

פ י ז י ק ה

לתלמידי 5 יחידות לימוד

פרקי בחירה הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה וחצי.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש-עשרה שאלות בשמונה פרקים. עליך לענות על שתי שאלות בלבד, משני פרקים שונים (שאלה אחת מכל אחד מהפרקים שבחרת).
כל שאלה – 50 נקודות. $100 = 50 \times 2$ 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-רישום 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 למצוא 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 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 !

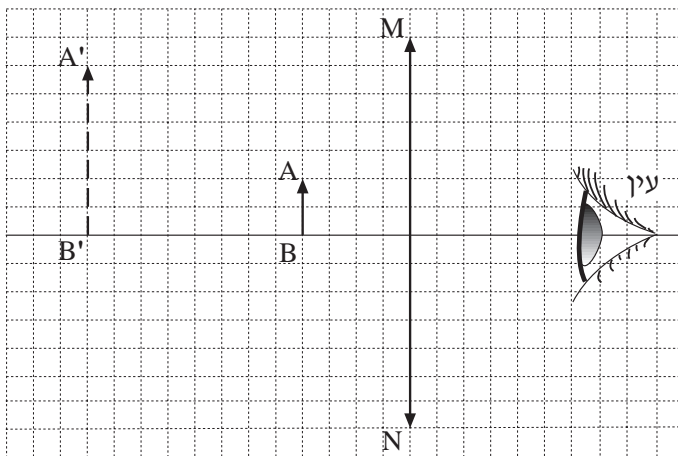
/המשך מעבר לדף/

ה ש א ל ו ת

בשאלון זה שמונה פרקים, ובכל פרק שתי שאלות.
עליך לענות על שתי שאלות משני פרקים שונים; שאלה אחת מכל פרק.
(לכל שאלה – 50 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

פרק ראשון – תורת האור והגלים

1. בתרשים א מוצגת מערכת, ובה עדשה מרכזת, MN , הציר האופטי שלה, בול דואר, AB , הדמות של הבול, $A'B'$, הנוצרת על ידי העדשה, ועין הצופה המתבונן בבול.
אורך הצלע של כל משבצת בתרשים מייצג מרחק של 5 ס"מ במציאות.



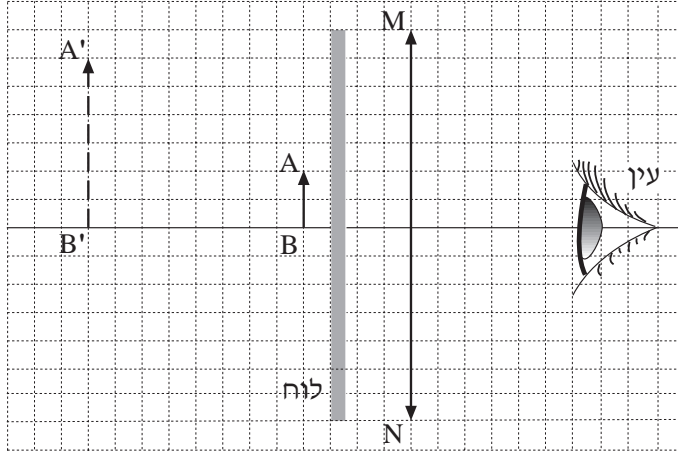
תרשים א

- א. (1) מצא את אורך מוקד העדשה. (10 נקודות)
(2) חשב את עוצמת העדשה. הצג את תשובתך בדיופטר. (7 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

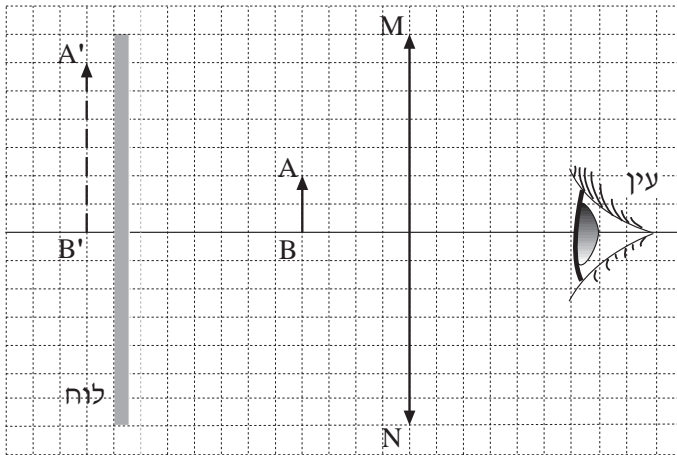
באותה מערכת מציבים לוח אטום לאור לפני הבול, בין הבול לעדשה (ראה תרשים ב).



תרשים ב

ב. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק. (4 נקודות)

את הלוח האטום לאור מעבירים אל מאחורי הבול, כמוצג בתרשים ג.



