיל אחר (במקום התיל  $MN$ ), שגם אורכו  $1 \text{ m}$  והוא עשוי מאותו חומר כמו התיל  $MN$ , אך שטח החתך שלו קטן מזה של התיל  $MN$ .

ד. עבור  $x = 0$ , האם הוראת האמפרמטר בניסוי עם התיל השני הייתה גדולה מזו שבניסוי עם התיל הראשון, קטנה ממנה או שווה לה? נמק. (4 נקודות)

ה. עבור  $x = 1 \text{ m}$ , האם הוראת האמפרמטר בניסוי עם התיל השני הייתה גדולה מזו שבניסוי עם התיל הראשון, קטנה ממנה או שווה לה? נמק. ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)

+

+



תרשים א

4. מסגרת מוליכה מלבנית MNPQ מונחת על לוח אופקי.

אורכי צלעות המסגרת הם  $a$  ו- $b$ .

המסגרת מחוברת למקור מתח, באופן שזרם בה זרם  $I$ .

תיל ישר וארוך, שגם בו זרם זרם  $I$ , נמצא על הלוח במקביל לצלע MN של המסגרת, ובמרחק  $a/2$  ממנה.

בתרשים א שלפניך מתוארת באופן סכמטי המערכת ממבט על.

נתון:  $I = 30 \text{ A}$ ,  $a = 2 \text{ cm}$ ,  $b = 18 \text{ cm}$ .

א. חשב את הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון) הפועל על המסגרת MNPQ.

(10 נקודות)

ב. הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך לחשב את הכוחות המגנטיים שהתיל מפעיל על הצלעות MQ ו-NP.

(5 נקודות)

ג. הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך להתחשב בכוחות המגנטיים שצלעות המסגרת מפעילות זו על זו.

(5 נקודות)

ד. מצא את הגודל ואת הכיוון של הכוח המגנטי, שהמסגרת מפעילה על התיל.

(6 נקודות)

ה. מסלקים את המסגרת מהמערכת, ועל הלוח נשאר התיל בלבד.

מבין האפשרויות (1)-(6) שלפניך, מהו הכיוון של השדה המגנטי בנקודה A

הנמצאת מעל התיל? (ראה תרשים ב)

(1) כיוון x

(2) כיוון -x

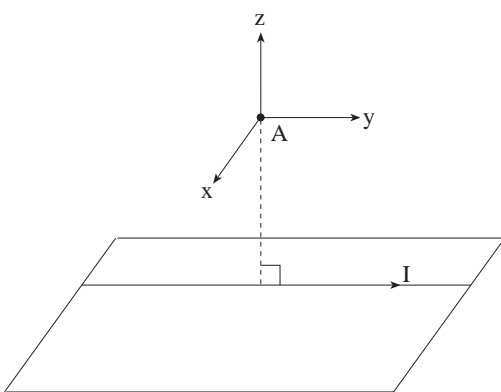
(3) כיוון y

(4) כיוון -y

(5) כיוון z

(6) כיוון -z

(7  $\frac{1}{3}$  נקודות)



תרשים ב

/המשך בעמוד 7/

5.

תלמיד חיבר למקור מתח סילונית שאורכה 0.4 מטר, נגד משתנה ואמפרמטר. הוא מדד את עוצמת השדה המגנטי במרכז הסילונית כפונקציה של עוצמת הזרם שעבר בה. תוצאות המדידות מופיעות בטבלה שלפניך.

