

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).
לכל שאלה – 50 נקודות. סה"כ: $50 \times 2 = 100$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
(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 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 אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או מהירות האור c .
 - 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 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 !

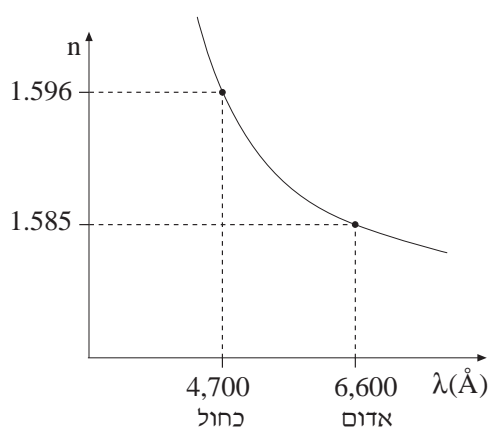
/המשך מעבר לדף/

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. א. הגרף בתרשים א' שלפניך מציג את מקדם השבירה של חומר שקוף מסוים, כפונקציה של אורך הגל (בתחום האור הנראה).



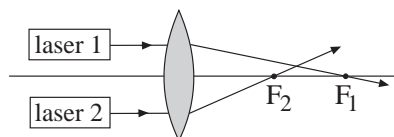
תרשים א'

היעזר בגרף והסבר מדוע זווית השבירה של קרן אור אדום הפוגעת בחומר השקוף שונה מזווית השבירה של קרן אור כחול הפוגעת בחומר השקוף באותה זווית.

(12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ב. מהחומר השקוף, הנזכר בסעיף א, יוצרים עדשה מרכזת דקה. מציבים שני מכשירי לייזר באוויר ($n = 1$), כך שהקרניים הנפלטות מהם מקבילות זו לזו ולציר האופטי הראשי. לאחר שהקרניים עוברות את העדשה הן פוגעות בציר האופטי בנקודות המוקד F_1 ו- F_2 , כמתואר בתרשים ב.



תרשים ב

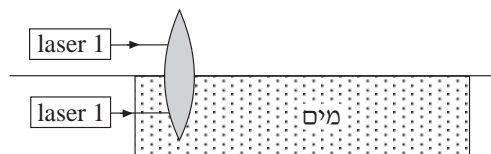
- אחד ממכשירי הלייזר פולט אור כחול ($\lambda = 4,700 \text{ \AA}$), והאחר פולט אור אדום ($\lambda = 6,600 \text{ \AA}$). איזה מבין שני המכשירים פולט את האור הכחול, ואיזה מהם פולט את האור האדום? נמק את תשובתך. (15 נקודות)

- ג. רדיוסי העקמומיות של העדשה הנזכרת בסעיף הקודם שווים זה לזה, ואורך כל אחד מהם הוא 12 cm.

חשב את המרחק בין שתי נקודות המוקד F_1 ו- F_2 . (15 נקודות)

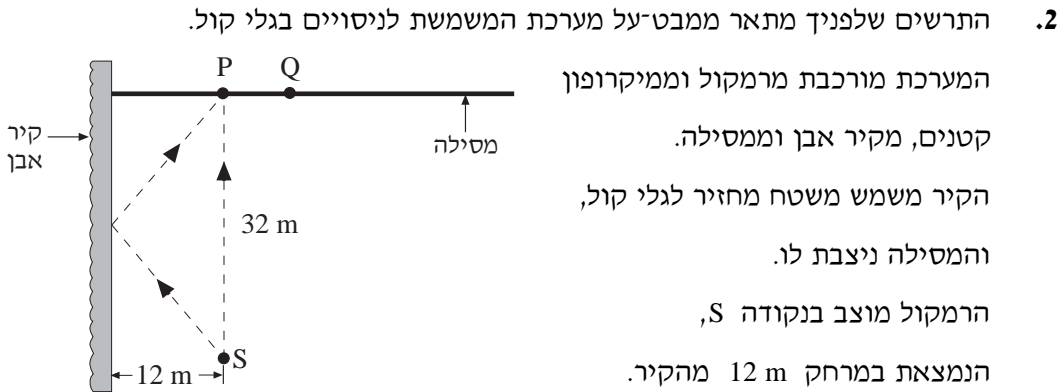
- ד. מחליפים את מכשיר הלייזר 2 במכשיר לייזר נוסף, הזוהה למכשיר הלייזר 1. מניחים את העדשה כך שהחצי התחתון שלה טבול במכל מים ארוך, כמתואר בתרשים ג.

