

פ י ז י ק ה

מכניקה

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; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון. (2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף 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. אי-רישום נוסחה או אי-ביצוע הצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום ביחידות המתאימות את התוצאה שקיבלת.
 - בפתרון שאלות שבהן נדרש 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 .
 - בחישובך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
 - כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

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.

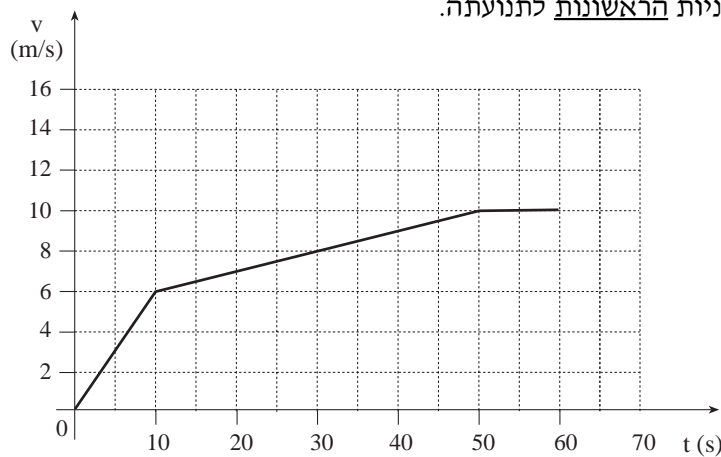
(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

1. שני תלמידים התחרו במרוץ מכוניות לאורך מסלול ישר בלונה-פארק.

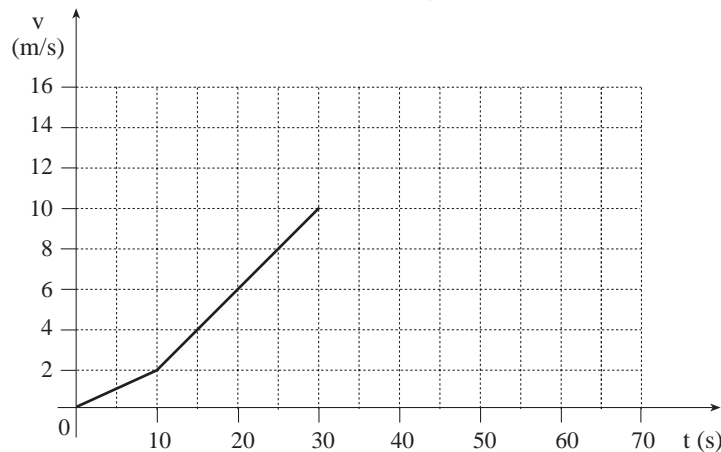
שתי המכוניות, א' ו-ב', החלו את תנועתן ממנוחה, מאותו מקום, באותו זמן ובאותו כיוון.

מכונית א' חצתה את קו הסיום לאחר 60 שניות.

גרף א מתאר את המהירות של מכונית א' כפונקציה של הזמן במהלך תנועתה מההתחלה עד קו הסיום, וגרף ב מתאר את המהירות של מכונית ב' כפונקציה של הזמן במהלך 30 השניות הראשונות לתנועתה.



גרף א (מכונית א')



גרף ב (מכונית ב')