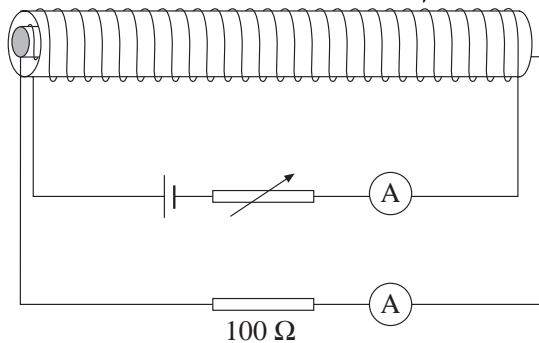
I (A)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
B (T)	$3.14 \times 10^{-3}$	$6.29 \times 10^{-3}$	$9.41 \times 10^{-3}$	$12.57 \times 10^{-3}$	$15.71 \times 10^{-3}$	$18.83 \times 10^{-3}$

א. סרטט גרף של עוצמת השדה המגנטי, B, כפונקציה של עוצמת הזרם, I, בסילונית. (7 נקודות)

ב. (1) מצא בעזרת הגרף שסרטטת את צפיפות הליפופים (מספרם ליחידת אורך) בסילונית. (5 נקודות)

(2) מהו מספר הליפופים בסילונית? (2 נקודות)

התלמיד השחיל בסילונית זו סילונית נוספת, שאורכה ומספר הליפופים בה זהים לאלה של הסילונית הראשונה, ורדיוסה 0.015 מטר. לשתי הסילוניות התנגדות זניחה. התלמיד חיבר את הסילונית הפנימית לנגד של  $100 \Omega$  ולאמפרמטר. הנח כי השדה המגנטי אחיד לכל אורך הסילונית. המערכת מתוארת בתרשים שלפניך.



ג. התלמיד שינה את השדה המגנטי בסילונית החיצונית בקצב קבוע במשך 3 שניות מאפס עד ערך מקסימלי של  $18.83 \times 10^{-3} \text{ T}$ . מצא את עוצמת הזרם שזרם בסילונית הפנימית בפרק זמן זה. הזנח את ההשראה העצמית של הסילונית. (12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 8/

+

+

פיזיקה, קיץ תשס"ו, מס' 917521, 652 + נספח

- 8 -

ד. הסילונית החיצונית מלופפת באופן שהשדה המגנטי שבה מכיוון ימינה. הסילונית

הפנימית מלופפת באותה מגמה.

מהו כיוון הזרם בנגד המחובר לסילונית הפנימית, בזמן שינוי השדה המגנטי

המתואר בסעיף ג – ימינה או שמאלה? נמק.  $(7\frac{1}{3}$  נקודות)

### **ב ה צ ל ח ה !**

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

+

+



## נתונים ונוסחאות בפיזיקה

נספח לבחינות הבגרות ברמה של 5 יח"ל

לשאלונים מס' 917531, 917521, 917551, 85, 98, 917554, 917553

(החל בקיץ תשנ"ו)

### תוכן עניינים

<u>עמוד</u>	<u>נושא</u>	<u>עמוד</u>	<u>נושא</u>
7	פיזיקה מודרנית	2	מכניקה
8	אסטרופיזיקה	2	קינמטיקה
8	תורת היחסות	2	דינמיקה
8	קינמטיקה	2	עבודה, אנרגיה והספק
8	חוקי השימור	2	מתקף ותנע
9	תרמודינמיקה	2	מודל של גז אידיאלי
9	נוזלים וגזים	2	תנועות מחזוריות
9	כאוס	2	תנועה מעגלית
10	קבועים בסיסיים	3	תנועה הרמונית
10	פירוש קיצורי היחידות	3	כבידה
11	קשרים בין יחידות	3	מכניקה של גוף קשיח
11	נוסחאות מתמטיות	4	חשמל ומגנטיות
12	נתונים הקשורים בשמש ובירח	4	אלקטרוסטטיקה
12	נתונים הקשורים בכוכבי הלכת	4	זרם חשמלי
12	המסות של חלקיקים ואטומים אחדים	4	שדה מגנטי
		5	כא"מ מושרה
		5	מעגלי זרם חילופין
		6	קרינה וחומר
		6	תורת האור הגאומטרית
		6	גלים ותורת האור הפיזיקלית