תרשים ג

ג. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק. (12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 4/

+

+

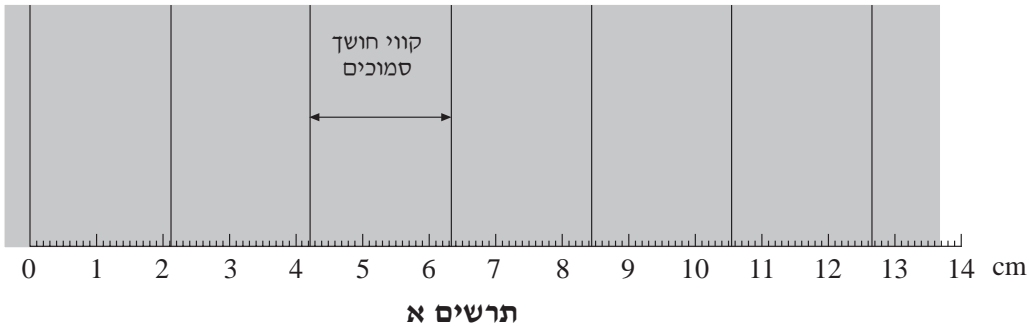
- ד.** מסלקים את הלוח האטום. הבול, העדשה והעין נשארים במקומם.
הצופה מתבונן בבול דרך העדשה (ראה תרשים א), ואחר כך הוא מסלק את העדשה ומתבונן בבול.
באיזה משני המצבים (עם העדשה או בלי העדשה) הבול נראה לצופה גדול יותר?
הסבר את תשובתך במונחים של זוויות ראייה. (9 נקודות)
- ה.** העתק למחברתך את תרשים א. (כל משבצת בתרשים תהיה משבצת במחברת).
סרטט קרן, המופצת מראש הבול (A), עוברת בעדשה, וחודרת למרכז האישון של עין הצופה.
תאר כיצד קבעת את מהלך הקרן שסרטטת. (8 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

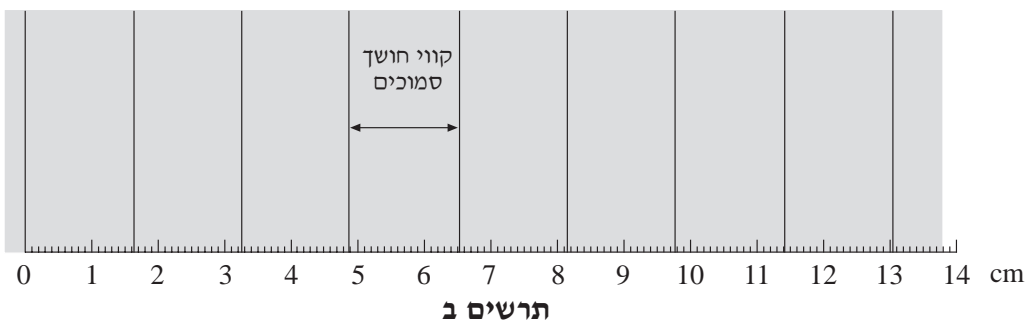
+

+

2. אלומת לייזר מקבילה אדומה (מונוכרומטית) פגעה בניצב ללוחית שיש בה שני חריצים מקבילים. בתרשים א מוצגים קטע מתבנית ההתאבכות שהתקבלה על מסך רחוק, וסרגל שהודבק לתחתית המסך. המרחק בין החריצים $d = 0.06 \text{ mm}$. אורך הגל של אלומת הלייזר $\lambda = 633 \text{ nm}$ ($\lambda = 6330 \text{ \AA}$).



- א. חשב את המרחק שבין החריצים ובין המסך. (20 נקודות)
- ב. המערכת האופטית הזו הוכנסה למים (מקדם השבירה של מים ביחס לאוויר הוא 1.33). כיצד השפיעה ההכנסה למים על המרחק בין קווי חושך סמוכים – המרחק קטן, לא השתנה או גדל? נמק. (15 נקודות)
- בתרשים ב מוצג קטע מתבנית התאבכות שהתקבלה באוויר, באותם תנאים שפורטו בתחילת השאלה, אך הפעם אלומת הלייזר הייתה כחולה (מונוכרומטית).

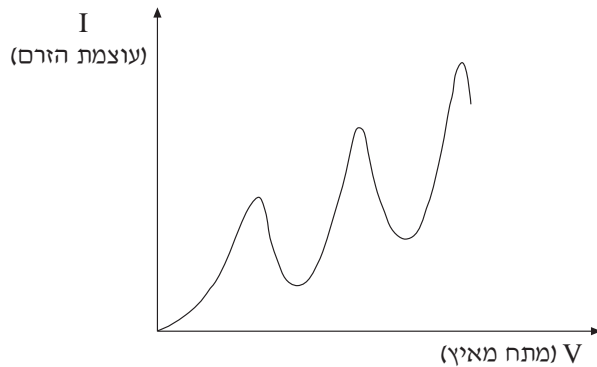


- ג. חשב את אורך הגל של אלומה כחולה זו. (15 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

פרק שני – פיזיקה מודרנית

3. א. (1) סרטט באופן סכמתי את המערכת של ניסוי פרנק-הרץ, וסמן בסרטוטך את הרכיבים העיקריים של המערכת. (4 נקודות)
- בגרף שלפניך מוצגות תוצאות של ניסוי פרנק-הרץ.



- (2) הסבר מדוע יש ירידות בעוצמת הזרם. (12 נקודות)

תלמיד ערך ניסוי דומה לניסוי פרנק-הרץ, אך השתמש בשפופרת שבתוכה גז מימן חד-אטומי, ולא גז כספית.