/המשך בעמוד 3/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

פיזיקה, קיץ תשס"ו, מס' 917531, 653 + נספח - 3 -

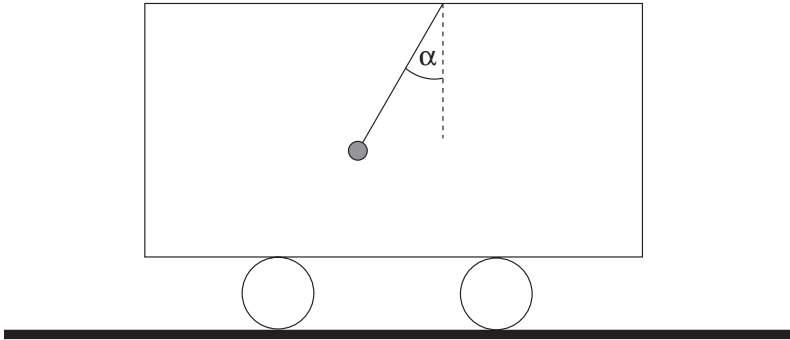
- א.** סרטט גרף של תאוצת מכונית א' כפונקציה של הזמן, מתחילת תנועתה עד שהגיעה לקו הסיום. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב.** חשב את המרחק שעברה מכונית א' מתחילת תנועתה עד שהגיעה לקו הסיום. (6 נקודות)
- ג.** חשב את המרחק שעברה כל אחת מהמכוניות ב-30 השניות הראשונות לתנועתה. (8 נקודות)
- מכונית ב' המשיכה לנוע אחרי $t = 30 \text{ s}$ לכיוון קו הסיום, וחצתה את קו הסיום 2 שניות לפני מכונית א'.
- ד.** האם לאחר שיצאו המכוניות לדרכן היה רגע במהלך המרוץ שבו שתי המכוניות נמצאו באותו מרחק מנקודת המוצא? נמק. (5 נקודות)
- ה.** חשב את תאוצת מכונית ב' בקטע האחרון של תנועתה (מ- $t = 30 \text{ s}$ עד שהגיעה לקו הסיום). הנח שתאוצת המכונית בקטע זה קבועה. (8 נקודות)

+

+

פיזיקה, קיץ תשס"ו, מס' 917531, 653 + נספח - 4 -

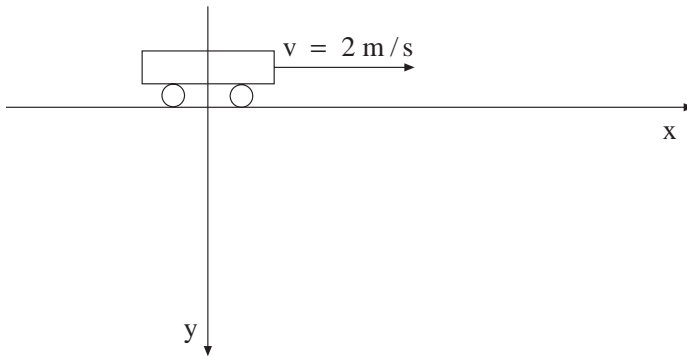
2. בתרשים שלפניך מוצגת מכונית הנוסעת לאורך כביש ישר ואופקי. אל תקרת המכונית קשורה משקולת באמצעות חוט, שמסתו זניחה ביחס למסת המשקולת. החוט יוצר עם הכיוון האנכי זווית קבועה של $\alpha = 30^\circ$ (ראה תרשים).



- א. סרטט במחברתך את המשקולת, וסמן בסרטוט את הכוחות הפועלים עליה. (התייחס רק לכוחות הפועלים במערכת ייחוס אינרציאלית, ולא לכוחות הפועלים במערכת הייחוס המואצת הנעה עם המכונית). (6 נקודות)
- ב. מהו כיוון הכוח השקול הפועל על המשקולת? נמק. (6 נקודות)
- ג. חשב את תאוצת המכונית (גודל וכיוון). (10 נקודות)
- ד. אילו תאוצת המכונית הייתה כפולה מהתאוצה שחישבת בסעיף ג, מה הייתה הזווית α ? (5 נקודות)
- ה. האם ייתכן שהמכונית נוסעת שמאלה? נמק. (3 נקודות)
- ו. האם הזווית α תלויה במסת המשקולת? נמק. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 5/