## מכניקה

אנרגיה פוטנציאלית אלסטית (במצב רפוי $U_{sp} = 0$ ) $U_{sp} = \frac{1}{2} k(\Delta\ell)^2$	
משפט עבודה-אנרגיה	$W_{כוללת} = \Delta E_k$
עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים ( $E$ - אנרגיה מכנית כוללת) $W = \Delta E$	
הספק רגעי	$P = \frac{dW}{dt}$
הספק מכני רגעי	$P = Fv \cos\theta$
<b>מתקף ותנע</b>	
מתקף-תנע	$\int_{t_1}^{t_2} \Sigma \vec{F} dt = \Delta(m\vec{v})$
כוח קבוע	$\Sigma \vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{v})$
שימור תנע	$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$
בהתנגשות אלסטית חד-ממדית $v_1 - v_2 = u_2 - u_1$	
<b>מודל של גז אידיאלי</b>	
האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת גז אידיאלי $\epsilon_k = \frac{3}{2} kT$	
משוואת המצב של גז אידיאלי $pV = nRT$	
החוק הראשון של התרמודינמיקה $\Delta U = Q - W$	
<b>תנועות מחזוריות</b>	
$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	
<b>תנועה מעגלית</b>	
מהירות זוויתית	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$
תאוצה מרכזית	$a_R = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

<b>קינמטיקה</b>	
מהירות רגעית	$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$
תאוצה רגעית	$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
תנועה שוות-תאוצה	$v = v_0 + at$
	$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$
	$x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} t$
	$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$
מהירות של B ביחס ל- A $\vec{v}_{B,A} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$	
<b>דינמיקה</b>	
כוח הכובד	$w = mg$
חוק הוק (כוח אלסטי)	$F = k\Delta\ell$
חיכוך סטטי	$f_s \leq \mu_s N$
חיכוך קינטי	$f_k = \mu_k N$
החוק השני של ניוטון	$\Sigma \vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
צפיפות	$\rho = \frac{m}{V}$
<b>עבודה, אנרגיה והספק</b>	
עבודה	$W = \int_{s_1}^{s_2} F \cos \theta ds$
עבודה של כוח קבוע	$W = F \cos \theta \Delta s$
אנרגיה קינטית	$E_k = \frac{mv^2}{2}$
שינוי אנרגיה פוטנציאלית כובדית (שדה אחיד) $\Delta U_G = mg\Delta h$	

$\tau = r F \sin \theta$	מומנט של כוח	$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
החוק השני של ניוטון לתנועה סיבובית		
$\Sigma \tau = I \alpha$		
$\bar{x} = \frac{\Sigma m_i x_i}{M}$	מרכז מסה	$\bar{y} = \frac{\Sigma m_i y_i}{M}$
$I = \Sigma m_i r_i^2$	מומנט התמדה	
$I = \int r^2 dm$		
מומנט התמדה לגבי ציר סימטריה		
$\frac{1}{12} mL^2$	מוט	
$\frac{1}{2} mR^2$	גליל מלא	
$mR^2$	קליפה גלילית	
$\frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$	טבעת גלילית	
$\frac{2}{3} mR^2$	קליפה כדורית	
$\frac{2}{5} mR^2$	כדור מלא	
$I = I_{c.m.} + ms^2$	משפט שטיינר	
זמן מחזור של מטוטלת פיזיקלית		
$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgs}}$		
$\Omega = \frac{\tau}{I\omega}$	נקיפה (פרצסיה)	
$E_k = \frac{I\omega^2}{2}$	אנרגיה קינטית סיבובית	
$W = \tau \theta$	עבודה	
$P = \tau \omega$	הספק	
$\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$	תנע זוויתי של גוף נקודתי	
$\vec{L} = I\vec{\omega}$	תנע זוויתי	
$\vec{\tau} \Delta t = \Delta \vec{L}$	מתקף זוויתי – תנע זוויתי	