- ב. התלמיד סרטט גרף של עוצמת הזרם המגיע לאנודה, כפונקציה של המתח המאיץ. חשב את הפרש המתחים (ΔV) שצפוי להתקבל בגרף זה בין שתי נקודות מקסימום סמוכות. (10 נקודות)
- ג. (1) חשב את אורך הגל של הקרינה הנפלטת מן המימן שבשפופרת הניסוי. (10 נקודות)

- (2) האם נפלטת קרינה מן המימן שבשפופרת הניסוי, כאשר המתח המאיץ שווה ל- 2 V? נמק. (7 נקודות)
- (3) האם נפלטת קרינה מן המימן שבשפופרת הניסוי, כאשר המתח המאיץ שווה ל- 15 V? נמק. (7 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

+

+

4. הדויטריום הוא איזוטופ של מימן שגרעינו מורכב מפרוטון וניוטון. גרעין הדויטריום נקרא דויטרון.

א. הראה, בעזרת נתונים מהנספח, כי מסת הדויטרון שווה ל- 2.013552 u .

(הזנח את אנרגיית הקשר בין האלקטרון לגרעין.) (10 נקודות)

ב. חשב, בעזרת נתונים ונוסחאות מהנספח, את אנרגיית הקשר הגרעינית של הדויטרון. הצג את תשובתך ביחידות של MeV . (15 נקודות)

ג. האם ייתכן שהדויטרון יהיה תוצר התפרקות β^- של גרעין אטום כלשהו? הסבר. (8 נקודות)

הטריטיום הוא איזוטופ של מימן (H) שמספר המסה שלו הוא 3. המסה של גרעין הטריטיום היא 3.015500 u , והוא מתפרק בהתפרקות רדיואקטיבית לאיזוטופ של הליום (He), שמסת הגרעין שלו היא 3.014931 u .

ד. (1) רשום את הנוסחה של תהליך ההתפרקות. (7 נקודות)

(2) חשב את האנרגיה הקינטית הכוללת של תוצרי ההתפרקות. הצג את תשובתך ביחידות MeV . (10 נקודות)

+

+

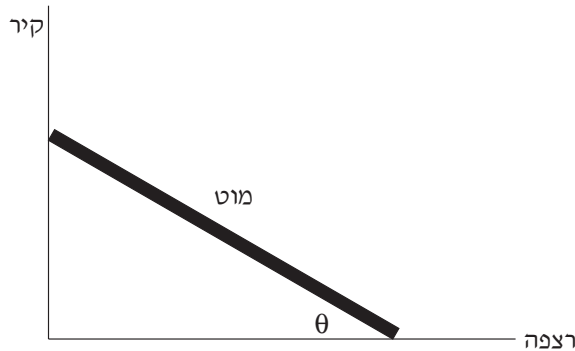
פרק שלישי – מכניקה של גוף קשיח

5. כאשר מניחים מוט אחיד באלכסון בצורה כזו שקצהו התחתון נוגע ברצפה חלקה וקצהו העליון נשען על קיר חלק (ראה תרשים), המוט אינו נשאר במנוחה אלא מחליק.

נסמן: m – מסת המוט

l – אורך המוט

θ – הזווית שבין המוט לרצפה



מחליפים את הקיר החלק בקיר אחר; יש חיכוך בין הקיר הזה ובין המוט (הרצפה חלקה).

א. האם החלפת הקיר עשויה למנוע החלקה של המוט? נמק. (10 נקודות)

מחזירים את הקיר החלק, אך מחליפים את הרצפה החלקה ברצפה אחרת; יש חיכוך בין הרצפה הזו ובין המוט.

ב. צייר תרשים כוחות למצב זה, ורשום משוואות כוחות ומומנטים עבור המוט במצב זה. (10 נקודות)

ג. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הגודל של כוח החיכוך הסטטי הנדרש כדי למנוע החלקה של המוט. (10 נקודות)

ד. איזה תנאי צריך לקיים מקדם החיכוך הסטטי, כדי למנוע החלקה של המוט? (10 נקודות)

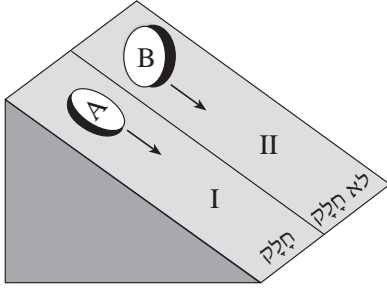
ה. במצב שבו המוט אינו מחליק, מצמידים משקולת לנקודה הנמצאת מתחת למרכז המוט.

האם ייתכן כי במצב זה המוט יחליק? נמק. (10 נקודות)

/המשך בעמוד 9/

6. שתי דסקיות זהות, A ו-B, מוחזקות במנוחה על מישור משופע, שיש בו שני אזורים: אזור I חלק, ואזור II אינו חלק. הדסקיות נמצאות במרחקים שווים מתחתית המישור (ראה תרשים).

משחררים את שתי הדסקיות במורד המישור. דסקית A מחליקה במורד בלי חיכוך על אחד מפניה השטוחים, ודסקית B מתגלגלת במורד בלי החלקה.



ענה על הסעיפים א-ה שלפניך. היעזר בשיקולי אנרגיה במידת הצורך.

א. דסקית A מגיעה לתחתית המישור לפני דסקית B. הסבר מדוע.

