

פ י ז י ק ה

ח ש מ ל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה וחצי.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות. $100 = 33\frac{1}{3} \times 3$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
 - 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-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
 - בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך ניתן להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g , קבוע הכבידה העולמי G .
 - בחישובך השתמש בערך של 10 m/s^2 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 שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

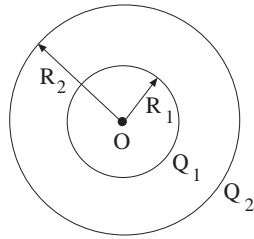
ב ה צ ל ח ה !

/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. קליפה כדורית (כדור חלול) שרדיוסה R_1 נמצאת בתוך קליפה כדורית שרדיוסה R_2 , ולשתי הקליפות מרכז משותף O (ראה תרשים).
 הקליפה הפנימית טעונה במטען חשמלי חיובי Q_1 , והקליפה החיצונית טעונה במטען חשמלי חיובי Q_2 . שתי הקליפות עשויות מחומר מוליך.



- א. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הגודל של השדה החשמלי הכולל ששתי הקליפות יוצרות בכל אחת משלוש הנקודות (1)-(3):

- (1) הנקודה O . (4 נקודות)
- (2) נקודה הנמצאת מחוץ לקליפה הפנימית, אך קרובה אליה מאוד (מרחקה מ- O ייחשב ל- R_1). (4 נקודות)
- (3) נקודה הנמצאת מחוץ לקליפה החיצונית, אך קרובה אליה מאוד (מרחקה מ- O ייחשב ל- R_2). (4 נקודות)

- ב. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הפוטנציאל החשמלי הכולל ששתי הקליפות יוצרות בכל אחת משלוש הנקודות (1)-(3):

- (1) הנקודה O . (4 נקודות)
- (2) נקודה על פני הקליפה הפנימית. (4 נקודות)
- (3) נקודה על פני הקליפה החיצונית. (4 נקודות)

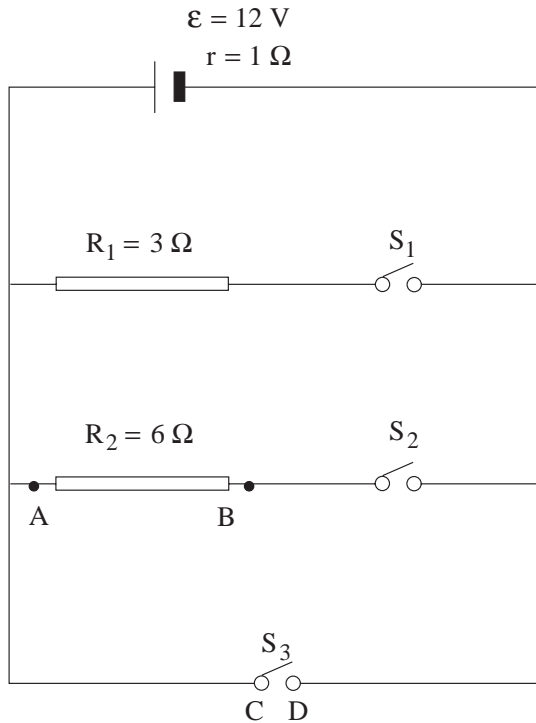
- ג. על איזו משתי הקליפות הפוטנציאל החשמלי גדול יותר? נמק. (3 נקודות)

- ד. מחברים את שתי הקליפות באמצעות תיל מוליך דק שהתנגדותו זניחה, ולכן חלקיקים טעונים יכולים לעבור ביניהן.

- בטא, באמצעות נתוני השאלה, את המטען החשמלי על כל אחת משתי הקליפות לאחר שנפסק הזרם בתיל. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 3/