<b>תנועה הרמונית</b>	
$-kx = m\ddot{x}$	משוואת התנועה
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	
	פונקציית "מקום-זמן"
$x = A \cos(\omega t + \phi)$	
$v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$	מהירות
$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$	
$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$	תאוצה
$a = -\omega^2 x$	
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	זמן המחזור
$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$	מטוטלת פשוטה
<b>כבידה</b>	
$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	כוח הכבידה
	אנרגיה פוטנציאלית כובדית
$U_G = -\frac{GMm}{r}$	$(U_G(\infty) = 0)$
$\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$	החוק השלישי של קפלר
	אנרגיה של לוויין במסלול מעגלי
$E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$	קינטית
$E = -\frac{GMm}{2r}$	כוללת
<b>מכניקה של גוף קשיח</b>	
$\omega = \frac{d\theta}{dt}$	מהירות זוויתית
$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	תאוצה זוויתית

## חשמל ומגנטיות

$W = VI t$	עבודת הזרם החשמלי
$P = VI$	הספק
$V = \mathcal{E} - rI$	מתח הדקים
$\Sigma I = 0$	חוקי קירכהוף
$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma IR$	
$i = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$	זרם רגעי בקבל
<b>שדה מגנטי</b>	
כוח על מטען בשדה מגנטי	
$F = qv B \sin \alpha$	
$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$	
כוח על תיל נושא זרם בשדה מגנטי	
$F = I \ell B \sin \alpha$	
הכוח ליחידת אורך בין שני תיילים ארוכים מקבילים	
$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{d}$	
$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$	
<b>שדה מגנטי</b>	
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$	סביב תיל ישר וארוך
$B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$	במרכז סליל מעגלי דק (בעל רדיוס $R$ ו- $N$ כריכות)
$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell}$	בתוך סילוניית ארוכה (בעלת אורך $\ell$ ו- $N$ כריכות)

<b>אלקטרוסטטיקה</b>	
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	חוק קולון (בריק)
$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$	
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	שדה חשמלי
שדה חשמלי סביב מטען נקודתי	
$E = k \frac{q}{r^2}$	
$W = Vq$	עבודה חשמלית
פוטנציאל חשמלי סביב מטען נקודתי ( $V_\infty = 0$ )	
$V = k \frac{q}{r}$	
$U = \frac{1}{2} q V$	אנרגיה של מוליך טעון
$C = \frac{q}{V}$	הגדרת הקיבול
$C = \frac{\epsilon A}{d}$	קיבול של קבל לוחות
$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$	
$E = \frac{V}{d}$	שדה בין לוחות קבל
$U = \frac{1}{2} CV^2$	אנרגיה של קבל טעון
<b>זרם חשמלי</b>	
$i = \frac{dq}{dt}$	זרם רגעי
$V = RI$	חוק אום
$R = \rho \frac{\ell}{A}$	התנגדות של תיל
התנגדות שקולה של נגדים בטור	
$R = \Sigma R_i$	
התנגדות שקולה של נגדים במקביל	
$\frac{1}{R} = \Sigma \frac{1}{R_i}$	

עכבה במעגל RLC מקבילי	$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$
זווית המופע במעגל RLC טורי	$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}$
זווית המופע במעגל RLC מקבילי	$\tan \phi = \frac{\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}}{\frac{1}{R}}$
הספק ממוצע	$P = VI \cos \phi$
תדירות עצמית של מעגל LC	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
גורם האיכות	$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$
גורם האיכות במעגל RLC טורי	$Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$

<b>כא"מ מושרה</b>	
כא"מ מושרה	$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}$
כא"מ מושרה בתיל מוליך	$\mathcal{E} = B\ell v \sin \alpha$
כא"מ מושרה עצמית	$\mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$
כא"מ מושרה במחולל	$\mathcal{E} = NBA\omega \sin \omega t$
האנרגיה האגורה במשון	$U = \frac{1}{2} Li^2$
יחס ההשנאה של שנאי אידאלי	$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$
<b>מעגלי זרם חילופין</b>	
מתח חילופין	$v = V_0 \sin \omega t$
זרם חילופין	$i = I_0 \sin(\omega t - \phi)$
ערכים אפקטיביים	$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad V = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$
היגב קיבולי	$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$
היגב השראתי	$X_L = \omega \cdot L$
"חוק אוהם"	$I = \frac{V}{Z}$
עכבה במעגל RLC טורי	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