3. קרונית שמסתה 0.6 kg נעה ימינה במהירות קבועה שגודלה 2 m/s על פני מסילה אופקית חסרת חיכוך. המסילה בנויה בגובה מסוים מעל הרצפה, והיא מורכבת משני פסים שביניהם רווח ועליהם נעים גלגלי הקרונית. נגדיר ציר מקום, x , לאורך המסילה שכיוונו החיובי הוא בכיוון תנועת הקרונית, וציר מקום, y , שכיוונו החיובי הוא אנכית מטה. ברגע $t = 0$ הקרונית חלפה בראשית מערכת הצירים (ראה תרשים). לתחתית הקרונית היה מודבק מבחוץ כדור שמסתו 0.2 kg . במהלך תנועת הקרונית, ברגע $t = 0$, ניתק הכדור מהקרונית, נפל חופשית, ועבר ברווח שבין שני פסי המסילה. (הזנח את התנגדות האוויר.)



א. מהירות הקרונית לא השתנתה בעקבות הינתקות הכדור ממנה. הסבר מדוע. (8 נקודות)

ב. מצא מה היו ברגע $t = 1 \text{ s}$:

- (1) שיעור ה- x של מקום הקרונית. (הזנח את ממדי הקרונית). (3 נקודות)
- (2) שיעור ה- x ושיעור ה- y של מקום הכדור. (6 נקודות)
- (3) מהירות הכדור (גודל וכיוון). (8 נקודות)

ג. כדור אחר, זהה לקודם, נשמט ממנוחה (ברגע $t > 1 \text{ s}$) מנקודה שמעל המסילה. הכדור נפל חופשית, פגע בקרונית הנעה, ונדבק אליה.

האם מהירות הקרונית השתנתה בעקבות זאת? אם לא – נמק. אם כן – חשב את מהירות הקרונית (עם הכדור). ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

.4

בתרשים א מוצגת מכונית הנעה על כביש אופקי

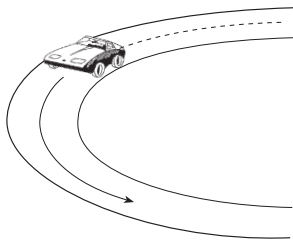
במעקם (קטע מעגלי) שרדיוסו 80 m .

נתון כי מקדם החיכוך הסטטי בין גלגלי המכונית

ובין הכביש הוא 0.4 .

א. חשב את המהירות המקסימלית שבה המכונית

יכולה לנוע במעקם זה בלי להחליק. (10 נקודות)



תרשים א

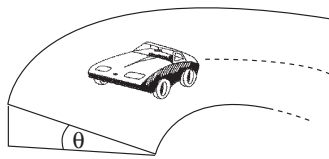
מהנדסי תנועה מתכננים ליצור בכביש הגבהה

(הטיה) בזווית θ , כמתואר בתרשים ב,

כדי לאפשר נסיעה בטוחה (ברדיוס קבוע)

במהירות שחישבת בסעיף א, בלי להיעזר בחיכוך.

ב. חשב את זווית ההגבהה הנדרשת, θ . (10 נקודות)



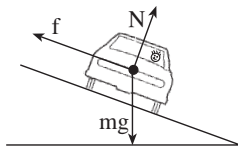
תרשים ב

ג. אילו מכונית הייתה נוסעת במעקם המוגבה, בלי להחליק (ברדיוס קבוע),

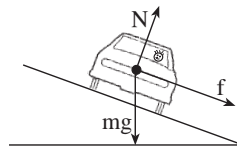
במהירות גדולה מזו שחישבת בסעיף א, איזה מבין ארבעת הסרטוטים 1-4

שבתרשים ג היה מתאר נכון את כיוון הכוחות הפועלים על המכונית

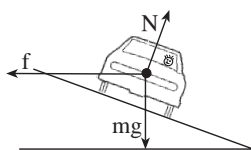
(כוח החיכוך - f , הכוח הנורמלי - N , המשקל - mg)? נמק. (6 נקודות)



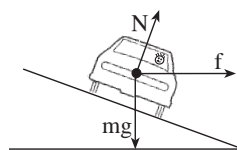
2



1



4



3

תרשים ג

ד. בגלל סיבות של בטיחות, החליטו המהנדסים להקטין את זווית ההגבהה.

הזווית החדשה היא 15° .