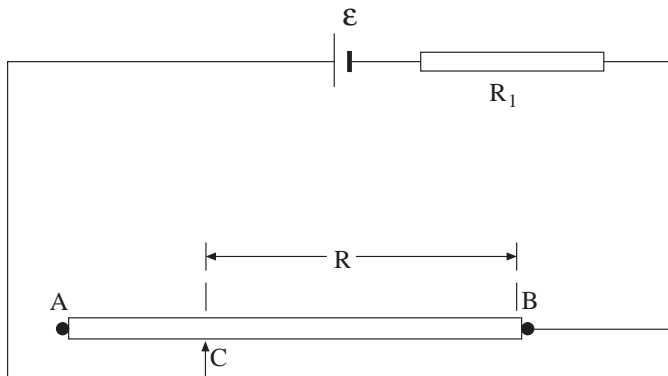
2. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 12 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית $r = 1 \Omega$; שני נגדים שהתנגדותיהם $R_1 = 3 \Omega$ ו- $R_2 = 6 \Omega$; שלושה מתגים S_1 , S_2 ו- S_3 ; תילים מוליכים שהתנגדותם זניחה.



- א. מהו מתח ההדקים כאשר שלושת המתגים פתוחים (ראה תרשים)? (5 נקודות)
- ב. סוגרים את שני המתגים S_1 ו- S_2 , ומשאירים את המתג S_3 פתוח. מצא את:
- (1) מתח ההדקים של מקור המתח. (11 נקודות)
 - (2) המתח בין הנקודות A ו- B המסומנות בתרשים. נמק את קביעתך. (4 נקודות)
 - (3) המתח בין הנקודות C ו- D המסומנות בתרשים. נמק את קביעתך. (4 נקודות)
- ג. סוגרים גם את המתג S_3 (המתגים S_1 ו- S_2 נשארים סגורים).
- (1) חשב את הזרם העובר במקור המתח. (6 נקודות)
 - (2) מהו מתח ההדקים במצב זה? נמק. $(3 \frac{1}{3})$ נקודות

/המשך בעמוד 4/

3. תלמיד בנה את המעגל החשמלי המוצג בתרשים א, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו ε והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה; נגד שהתנגדותו R_1 ; נגד משתנה AB; ומגע נייד C. ההתנגדות של החלק CB של הנגד המשתנה מסומנת ב- R בתרשים א. התלמיד הסיט את המגע הנייד C לנקודות שונות לאורך הנגד המשתנה AB, ובכל פעם מדד את ההתנגדות R.



תרשים א

- א. העתק למחברתך את תרשים א, והוסף לו מד זרם (או מדי זרם) ומד מתח (או מדי מתח), כך שבעזרת הנתונים שנמדדים באמצעותם אפשר יהיה לחשב את ההספק בנגד שהתנגדותו R_1 , ואת ההספק בקטע CB של הנגד המשתנה. (5 נקודות)

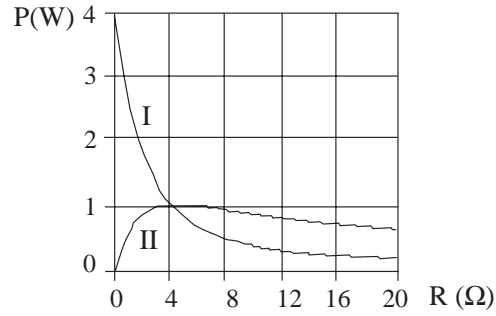
- ב. הוכח כי ההספק P בקטע CB של הנגד המשתנה מתואר על ידי

$$\text{הקשר } P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + R_1)^2} \quad (10 \text{ נקודות})$$

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

על פי תוצאות מדידותיו, סרטט התלמיד שתי עקומות, I ו- II (תרשים ב).
 אחת העקומות מתארת את ההספק בנגד שהתנגדותו R_1 כפונקציה של R,
 והעקומה האחרת מתארת את ההספק בקטע CB של הנגד המשתנה כפונקציה של R.