## קרינה וחומר

גלים ותורת האור הפיזיקלית	
$v = \lambda f$	מהירות גל מחזורי
$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$	חוק השבירה
גל עומד במיתר שקצותיו קשורים $\ell = n \frac{\lambda}{2}$	
<b>התאבכות ועקיפה</b>	
קווי צומת בהתאבכות משני מקורות	
$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n + p - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{d}$	
$\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$	נוסחת יאנג
קווי מקסימום (ליותר ממקור אחד)	
$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n + p) \frac{\lambda}{d}$	
קווי מקסימום בסריג עקיפה	
$\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = n N^* \lambda$	
קווי צומת בעקיפה בסדק יחיד	
$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{w}$	

תורת האור הגאומטרית	
$I \propto \frac{1}{R^2}$	עוצמת הארה
<b>עדשות ומראות כדוריות</b>	
נוסחת לוטשי העדשות	
$\frac{1}{f} = \left( \frac{n}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$	
$f = \frac{R}{2}$	מראות
$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$	$S_o S_i = f^2$
$m = \frac{H_i}{H_o} = \frac{ v }{ u } = \frac{f}{S_o} = \frac{S_i}{f}$	הגדלה קווית
$\mu = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_o}$	הגדלה זוויתית
$\mu_{max} = \frac{d}{f} + 1$	זכוכית מגדלת
$\mu_{min} = \frac{d}{f}$	

$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	עקרון האי-ודאות
$\Delta E = \Delta mc^2$	מסה-אנרגיה
דעיכה של מקור רדיואקטיבי	
$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$	$\lambda$ – קבוע הדעיכה
$N = N_0 e^{-\lambda t}$	
פעילות של מקור רדיואקטיבי	
$R = \lambda N$	
$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$	זמן מחצית החיים

<b>פיזיקה מודרנית</b>	
$E = h\nu$	אנרגיה של פוטון
$E \text{ (eV)} = \frac{12400}{\lambda \text{ (Å)}}$	
$E_k = h\nu - B$	אפקט פוטואלקטרי
$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$	נוסחת דה-ברויי
$m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$	הנחות בוהר
$h\nu =  E_f - E_i $	
רמות אנרגיה באטום מימן	
$E_n = -\frac{R^*}{n^2}$	$(U_\infty = 0)$
$R^* = \frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{h^2} = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2}$	
$R^* = 13.6 \text{ eV}$	
רדיוסים של מסלולי האלקטרון באטום מימן	
$r_n = r_1 n^2$	
$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2}$	
$r_1 = 0.529 \text{ Å}$	

## אסטרופיזיקה

$\ell = \frac{\ell_0}{\gamma}$	התקצרות האורך
$\Delta t = \gamma \Delta t_0$	התארכות הזמן
	טרנספורמציות מהירויות
$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - v \frac{u_x}{c^2}}$	
<b>חוקי השימור</b>	
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	הגדרה
	$v$ - מהירות החלקיק
$m = \gamma m_0$	מסה
$E_k = m_0 c^2 (\gamma - 1)$	אנרגיה קינטית
$E_0 = m_0 c^2$	אנרגיית מנוחה
$E = m_0 c^2 + E_k = mc^2$	אנרגיה כוללת
$p = mv = \gamma m_0 v$	תנע
$E^2 = (pc)^2 + (m_0 c^2)^2$	תנע ואנרגיה
$p = \frac{Ev}{c^2}$	