מקדם השבירה של המים עבור אורך הגל ששני מכשירי הלייזר פולטים הוא 1.333.



תרשים ג

- סרטט במחברתך באופן איכותי (לא בסרטוט מדויק) את מהלך הקרניים לאחר שבירתן בעדשה, עד לנקודת החיתוך של כל קרן עם הציר האופטי הראשי. (8 נקודות)



המערכת מורכבת מרמקול וממיקרופון קטנים, מקיר אבן וממסילה. הקיר משמש משטח מחזיר לגלי קול, והמסילה ניצבת לו. הרמקול מוצב בנקודה S, הנמצאת במרחק 12 m מהקיר. המיקרופון חופשי לנוע על המסילה.

מזיזים אותו לנקודה P, הנמצאת במרחק 12 m מהקיר.

המרחק בין P ל-S הוא 32 m (ראה תרשים).

א. מפעילים את הרמקול, וגלי הקול הנפלטים ממנו מגיעים אל המיקרופון בשתי דרכים, המסומנות בתרשים:

הדרך האחת – מהרמקול שבנקודה S אל הקיר, ומשם אל נקודה P,

הדרך האחרת – מהרמקול שבנקודה S ישירות אל נקודה P.

חשב את הפרש הדרכים. (8 נקודות)

אורך הגל של גלי הקול הנפלטים מהרמקול הוא 8 m.

ב. הסבר מדוע בנקודה P נמדדת עוצמת קול מינימלית. (11 נקודות)

ג. מזיזים את המיקרופון על המסילה ימינה מנקודה P, והנקודה הבאה שבה

המיקרופון מודד עוצמת קול מינימלית היא נקודה Q (ראה תרשים).

גם אל נקודה Q מגיעים גלי הקול בשתי דרכים, כמו בסעיף א.

מהו הפרש הדרכים האלה? (11 נקודות)

ד. בנקודות לאורך המסילה שעוצמת הקול בהן מינימלית, עוצמת הקול שהמיקרופון

קולט היא נמוכה, אבל אינה אפס. הסבר מדוע. (11 נקודות)

משנים את התדירות של גלי הקול הנפלטים מהרמקול.

ה. חשב את התדירות המינימלית, שבה תתקבל בנקודה P עוצמת קול מקסימלית.

הנח שמהירות הקול באוויר היא 340 m/s. (9 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

פרק שני – פיזיקה מודרנית

3. מקור אור שהספקו 0.6 W פולט קרינה מונוכרומטית בקצב של 10^{18} פוטונים שנייה.

א. חשב את האנרגיה של פוטון אחד. (12 נקודות)

אלומת הפוטונים שמקור האור פולט פוגעת בקתודה של תא פוטו-אלקטרי, שפונקציית העבודה שלה היא $4.8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

הנח כי 3% מהפוטונים הנפלטים מהמקור גורמים לפליטת אלקטרונים מהקתודה.

ב. חשב את האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים הנפלטים מהקתודה. (10 נקודות)

ג. חשב את גודלה של המהירות המקסימלית של האלקטרונים הנפלטים מהקתודה. (10 נקודות)

ד. חשב את המתח העוצר בתא. (8 נקודות)

השנה (2005) מציינים בעולם את שנת הפיזיקה, במלאת מאה שנה לפרסום מאמריו המהפכניים הראשונים של אלברט איינשטיין.

באחד מהמאמרים הסביר איינשטיין את האפקט הפוטו-אלקטרי על ידי תיאור הקרינה האלקטרו-מגנטית כ"זרם פוטונים".

ה. הסבר בעזרת תיאור זה –

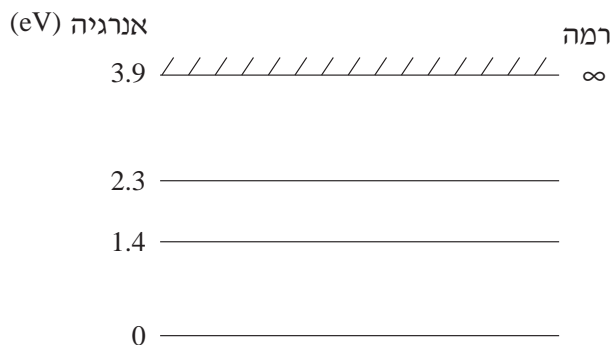
(1) כיצד משפיעה תדירות הקרינה הפוגעת על פליטת אלקטרונים בתא פוטו-אלקטרי. (5 נקודות)

(2) כיצד משפיעה עוצמת הקרינה הפוגעת על פליטת אלקטרונים בתא פוטו-אלקטרי. (5 נקודות)

4.