(10 נקודות)

ב. נסמן: θ – זווית הנטייה של המישור

I – מומנט ההתמדה של דסקית B

m – מסת דסקית B

ℓ – מרחק הדסקיות מתחתית המישור המשופע בתחילת התנועה

R – רדיוס הדסקית

הראה כי מהירות דסקית B בתחתית המישור המשופע מקיימת:

$$v^2 = \frac{2g\ell \sin \theta}{1 + \frac{I}{mR^2}}$$

(15 נקודות)

ג. האם כוח החיכוך הפועל על דסקית B הוא קינטי או סטטי? נמק. (7 נקודות)

ד. מדוע כוח החיכוך הפועל על דסקית B המתגלגלת אינו מבצע עבודה? (8 נקודות)

ה. אם ישחררו יחד ממנוחה, מאותו גובה, דסקית חלולה ודסקית מלאה, שיש להן

אותה מסה, ושתיהן יתגלגלו בלי החלקה במורד המישור המשופע באזור II

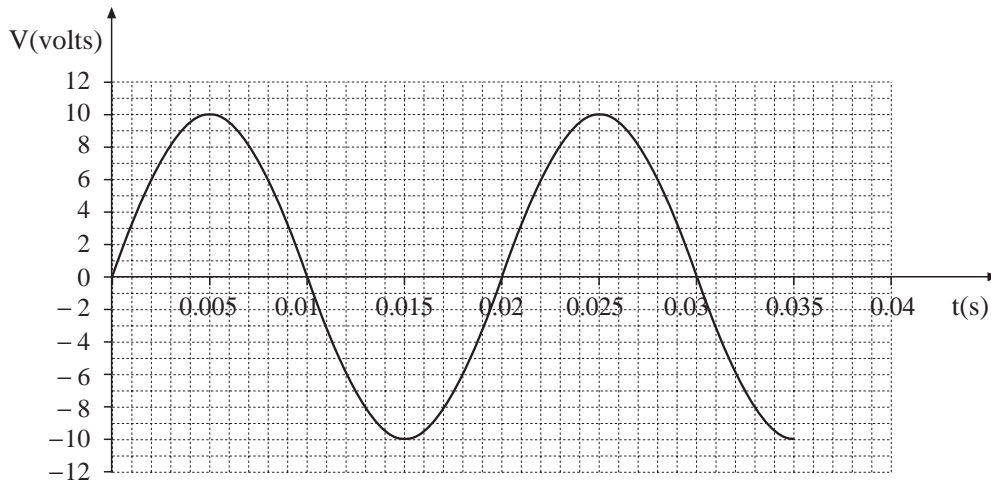
(לא חלק) – האם שתיהן יגיעו יחד לתחתית המישור המשופע? נמק.

(10 נקודות)

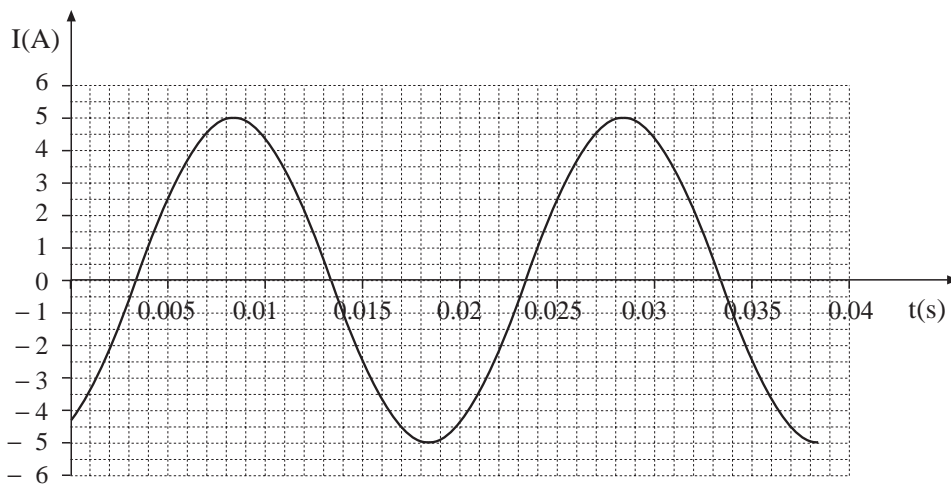
/המשך בעמוד 10/

פרק רביעי – זרם חילופין

7. מעגל חשמלי כולל מקור מתח חילופין וסליל לא-אינדאלי (בעל התנגדות והשראות). תלמיד מדד את ההשתנות של המתח בין קצות הסליל ושל הזרם העובר דרכו, עם הזמן. הגרפים שלפניך מציגים את תוצאות המדידות:
גרף א – המתח כפונקציה של הזמן, גרף ב – הזרם כפונקציה של הזמן.