משוואת שיווי-המשקל ההידרוסטטי	
$\frac{dp(r)}{dr} = -G \frac{M(r) \rho(r)}{r^2}$	
$\lambda_{max} \cdot T = \alpha$	חוק ההעתק של וין
$I = \sigma T^4$	חוק סטפן-בולצמן
	הספק הקרינה של כוכב
$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$	(בהירות, נהירות)
$S = \frac{L}{4\pi r^2}$	שטף הקרינה של כוכב
$v = H_0 \cdot r$	חוק הֶבֶל
$z = \frac{\lambda_0 - \lambda_s}{\lambda_s} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$	אפקט דופלר

## תורת היחסות

<b>קינמטיקה</b>	
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	הגדרה
	$v$ - מהירות בכיוון $x$ של מערכת ייחוס
	$(x', y', z')$ ביחס למערכת ייחוס $(x, y, z)$
	טרנספורמציות לורנץ
$x' = \gamma(x - vt)$	
$y' = y$	$z' = z$
$t' = \gamma(t - v \frac{x}{c^2})$	



## תרמודינמיקה

$\Delta S \geq 0$	אנטרופיה
	בתהליכים הפיכים
$dS = \frac{dQ}{T}$	$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$
$\Delta S = nc_v \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1}$	

## נוזלים וגזים

$p = \frac{F}{A}$	לחץ
$p = \rho gh$	לחץ הידרוסטטי
$F = V\rho g$	כוח עילוי (סטטי)
$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{קבוע}$	חוק ברנולי
$Av = \text{קבוע}$	נוסחת הרציפות
$pV = nRT$	משוואת המצב של גז אידיאלי

## כאוס

	קבוע פיינגנבאום
$\delta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n - a_{n-1}}{a_{n+1} - a_n} = 4.669\dots$	
	מעריך ליאפונוב $\lambda$
$\Delta_n = \Delta_0 e^{\lambda n}$ $\Delta(t) = \Delta(0) e^{\lambda t}$	
$D = \frac{\log N}{\log a}$	ממד פרקטלי

	משוואת המצב של גז אידיאלי
$pV = nRT$	
	קיבולי חום מולריים של גז אידיאלי
$c_p - c_v = R$	
	למול אחד של גז אידיאלי חד-אטומי
$\bar{E}_k = \frac{3}{2}RT = c_v T$	
$c_v = \frac{3}{2}R$ $c_p = \frac{5}{2}R$	
$\frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{5}{3}$	
	למול אחד של גז אידיאלי דו-אטומי
$\bar{E}_k = \frac{5}{2}RT = c_v T$	
$c_v = \frac{5}{2}R$ $c_p = \frac{7}{2}R$	
$\frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{7}{5}$	
	החוק הראשון של התרמודינמיקה
$\Delta U = Q - W$	
	תהליך איזותרמי הפיך בגזים אידיאליים
$\Delta U = 0$	
$Q = W = nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$	
	תהליך אדיאבטי הפיך בגזים אידיאליים
$Q = 0$	
$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$	
$\eta = \frac{W}{Q} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	נצילות תרמודינמית

## קבועים בסיסיים

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

ערב	יחידות	סימון	שם הקבוע
$3 \times 10^8$	$m \times s^{-1}$	$c$	מהירות האור בריק
$1.257 \times 10^{-6}$	$H \times m^{-1}$	$\mu_0$	פרמיאביליות הריק
$8.85 \times 10^{-12}$	$F \times m^{-1}$	$\epsilon_0$	דיאלקטרייות 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
$6.02 \times 10^{23}$	$mol^{-1}$	$N_A$	קבוע אבוגדרו
$1.38 \times 10^{-23}$	$J \times K^{-1}$	$k$	קבוע בולצמן
8.31	$J \times K^{-1} \times mol^{-1}$	$R$	קבוע הגזים
$5.67 \times 10^{-8}$	$W \times m^{-2} \times K^{-4}$	$\sigma$	קבוע סטפן
$2.90 \times 10^{-3}$	$m \times K$	$\alpha$	קבוע וין
$5 \times 10^4$	$m \times s^{-1} \times Mpc^{-1}$	$H_0$	קבוע הבל