נתונה שפופרת של אדי צזיום בטמפרטורה גבוהה.

התרשים שלפניך מציג חלק מרמות האנרגיה של אטום צזיום. הנח כי כל מעברי האנרגיה בין רמות אלה מותרים.



א. חלק מאטומי הצזיום בשפופרת נמצאים ברמת היסוד, והשאר ברמה המעוררת הראשונה, ולכן נפלטת מהשפופרת קרינה אלקטרומגנטית מונוכרומטית. חשב את אורך הגל של קרינה זו. (7 נקודות)

אלומה של אלקטרונים שהאנרגיה שלהם היא $2.4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ עוברת דרך השפופרת, וחלק מהאלקטרונים מתנגשים באטומי הצזיום.

ב. חשב את אורכי הגל של כל קווי ספקטרום הפליטה היכולים להתקבל מאטומי הצזיום שבשפופרת. (13 נקודות)

ג. במקום אלומת האלקטרונים מעבירים בשפופרת אלומת פוטונים שהאנרגיה שלהם היא 0.9 eV .

מה הם אורכי הגל של כל קווי הספקטרום שיתקבלו כעת מאטומי הצזיום שבשפופרת? (13 נקודות)

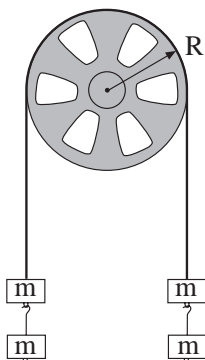
מספרו האטומי של הצזיום הוא 55, המסה האטומית שלו היא 132.9054 u , וידוע כי יש לו רק איזוטופ יציב אחד.

ד. מה מספר הפרוטונים ומה מספר הנויטרונים בגרעין האטום של הצזיום? (7 נקודות)

ה. הסבר מדוע מספר הנויטרונים גדול ממספר הפרוטונים בגרעין זה. (10 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

פרק שלישי – מכניקה של גוף קשיח



5. גלגלת שהרדיוס שלה הוא R מונחת על ציר חסר חיכוך.

מסביב לגלגלת כרוך חבל דק,

ובכל אחד מקצותיו תלויות שתי משקולות.

מסת כל משקולת היא m , כמתואר בתרשים שלפניך.

המערכת כולה נמצאת במנוחה.

א. בטא באמצעות נתוני השאלה את המתיחות בחבל

הכרוך מסביב לגלגלת. (8 נקודות)

מעבירים את אחת המשקולות מהצד הימני של הגלגלת לצדה השמאלי.

שלוש המשקולות שבצד השמאלי של הגלגלת נעות כלפי מטה בתאוצה $\frac{g}{3}$,

והמשקולת היחידה שבצדה הימני נעה כלפי מעלה באותה תאוצה.

החבל אינו מחליק על הגלגלת.

בסעיפים ב-ד, בטא באמצעות נתוני השאלה את:

ב. המתיחות בקטע החבל שעליו תלויות שלוש המשקולות (בצד השמאלי של הגלגלת).

(9 נקודות)

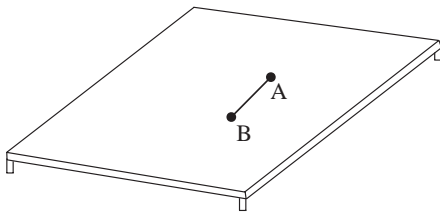
ג. המתיחות בקטע החבל שעליו תלויה המשקולת היחידה (בצד הימני של הגלגלת).