גרף א



גרף ב

/המשך בעמוד 11/

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

+

+

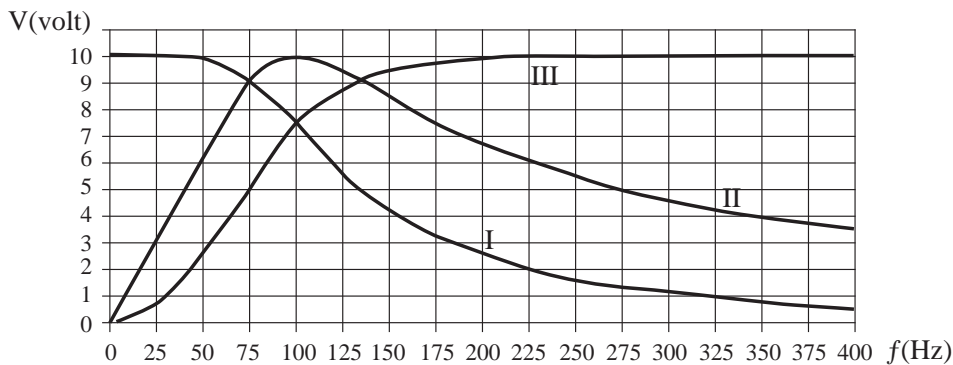
- א.** מצא מתוך הגרפים מה הם הערכים המרביים של המתח ושל הזרם. (4 נקודות)
- ב.** חשב את העכבה של הסליל. (9 נקודות)
- ג.** ברגעים שבהם הזרם מקבל ערכים קיצוניים (מינימום או מקסימום), הכא"מ המושרה בסליל מתאפס. הסבר מדוע. (9 נקודות)
- ד.** הסבר מדוע ברגעים אלה (סעיף ג) הסליל מתנהג רגעית רק כנגד. (9 נקודות)
- ה.** מצא את ערכי המתח והזרם ברגעים אלה (סעיף ג), וחשב את ההתנגדות האומית של הסליל. (10 נקודות)
- ו.** חשב את ההיגב ההשראתי של הסליל. (9 נקודות)

/המשך בעמוד 12/

+

+

8. מעגל חשמלי טורי כולל מקור מתח חילופין (שתדירותו ניתנת לשינוי), נגד, קבל, סליל אידאלי. בתרשים שלפניך שלוש עקומות, III-I, במערכת צירים אחת. כל אחת מן העקומות מציגה את המתח האפקטיבי כפונקציה של התדירות על אחד משלושת הרכיבים של מעגל זרם חילופין טורי: נגד, קבל, סליל.



- א. איזו מהעקומות III-I מתאימה לנגד, איזו – לקבל, ואיזו – לסליל? נמק. (15 נקודות)

- ב. מהו הערך של תדירות התהודה? (10 נקודות)

מחליפים את הנגד שבמעגל בנגד שהתנגדותו גבוהה יותר.

- ג. האם במצב זה ישתנו שלושת הפרמטרים (1)-(3) שלפניך?

אם כן – כיצד? נמק כל אחת מתשובותיך.

(1) תדירות התהודה. (5 נקודות)

(2) הערך המרבי של המתח על הנגד. (5 נקודות)

(3) רוחב העקומה המתאימה לנגד. (5 נקודות)

- ד. על איזה משלושת הרכיבים במעגל – נגד, קבל, סליל – ייפול רוב המתח

בכל אחד משני התנאים (1)-(2) שלפניך? הסבר כל אחת מתשובותיך.

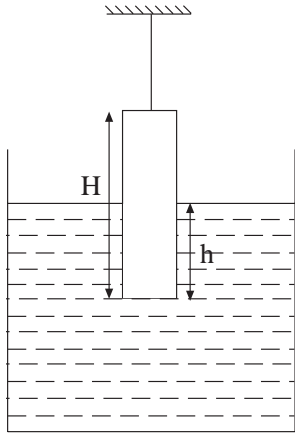
(1) בתדירויות נמוכות. (5 נקודות)

(2) בתדירויות גבוהות. (5 נקודות)

פרק חמישי – תורת הנוזלים והגזים

9. בתרשים א שלפניך מוצגת מערכת ניסוי, הכוללת גליל אחיד שתלוי על חוט וטבול חלקית

במים.



תרשים א

נסמן: ρ_0 – צפיפות המים

ρ – צפיפות הגליל

A – שטח הבסיס של הגליל

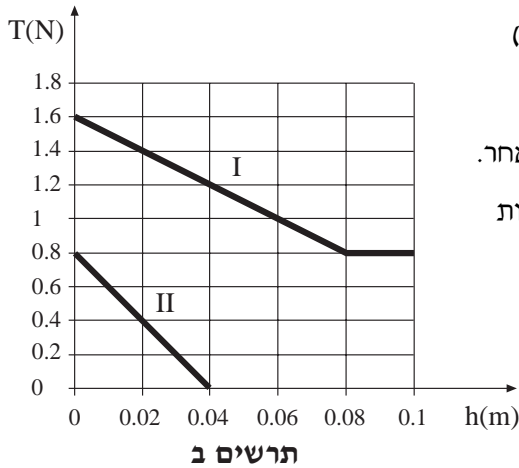
H – גובה הגליל

h – המרחק מתחתית הגליל עד לפני המים.

א. הראה כי אם חלק מן הגליל טבול במים ($0 < h < H$),

המתיחות בחוט היא $T = A(\rho H - \rho_0 h)g$.

(12 נקודות)



תרשים ב

בשני ניסויים שונים מדדו את T (בניוטון)

כפונקציה של h (במטרים).

בכל אחד משני הניסויים השתמשו בגליל אחר.

לשני הגלילים אותו גובה H , אך הצפיפויות

שלהם ושטחי הבסיס שלהם שונים.

המדידות נעשו גם בתחום שבו $h > H$.