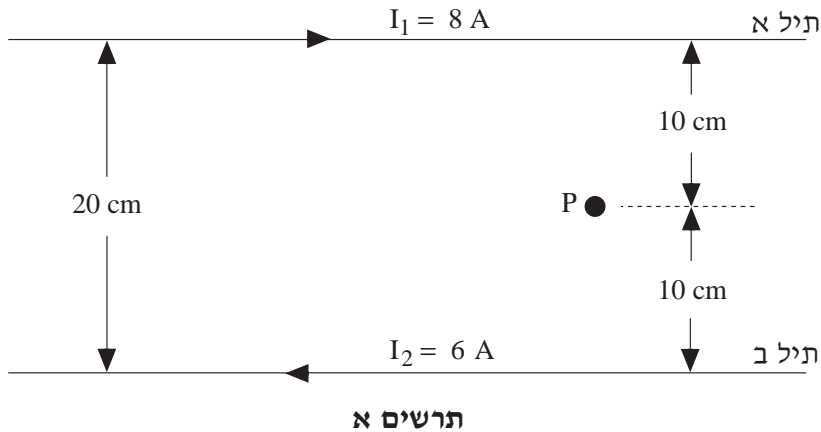


תרשים ב

- ג. איזו עקומה – I או II – מתארת את ההספק בנגד שהתנגדותו R_1 ,
 ואיזו עקומה מתארת את ההספק בקטע CB של הנגד המשתנה? נמק.
 (6 נקודות)
- ד. מצא את R_1 בעזרת שיעורי נקודת החיתוך של העקומות I ו- II. (5 נקודות)
- ה. חשב את הכא"מ ε של מקור המתח. $(\frac{1}{3} \cdot 7)$ נקודות

/המשך בעמוד 6/

4. בתרשים א מתוארים שני תילים ישרים וארוכים מאוד ("אין-סופיים"): תיל א, שבו עובר זרם שעוצמתו $I_1 = 8\text{ A}$ וכיוונו ימינה; ותיל ב, שבו עובר זרם שעוצמתו $I_2 = 6\text{ A}$ וכיוונו שמאלה. שני התילים מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם 20 cm . היא נקודה הנמצאת בין שני התילים במרחק 10 cm מכל אחד מהם.



הציבו בין התילים כריכה מעגלית שרדיוסה $R = 5\text{ cm}$ ומרכזה בנקודה P, והעבירו בה זרם שגורם לכך שבנקודה P התאפס השדה המגנטי הכולל (שמקורו בזרמים העוברים בשני התילים הישרים ובכריכה המעגלית).

א. באיזה משני המצבים שלפניך, מצב א או מצב ב, הציבו את הכריכה? נמק.

מצב א: הכריכה במישור שבו נמצאים שני התילים הישרים (כלומר במישור הדף).

מצב ב: הכריכה במישור המאונך למישור שבו נמצאים שני התילים הישרים (כלומר

במישור הניצב למישור הדף), כך ששני התילים מקבילים למישור הכריכה.

(8 נקודות)

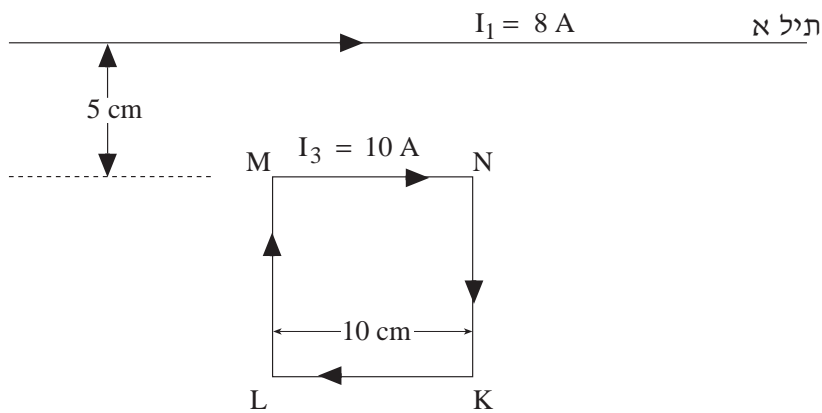
ב. חשב עוצמת הזרם בכריכה. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 7/

מסלקים את הכריכה המעגלית ואת תיל ב, ומציבים כריכה ריבועית MNKL באופן שבו תיל א נמצא במישור הכריכה הריבועית ומקביל לצלע MN (ראה תרשים ב).

אורך הצלע של הכריכה הריבועית 10 cm, והמרחק בין צלע MN לתיל א 5 cm. בכריכה הריבועית עובר זרם שעוצמתו $I_3 = 10 \text{ A}$, וכיוונו עם כיוון השעון. וכמו קודם, בתיל א עובר זרם ימינה שעוצמתו $I_1 = 8 \text{ A}$.