(9 נקודות)

ד. מומנט ההתמד I של הגלגלת. (16 נקודות)

ה. מתיחות החבל בצד השמאלי של הגלגלת (סעיף ב) שונה ממתיחות החבל בצדה

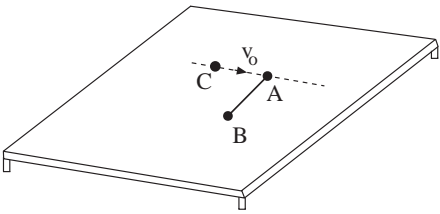
הימני (סעיף ג). הסבר מדוע. (8 נקודות)



תרשים א

6. לשני קצותיו של מוט דק וקל שאורכו ℓ מחוברים שני כדורים קטנים, A ו-B. המוט עם הכדורים נמצא במנוחה על שולחן אופקי חלק, כמתואר בתרשים א. המסה של כל אחד מהכדורים היא m . רדיוסי הכדורים, עובי המוט ומסתו זניחים.

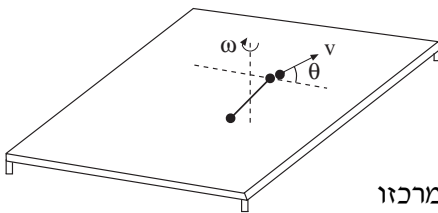
א. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את מומנט ההתמד של המוט עם הכדורים סביב ציר הניצב לשולחן ועובר במרכז המוט. (10 נקודות)



תרשים ב

כדור נוסף, C, הזהה לכדורים הקודמים, נע במהירות v_0 במאונך למוט, כמתואר בתרשים ב. הוא פוגע בכדור A שבקצה המוט.

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את התנע הזוויתי הכולל של המערכת ביחס למרכז המוט, מיד לפני הפגיעה. (12 נקודות)



תרשים ג

אחרי הפגיעה כדור C נע על השולחן במהירות v , וסוטה מכיוון תנועתו המקורי בזווית θ . המוט עם הכדורים מתחיל לנוע בקו ישר ובמהירות קבועה, ולהסתובב סביב מרכזו במהירות זוויתית ω (ראה תרשים ג).

ג. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את התנע הזוויתי הכולל של המערכת ביחס למרכז המוט, מיד אחרי פגיעת כדור C בכדור A. (8 נקודות)

ד. בטא באמצעות נתוני השאלה את ω . (14 נקודות)

ה. באיזו נקודה על המוט היה צריך כדור C לפגוע, כדי שהמוט לא יסתובב? הסבר. (6 נקודות)

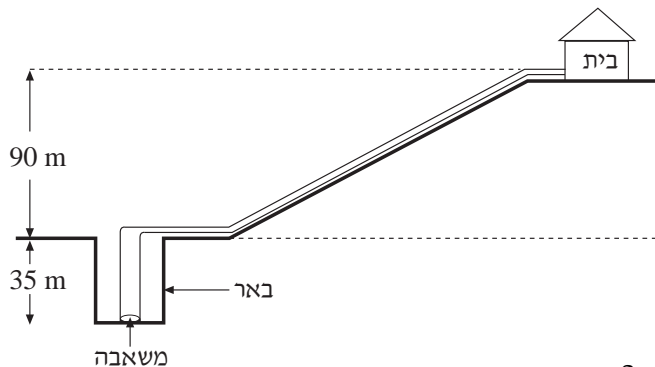
פרק רביעי – זרם חילופין

7. מעגל זרם חילופין טורי כולל נגד שהתנגדותו $R = 100 \Omega$, סליל אידאלי שהשראותו $L = 0.1 \text{ H}$ וקבל שקיבולו $C = 100 \mu\text{F}$, המחוברים למקור שהמתח האפקטיבי שלו הוא $\varepsilon = 110 \text{ V}$, ותדירותו היא 60 Hz .
- א. חשב את הזרם האפקטיבי במעגל. (10 נקודות)
- ב. האם המעגל נמצא במצב תהודה? הסבר. (5 נקודות)
- ג. (1) חשב את הפרש המופע בין הזרם ובין המתח. (6 נקודות)
 (2) קבע אם המתח מפגר אחרי הזרם, שווה-מופע לו או מקדים אותו. (4 נקודות)
- ד. מחברים וולטמטר לכל אחד מהרכיבים במעגל. מצא מהי קריאת הוולטמטר כאשר הוא מחובר:
- (1) לנגד. (5 נקודות)
 (2) לסליל. (5 נקודות)
 (3) לקבל. (5 נקודות)
- ה. הסבר מדוע סכום ערכי המתחים $V_C + V_L + V_R$ אינו שווה למתח המקור. (10 נקודות)