תוצאות המדידות מוצגות בתרשים ב

שלפניך בשתי העקומות, I – II.

ב. הסבר מדוע עקומה I מתאימה לגוף שצפיפותו גדולה מצפיפות המים. (12 נקודות)

ג. קבע על פי עקומה I את גובה הגליל. (8 נקודות)

ד. האם גם עקומה II מתאימה לגוף שצפיפותו גדולה מצפיפות המים? הסבר.

(8 נקודות)

ה. חשב את המשקל של כל אחד מן הגלילים. (10 נקודות)

/המשך בעמוד 14/

+

+

10. מקל שנפחו V מורכב משני חלקים שווים בנפחם, המופרדים ביניהם באמצעות מחיצה

הקבועה במקומה. בשני החלקים יש אותו גז אידאלי. הלחץ בחלק השמאלי הוא P . במערכת זו נערכו שני ניסויים.

$\frac{1}{2}V$	$\frac{1}{2}V$
T	T
P	αP

בניסוי הראשון (ראה תרשים) היה הלחץ בחלק הימני גדול פי α ($\alpha > 1$) מהלחץ שבחלק השמאלי, ובשני חלקי המכל הייתה אותה טמפרטורה, T .

א. (1) באיזה חלק של המכל, הימני או השמאלי, הייתה כמות הגז (מספר המולים) גדולה יותר? (5 נקודות)

(2) בטא, באמצעות נתוני השאלה, את היחס שבין מספר המולים בחלק הימני של המכל למספר המולים בחלקו השמאלי. (5 נקודות)

ברגע מסוים סילקו את המחיצה המפרידה.

ב. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את לחץ הגז במכל לאחר סילוק המחיצה. (12 נקודות)

בניסוי השני רוקנו את המכל מהגז. לאחר מכן החזירו את המחיצה למקומה, ומילאו את שני חלקי המכל בגז אידאלי. הפעם הלחץ בשני חלקי המכל היה שווה (P), אך הטמפרטורה בהם שונה. הטמפרטורה בחלק הימני של המכל הייתה גדולה פי β ($\beta > 1$) מהטמפרטורה שבחלקו השמאלי.

ג. (1) באיזה חלק של המכל, הימני או השמאלי, הייתה כמות הגז (מספר המולים) גדולה יותר? (5 נקודות)

(2) בטא, באמצעות נתוני השאלה, את היחס בין מספר המולים בחלק הימני של המכל למספר המולים בחלקו השמאלי. (5 נקודות)

ברגע מסוים סילקו את המחיצה המפרידה.

ד. האם הלחץ השתנה בעקבות סילוק המחיצה? נמק. (6 נקודות)

ה. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הטמפרטורה במכל לאחר סילוק המחיצה. (12 נקודות)

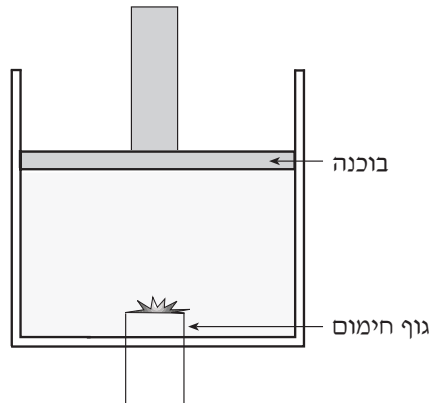
/המשך בעמוד 15/

+

+

פרק שישי – תרמודינמיקה

11. נתון מקל מבודד תרמית, ובו מול אחד של גז אידאלי חד-אטומי בטמפרטורה של 300 K . הדליקו גוף חימום במכל (ראה תרשים), ולגז הועברה כמות חום של 600 J .



- א. מה תהיה טמפרטורת הגז בסופו של תהליך איזוכורי (נפח קבוע)? (12 נקודות)
- ב. מה תהיה טמפרטורת הגז בסופו של תהליך איזוֹבָּרי (לחץ קבוע)? (12 נקודות)
- ג. איזה חלק (באחוזים) מן החום שהועבר לגז בתהליך האיזוברי הפך לעבודה? (12 נקודות)

עורכים ניסוי זה במול של גז דו-אטומי:

- ד. מה תהיה טמפרטורת הגז בסופו של תהליך איזוכורי – גדולה מהטמפרטורה שחישבת בסעיף א, שווה לה או קטנה ממנה? הסבר. (7 נקודות)
- ה. מה תהיה טמפרטורת הגז בסופו של תהליך איזוברי – גדולה מהטמפרטורה שחישבת בסעיף ב, שווה לה או קטנה ממנה? הסבר. (7 נקודות)

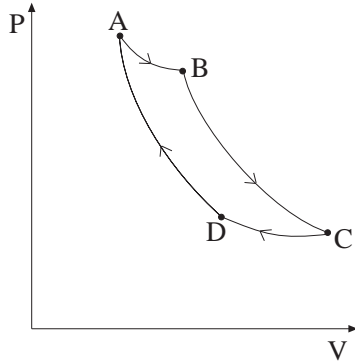
/המשך בעמוד 16/

12. התרשים שלפניך מציג את הלחץ כפונקציה של הנפח במשך מחזור אחד של מכונת קרנו.