## פירוש קיצורי היחידות

אמפר	A	ניוטון	N	פרסק	pc
אום	$\Omega$	ג'ול	J	שנת אור	ly
וולט	V	אלקטרון וולט	eV	יחידה אסטרונומית	AU
ובר	Wb	מיליון אלקטרון וולט	MeV	מטר	m
טסלה	T	וט	W	אנגסטרם	Å
גאוס	G	מול	mol	קילוגרם	kg
הנרי	H	מעלות צלזיוס	°C	גרם	gr
הרץ	Hz	מעלות קלווין	K	יחידת מסה אטומית	u
פסקל	Pa	קולון	C	שנייה	s
		פרד	F	שעה	h

## קשרים בין יחידות

### אנרגיה

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

### שדה מגנטי

$$1 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$$

### תנע

$$1 \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{s}} = 1.87 \times 10^{21} \frac{\text{MeV}}{c}$$

### לחץ

$$1 \text{ אטמוספירה} = 1.01 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

מעבר ממעלות קלווין למעלות צלזיוס

$$t_C = T - 273$$

### אורך

$$1 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ ly} = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$$

$$1 \text{ pc} = 3.26 \text{ ly}$$

$$= 206265 \text{ AU}$$

$$= 3.08 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

### זמן

$$1 \text{ שנה שמשית} = 365.25 \text{ יממות}$$

$$1 \text{ שנה כוכבית} = 366.25 \text{ יממות}$$

### מסה

$$1 \text{ u} = 931.494 \frac{\text{MeV}}{c^2} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

## נוסחאות מתמטיות

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \quad \text{נפח כדור}$$

$$\sin \theta \approx \text{tg } \theta \approx \theta \quad \text{לזוויות קטנות}$$

$$2\pi R \quad \text{היקף מעגל}$$

$$\pi R^2 \quad \text{שטח עיגול}$$

$$4\pi R^2 \quad \text{שטח פני כדור}$$

### נתונים הקשורים בשמש ובירח

זמן מחזור (יממות)	רדיוס מסלול ממוצע (m)	רדיוס (m)	מסה (kg)	
-----	-----	$6.96 \times 10^8$	$1.99 \times 10^{30}$	שמש
27.3	$3.84 \times 10^8$	$1.74 \times 10^6$	$7.35 \times 10^{22}$	ירח

### נתונים הקשורים בכוכבי הלכת

זמן מחזור (שנים)	רדיוס מסלול ממוצע ( $10^6$ km)	רדיוס ( $10^6$ m)	מסה ( $10^{24}$ kg)	כוכב לכת
0.2408	57.9	2.44	0.330	כוכב חמה (Mercury)
0.6152	108.2	6.05	4.869	נוגה (Venus)
1.00	149.6	6.38	5.974	ארץ (Earth)
1.881	227.9	3.4	0.642	מאדים (Mars)
11.86	778.3	71.4	1899.1	צדק (Jupiter)
29.46	1427.0	60.0	568.6	שבתאי (Saturn)
84.01	2871.0	26.1	86.98	אורנוס (Uranus)
164.8	4497.1	24.3	103	נפטון (Neptun)
248.4	5913.5	1.5 - 1.8	0.012	פלוטו (Pluto)

### המסות של חלקיקים ואטומים אחדים

המסה ב- u	האטום	המסה ב- $\frac{\text{MeV}}{c^2}$	המסה ב- u	החלקיק
1.007825	מימן $^1\text{H}$	0.511	0.000549	אלקטרון
2.014101	דויטריום $^2\text{H}$	938.272	1.007276	פרוטון
4.00260	הליום $^4\text{He}$	939.566	1.008665	נויטרון
7.01601	ליתיום $^7\text{Li}$			
12.00000	פחמן $^{12}\text{C}$			
14.00307	חנקן $^{14}\text{N}$			
15.99491	חמצן $^{16}\text{O}$			