8. מעגל זרם חילופין טורי כולל נגד שהתנגדותו $R = 40 \Omega$, סליל אידאלי שהשראותו $L = 20 \text{ mH}$ וקבל שקיבולו ניתן לשינוי מ- $C = 0$ עד $C = 30 \mu\text{F}$. רכיבי המעגל מחוברים למחולל (גנרטור), שתדירותו ניתנת לשינוי, והוא מספק מתח אפקטיבי של 120 V .
- כיוונו את תדירות המחולל ל- 250 Hz , ואת הקיבול של הקבל כיוונו כך שהזרם במעגל הוא מקסימלי.
- א. לאיזה קיבול כיוונו את הקבל? נמק את תשובתך. (14 נקודות)
- ב. חשב את המתח האפקטיבי על הסליל. (10 נקודות)
- ג. מהו היחס בין המתח על הקבל ובין המתח על הסליל? נמק. (10 נקודות)
- החליפו את הסליל האידאלי בסליל לא-אידאלי, שהשראותו שווה להשראותו של הסליל האידאלי.
- ד. באיזה משני המקרים גורם האיכות של המעגל גדול יותר – כאשר הסליל הוא אידאלי או כאשר הסליל הוא לא אידאלי? נמק. (8 נקודות)
- ה. לאחר החלפת הסליל, האם המעגל נמצא במצב תהודה? נמק. (8 נקודות)

פרק חמישי – תורת הנוזלים והגזים

9.



ממשאבה השקועה בתחתית

באר מים שעומקה 35 m,

שואבים מים אל

בית הנמצא בגובה 90 m

מעל פתח הבאר,

כמתואר בתרשים שלפניך.

צפיפות המים היא $\rho = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.דיירי הבית צורכים 0.45 m^3 מים ביום, וזמן השאיבההנדרש לשם כך הוא שעה. הלחץ הממוצע המופק מהמשאבה הוא $2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.קוטר צינור המשאבה השקוע בבאר הוא 3 cm, והמים זורמים בו במהירות $0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

קוטר הצינור מחוץ לבאר הוא 1.25 cm, והוא זהה לקוטר הברז בבית,

שאליו הצינור מחובר.

הנח שהמשאבה עובדת בלי איבודי אנרגיה.

בסעיפים א-ד, חשב את:

א. העבודה הנדרשת לצורך שאיבת כמות המים הנצרכת ביום. (10 נקודות)

ב. ההספק של המשאבה. (5 נקודות)

ג. המהירות של המים הזורמים מהברז שבבית. (10 נקודות)

ד. לחץ המים המינימלי בברז שבבית. (20 נקודות)

ה. כתוב על איזה מבין החוקים i-v שלפניך מתבסס חוק ברנולי: (5 נקודות)

i חוק שימור התנע (הקווי).

ii החוק הראשון של ניוטון.

iii חוק פסקל.

iv חוק שימור האנרגיה.

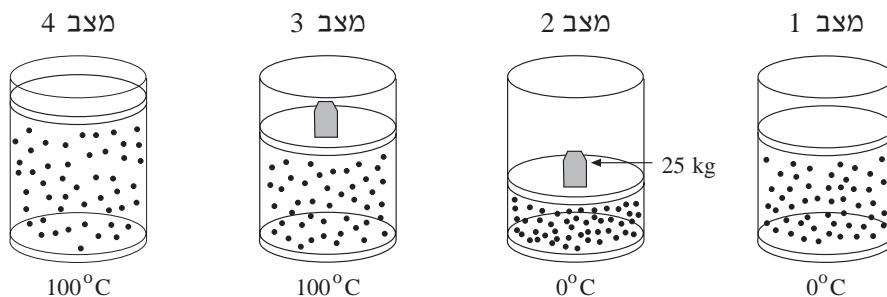
v חוק הכלים השלובים.

- 10.** נתונים שני מכלים, A ו-B. נפח מכל A הוא 0.5 ליטר, ונפח מכל B הוא 1.5 ליטר. המכלים מחוברים זה לזה בברז. במכל A יש 0.02 מול של גז אידאלי, ובמכל B יש 0.03 מול של אותו גז. טמפרטורת הגז בשני המכלים זהה. פותחים את הברז, והטמפרטורה נשארת קבועה.
- א.** האם הגז יזרום ממכל A למכל B או ממכל B למכל A ? נמק. (10 נקודות)
- ב.** לאחר שמחכים זמן רב, כמה מולים של גז יש בכל אחד מהמכלים? (15 נקודות)
- לאחר שמחכים זמן רב טמפרטורת הגז בשני המכלים היא 300 K.
- ג.** חשב את לחץ הגז בשני המכלים במצב זה. (15 נקודות)
- מקררים את הגז שבמכל A ל-200 K. הגז שבמכל B נשאר בטמפרטורה של 300 K.
- ד.** האם הגז יזרום ממכל A למכל B או ממכל B למכל A ? נמק. (10 נקודות)