המכונה פועלת באמצעות מול אחד של גז אידיאלי חד-אטומי, בין הטמפרטורות

$$T_2 = 300 \text{ K}, \quad T_1 = 500 \text{ K}$$

נתונים הנפחים בארבעת המצבים A, B, C, D :



$$V_A = 2 \text{ liter}$$

$$V_B = 3 \text{ liter}$$

$$V_C = 6.45 \text{ liter}$$

$$V_D = 4.3 \text{ liter}$$

א. חשב את העבודה W_{AB} שהגז עושה בקטע AB. (10 נקודות)

ב. חשב את כמות החום Q_{AB} הנמסרת לגז בקטע AB. (5 נקודות)

ג. הוכח כי העבודה הכוללת שהגז עושה בקטעים האדיאבטיים $(W_{BC} + W_{DA})$ מתאפסת. (13 נקודות)

ד. חשב את העבודה W_{CD} שהגז עושה בקטע CD. (12 נקודות)

ה. חשב את נצילות המכונה. השתמש רק בהגדרה: $\eta = \frac{W}{Q}$. (10 נקודות)

+

+

פרק שביעי – תורת היחסות הפרטית

13. אלקטרון מואץ ממנוחה על ידי הפרש פוטנציאל V .

א. חשב את מהירות האלקטרון לפי עקרונות הפיזיקה הקלאסית, כאשר

$$V = 500,000 \text{ Volt} \quad (10 \text{ נקודות})$$

ב. (1) הראה כי המהירות v של האלקטרון לפי תורת היחסות מקיימת את

$$\left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 - \frac{1}{\left(\frac{eV}{m_0 c^2} + 1\right)^2} \quad \text{הקשר:} \quad (15 \text{ נקודות})$$

(2) הסבר מדוע אי-אפשר להאיץ אלקטרון על ידי מתח כלשהו, כך שהוא יעבור

את מהירות האור. (5 נקודות)

ג. חשב את מהירות האלקטרון בתום ההאצה, כאשר $V = 200 \text{ Volt}$,

בשני האופנים (1)-(2) שלפניך:

(1) על פי הפיזיקה הקלאסית. (5 נקודות)

(2) על פי תורת היחסות. (5 נקודות)

ד. פי כמה גדולה מסת האלקטרון ממסת המנוחה שלו m_0 , בתום ההאצה,

בכל אחד משני המתחים (1)-(2) שלפניך?

(1) $V = 200 \text{ Volt}$ (5 נקודות)

(2) $V = 500,000 \text{ Volt}$ (5 נקודות)

+

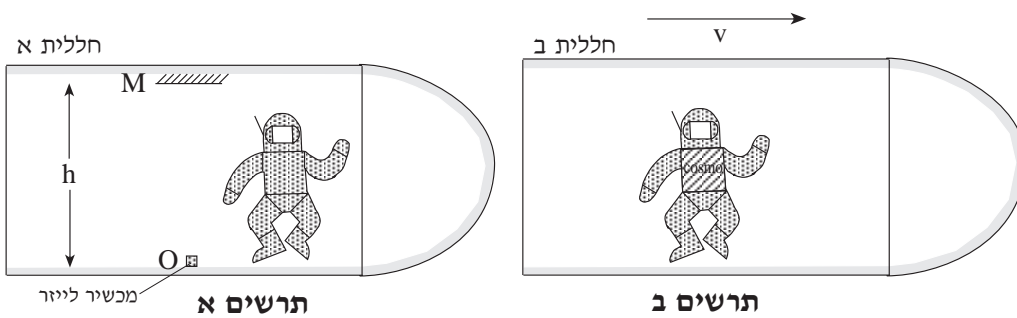
+

14. אסטרונוט א התקין בחללית שקופה (חללית א) "שעון אור" כמוצג בתרשים א:

על קרקעית החללית הוא הציב בנקודה O מכשיר לייזר, הפולט פולסים ומכוון אל מראה, M, שעל תקרת החללית. גובה התקרה הוא h. אסטרונוט א הגדיר את יחידת הזמן שלו כזמן הנמדד מרגע היציאה של פולס אור מהלייזר עד חזרתו אל נקודה O.

א. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הגודל של יחידת הזמן שהגדיר אסטרונוט א. (5 נקודות)

אסטרונוט ב נמצא בחללית שקופה אחרת (חללית ב), שנעה במהירות v בכיוון ימין ביחס לחללית א (ראה תרשים ב).



ב. סרטט את המסלול של פולס האור, מרגע יציאת הפולס, מנקודת ראותו של אסטרונוט ב. היעזר בהנחיות אלה: מערכת הצירים (x, y) נעה עם אסטרונוט ב; ציר x הוא בכיוון התנועה, וראשית הצירים בנקודה O ברגע יציאת הפולס. (10 נקודות)

אסטרונוט ב הגדיר את יחידת הזמן שלו כזמן התנועה של פולס האור בחללית א מ-O ל-M ובחזרה ל-O.

ג. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הגודל של יחידת הזמן שהגדיר אסטרונוט ב. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

- ד. התבסס על תשובותיך לסעיף א ולסעיף ג, וקבע מהו היחס בין האורכים של יחידות הזמן שהגדירו שני האסטרונוטים. (5 נקודות)
- ה. איזו משתי יחידות הזמן יכולה להיחשב לזמן עצמי? הסבר. (10 נקודות)
- ו. כל אחד משני האסטרונוטים בישל ביצה בחללית שלו. כל אחד מהם כיבה את האש לאחר שספר 27×10^8 יחידות זמן.
איזו ביצה הייתה מבושלת יותר? (10 נקודות)

/המשך בעמוד 20/

+

+

פרק שמיני – מערכות ייחוס

15. קרונית מחליקה בלי חיכוך על מסילה ישרה ומשופעת שנמצאת על פני כדור הארץ

(g – שדה הכבידה של הארץ). זווית השיפוע של המסילה היא α .