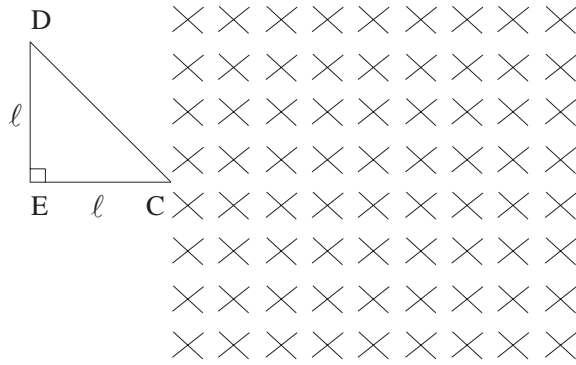


תרשים ב

- ג. העתק למחברתך את תרשים ב, וסמן בו את כיווני הכוחות המגנטיים אשר תיל א מפעיל על כל אחת מצלעות הריבוע. הסבר כיצד קבעת את כיווני הכוחות. (7 נקודות)
- ד. מצא את הגודל ואת הכיוון של הכוח המגנטי השקול, אשר תיל א מפעיל על הכריכה הריבועית. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

5. בתרשים שלפניך מוצג תיל מוליך, CDE, שצורתו משולש ישר-זווית ושווה-שוקיים: אורך כל אחד משני הניצבים הוא ℓ , וההתנגדות הכוללת של התיל היא R. מושכים את התיל ימינה במהירות קבועה v , שכיוונה מאונך לניצב DE (בכל מהלך תנועתו, התיל נמצא במישור הדיף).



- ברגע $t = 0$ הקדקוד C של התיל מגיע לגבול של אזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו B וכיוונו "לתוך הדיף" (מאונך למישור התיל) (ראה תרשים). גבול האזור מקביל לניצב DE. האורך והרוחב של החתך של האזור שבו שורר השדה המגנטי גדולים מאוד לעומת ממדי המשולש.
- א. בתיל עובר ברציפות זרם חשמלי מושרה מרגע $t = 0$ עד רגע מסוים $t = t'$. בטא את t' , באמצעות נתוני השאלה (ℓ, v, R ו-B). (6 נקודות)
- ב. נסח את כלל לנץ. (6 נקודות)
- ג. קבע, באמצעות כלל לנץ, את כיוון הזרם בניצב DE (מ-D ל-E או מ-E ל-D) בפרק הזמן מ- $t = 0$ עד $t = t'$. הסבר את קביעתך. (6 נקודות)
- ד. בטא, באמצעות נתוני השאלה ובעזרת המשתנה t , את עוצמת הזרם בתיל כפונקציה של הזמן t (בפרק הזמן מ- $t = 0$ עד $t = t'$). (12 נקודות)
- ה. כיצד משתנה הערך המוחלט של עוצמת הזרם בתיל בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = t'$: הוא הולך וגדל כפונקציה של הזמן, הוא נשאר קבוע, או הוא הולך וקטן? נמק. (3 $\frac{1}{3}$ 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	$P = Fv \cos\theta$
מתקף ותנע	
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 $v_1 - v_2 = u_2 - u_1$	
מודל של גז אידיאלי	
האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת גז אידיאלי $\epsilon_k = \frac{3}{2} kT$	
משוואת המצב של גז אידיאלי $pV = nRT$	
החוק הראשון של התרמודינמיקה $\Delta U = Q - W$	
תנועות מחזוריות	
	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
תנועה מעגלית	
מהירות זוויתית	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$
תאוצה מרכזית	$a_R = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

קינמטיקה	
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 $\vec{v}_{B,A} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$	
דינמיקה	
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	$\rho = \frac{m}{V}$
עבודה, אנרגיה והספק	
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	

תנועה הרמונית	
$-kx = m\ddot{x}$	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
כבידה	
$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	כוח הכבידה
אנרגיה פוטנציאלית כובדית	
$U_G = -\frac{GMm}{r}$	$(U_G(\infty) = 0)$
החוק השלישי של קפלר	
$\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$	
אנרגיה של לוויין במסלול מעגלי	
$E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$	קינטית
$E = -\frac{GMm}{2r}$	כוללת
מכניקה של גוף קשיח	
$\omega = \frac{d\theta}{dt}$	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
$\Sigma I = 0$ $\Sigma \mathcal{E} = \Sigma IR$	חוקי קירכהוף
$i = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$	זרם רגעי בקבל
שדה מגנטי	
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	
$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{d}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$	
שדה מגנטי	
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$	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 ℓ ו- N כריכות)