בזמן חנוכת הכביש החדש נוצר פקק תנועה, והמכוניות נעצרו במעקם.

האם המכוניות יחליקו לרוחב הכביש? הסבר.

הנח שמקדם החיכוך הסטטי נשאר 0.4 . (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 7/

.5

הירח נע סביב כדור הארץ, וכל הזמן מִפְנֵה אליו אותו "צד".

הירח משלים סיבוב מעגלי שלם סביב כדור הארץ במשך 27.3 יממות ארציות.

משני נתונים אלה נובע כי הירח מסתובב גם סביב צירו, וזמן המחזור שלו הוא

27.3 יממות ארציות.

מהנדס עוסק בתכנון תקשורת בין מושבות שיוקמו בעתיד על פני הירח. בדעתו להשתמש

בלוויין תקשורת שינוע במסלול מעגלי סביב הירח, כך שזמן המחזור שלו יהיה 27.3

יממות ארציות, והוא יימצא כל העת מעל נקודה קבועה על פני הירח (בדומה ללווייני

תקשורת שנעים מעל כדור הארץ).

א. חשב את רדיוס המסלול המעגלי של לוויין כזה, בהנחה כי רק הירח משפיע על

תנועת הלוויין. (13 נקודות)

ב. המהנדס חישב ומצא שבגלל השפעת כדור הארץ, אי-אפשר למקם את הלוויין

במסלול שאת רדיוסו מצאת בסעיף א. הרדיוס המקסימלי של מסלול לוויין סביב

הירח שבו אפשר להזניח את ההשפעה של כדור הארץ הוא $3,000 \text{ km}^{-1}$.

חשב את זמן המחזור של לוויין שנע סביב הירח במסלול מעגלי שרדיוסו

$3,000 \text{ km}$. (8 נקודות)

ג. חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הירח. (8 נקודות)

ד. ציין תרומה אחת לידע המדעי על אודות מערכת השמש או גרמי שמים במערכת זו,

שתרם אחד מהאישים האלה:

ניקולס קופרניקוס, גלילאו גליליי, טיכו ברהה. ($4\frac{1}{3}$ 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
$U_G = -\frac{GMm}{r}$	$(U_G(\infty) = 0)$
$\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$	החוק השלישי של קפלר
	אנרגיה של לוויין במסלול מעגלי
$E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$	קינטית
$E = -\frac{GMm}{2r}$	כוללת
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
$\Sigma I = 0$	חוקי קירכהוף
$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma IR$	
$i = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$	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 תילים 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	
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	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
זרם חשמלי	
$i = \frac{dq}{dt}$	זרם רגעי
$V = RI$	חוק אום
$R = \rho \frac{\ell}{A}$	התנגדות של תיל
התנגדות שקולה של נגדים בטור	
$R = \Sigma R_i$	
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	$Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$

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 במשון	$U = \frac{1}{2} Li^2$
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
<p style="text-align: center;">גל עומד במיתר שקצותיו קשורים</p> $\ell = n \frac{\lambda}{2}$
התאבכות ועקיפה
<p style="text-align: center;">קווי צומת בהתאבכות משני מקורות</p> $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n + p - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{d}$
$\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$ נוסחת יאנג
<p style="text-align: center;">קווי מקסימום (ליותר ממקור אחד)</p> $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n + p) \frac{\lambda}{d}$
<p style="text-align: center;">קווי מקסימום בסריג עקיפה</p> $\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = n N^* \lambda$
<p style="text-align: center;">קווי צומת בעקיפה בסדק יחיד</p> $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{w}$

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 ויין
$I = \sigma T^4$	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

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

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

$$2\pi R \quad \text{היקף מעגל}$$

$$\pi R^2 \quad \text{שטח עיגול}$$

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

נתונים הקשורים בשמש ובירח

זמן מחזור (יממות)	רדיוס מסלול ממוצע (m)	רדיוס (m)	מסה (kg)	
-----	-----	6.96×10^8	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			