א. נסח את עקרון השקילות של איינשטיין. (7 נקודות)

ב. מה גודלו ומה כיוונו של שדה הכבידה שמקורו בתאוצת הקרונית, כפי שנמדד

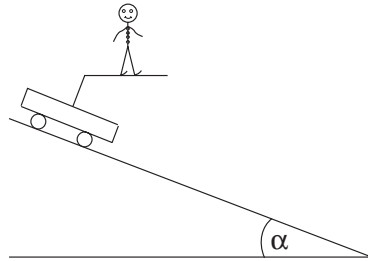
במערכת ייחוס הצמודה לקרונית? (8 נקודות)

ג. מה גודלו ומה כיוונו של שדה הכבידה הכולל, כפי שנמדד במערכת ייחוס הצמודה

לקרונית? הוכח את טענתך. (10 נקודות)

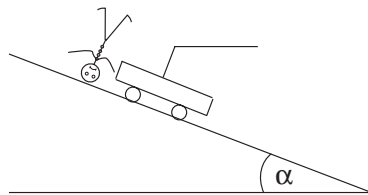
בתרשים א מוצגת בובה הניצבת על מתקן שהמשטח העליון שלו אופקי.

המתקן ניצב על קרונית, והקרונית מוחזקת על מסילה.



תרשים א

כאשר משחררים את הקרונית, הבובה נופלת מיד (ראה תרשים ב).



תרשים ב

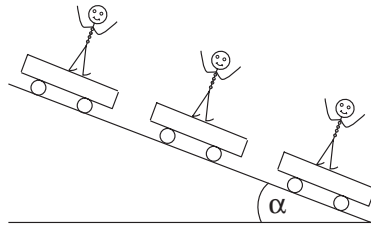
ד. הסבר מדוע הבובה נופלת במצב זה. (12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

בובה ניצבת על קרונית. הקרונית והבובה נעות במורד מסילה ישרה ומשופעת. בתרשים ג מוצגות הבובה והקרונית בשלוש נקודות זמן במהלך התנועה.



תרשים ג

הבובה אינה נופלת מן הקרונית במהלך התנועה.
ה. הסבר מדוע במצב זה אין הבובה נופלת. (13 נקודות)

/המשך בעמוד 22/

+

+

+

+

16. בתרשים שלפניך מוצג כדור הארץ, וכן סולם דמיוני גבוה מאוד שרגליו בקו המשווה.

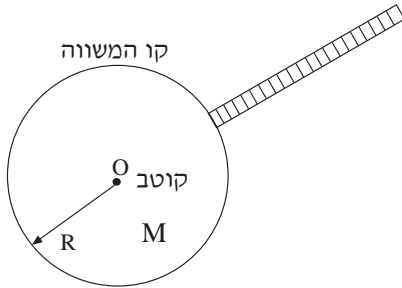
הנקודה O היא אחד הקטבים של כדור הארץ.

נתון: M – מסת כדור הארץ

R – רדיוס כדור הארץ

T – משך הסיבוב של כדור הארץ על צירו

G – קבוע הגרוויטציה



א. (1) בטא, באמצעות נתוני השאלה, את עוצמת שדה הכבידה על פני כדור הארץ

שמקורו במסת הארץ בלבד. (5 נקודות)

(2) חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ, בהנחה שאין הוא

מסתובב על צירו. (5 נקודות)

ב. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את עוצמת שדה הכבידה על פני כדור הארץ,

בקו המשווה, שנגרם בגלל סיבוב כדור הארץ על צירו. (10 נקודות)

ג. רשום ביטוי לשדה הכבידה הכולל בנקודה על קו המשווה הנמצאת בגובה פני הים.

(7 נקודות)

ד. אדם מטפס בסולם. הסבר מדוע הולך וקטן שדה הכבידה הכולל, שפועל על האדם

ונמדד ביחס אליו. (13 נקודות)

ה. האם יש נקודה על הסולם הזה, במרחק סופי מרגלי הסולם, שבה עוצמתו של

שדה הכבידה הכולל שווה לאפס ביחס למטפס? אם לא – נמק; אם כן – חשב את

המרחק של נקודה זו ממרכז כדור הארץ. (10 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
$\Sigma I = 0$ $\Sigma \mathcal{E} = \Sigma IR$	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 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	
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$	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
<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> $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n + p - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{d}$
<p style="text-align: center;">נוסחת יאנג</p> $\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$
<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	
$E = hv$	אנרגיה של פוטון
$E \text{ (eV)} = \frac{12400}{\lambda \text{ (Å)}}$	
$E_k = hv - B$	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
$hv = 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
$\bar{E}_k = \frac{3}{2}RT = c_v T$	
$c_v = \frac{3}{2}R$ $c_p = \frac{5}{2}R$	
$\frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{5}{3}$	
	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
3×10^8	$m \times s^{-1}$	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			