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

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	$Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$

כא"מ מושרה	
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 במשרן	$U = \frac{1}{2} Li^2$
יחס ההשנאה של שנאי אידאלי	$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$
מעגלי זרם חילופין	
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	
$\ell = n \frac{\lambda}{2}$	
התאבכות ועקיפה	
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
עדשות ומראות כדוריות	
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	
$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$	λ – 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

פיזיקה מודרנית	
$E = h\nu$	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
$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - v \frac{u_x}{c^2}}$	
חוקי השימור	
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	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

קינמטיקה	
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	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 λ
$\Delta_n = \Delta_0 e^{\lambda n}$ $\Delta(t) = \Delta(0) e^{\lambda t}$	
$D = \frac{\log N}{\log a}$	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	$\bar{E}_k = \frac{3}{2}RT = c_v T$ $c_v = \frac{3}{2}R \quad c_p = \frac{5}{2}R$ $\frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{5}{3}$
למול אחד של גז אידיאלי דו-אטומי	$\bar{E}_k = \frac{5}{2}RT = c_v T$ $c_v = \frac{5}{2}R \quad c_p = \frac{7}{2}R$ $\frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{7}{5}$
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	$Q = 0$ $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$
נצילות תרמודינמית	$\eta = \frac{W}{Q} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

קבועים בסיסיים

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

ערב	יחידות	סימון	שם הקבוע
3×10^8	$m \times s^{-1}$	c	מהירות האור בריק
1.257×10^{-6}	$H \times m^{-1}$	μ_0	פרמיאביליות הריק
8.85×10^{-12}	$F \times m^{-1}$	ϵ_0	דיאלקטרייות הריק
1.60×10^{-19}	C	e	מטען האלקטרון
6.63×10^{-34}	$J \times s$	h	קבוע פלאנק
4.14×10^{-15}	$eV \times s$		
6.67×10^{-11}	$N \times m^2 \times kg^{-2}$	G	קבוע הגרביטציה
9.11×10^{-31}	kg	m_e	מסת מנוחה של אלקטרון
1.67×10^{-27}	kg	m_p	מסת מנוחה של פרוטון
1.67×10^{-27}	kg	m_n	מסת מנוחה של נויטרון
6.02×10^{23}	mol^{-1}	N_A	קבוע אבוגדרו
1.38×10^{-23}	$J \times K^{-1}$	k	קבוע בולצמן
8.31	$J \times K^{-1} \times mol^{-1}$	R	קבוע הגזים
5.67×10^{-8}	$W \times m^{-2} \times K^{-4}$	σ	קבוע סטפן
2.90×10^{-3}	$m \times K$	α	קבוע וין
5×10^4	$m \times s^{-1} \times Mpc^{-1}$	H_0	קבוע הבל

פירוש קיצורי היחידות

אמפר	A	ניוטון	N	פרסק	pc
אום	Ω	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

$$\frac{4}{3} \pi R^3$$

נפח כדור

$$\sin \theta \approx \text{tg } \theta \approx \theta$$

לזוויות קטנות

$$2\pi R$$

היקף מעגל

$$\pi R^2$$

שטח עיגול

$$4\pi R^2$$

שטח פני כדור

נתונים הקשורים בשמש ובירח

זמן מחזור (יממות)	רדיוס מסלול ממוצע (m)	רדיוס (m)	מסה (kg)	
-----	-----	6.96×10^8	1.99×10^{30}	שמש
27.3	3.84×10^8	1.74×10^6	7.35×10^{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 ^1H	0.511	0.000549	אלקטרון
2.014101	דויטריום ^2H	938.272	1.007276	פרוטון
4.00260	הליום ^4He	939.566	1.008665	נויטרון
7.01601	ליתיום ^7Li			
12.00000	פחמן ^{12}C			
14.00307	חנקן ^{14}N			
15.99491	חמצן ^{16}O			