פרק שישי – תרמודינמיקה

11. גליל מלא בגז אידאלי חד-אטומי. הגליל סגור בבוכנה ניידת ששטחה $1.2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$; מסת הבוכנה ניתנת להזנחה.

התרשים שלפניך מתאר ארבעה מצבים של הגז בגליל.



מצב 1 – הגליל נמצא באמבט מי-קרח, שהטמפרטורה שלו היא 0°C .

נפח הגז הוא $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, והלחץ שלו הוא $1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (לחץ אטמוספרי).

מניחים על הבוכנה משקולת שמסתה 25 kg , והיא גורמת לדחיסת הגז.

מצב 2 – המשקולת מונחת על הבוכנה, וטמפרטורת הגז היא עדיין 0°C .

א. חשב את לחץ הגז במצב 2. (14 נקודות)

ב. חשב את נפח הגז במצב 2. (9 נקודות)

הגליל עם המשקולת מוכנס לאמבט מים רותחים, וטמפרטורת הגז עולה ל- 100°C .

מצב 3 – המשקולת מונחת על הבוכנה, וטמפרטורת הגז היא 100°C .

ג. האם תהליך המעבר ממצב 2 למצב 3 הוא איזותרמי, איזוברי או אדיאבטי? נמק.

(9 נקודות)

מסירים את המשקולת מהבוכנה, ובעקבות זאת הגז מתפשט. טמפרטורת הגז

היא עדיין 100°C .

מצב 4 – אין משקולת על הבוכנה, וטמפרטורת הגז היא 100°C .

ד. חשב את נפח הגז במצב 4. (9 נקודות)

לבסוף, הגליל מוכנס שוב לאמבט מי-הקרח (טמפרטורה של 0°C), ובעקבות פעולה זו

המערכת חוזרת למצב 1.

ה. האם תהליך המעבר ממצב 4 למצב 1 הוא איזותרמי, איזוברי או אדיאבטי? נמק.

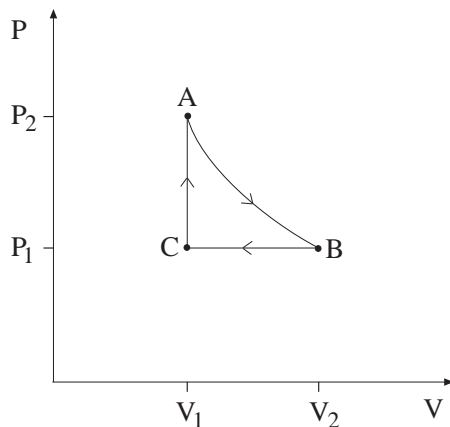
(9 נקודות)

/המשך בעמוד 14/

12. מול אחד של גז אידאלי חד-אטומי עובר תהליך $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$

כמתואר בדיאגרמת PV בתרשים שלפניך.

קטע התהליך $A \rightarrow B$ הוא אדיאבטי.



א. קבע איזו טמפרטורה גבוהה יותר – T_A או T_C . הסבר את קביעתך.

(6 נקודות)

ב. קבע איזו טמפרטורה גבוהה יותר – T_B או T_C . הסבר את קביעתך.

(6 נקודות)

ג. קבע איזו טמפרטורה גבוהה יותר – T_A או T_B . הסבר את קביעתך.

(10 נקודות)

ד. נתון כי $P_1 = 10^5 \frac{N}{m^2}$, $P_2 = 4 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$, $V_1 = 0.01 m^3$.

חשב את T_A , T_B ו- T_C . (12 נקודות)

ה. חשב את העבודה הכוללת שעושה הגז בתהליך $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$. (10 נקודות)

ו. לאחר מחזור שלם, הגז חוזר למצבו ההתחלתי A, כמתואר בתרשים.

האם האנרגיה הפנימית של הגז גדולה מערכה ההתחלתי, קטנה ממנה או שווה לה?

הסבר. (6 נקודות)

פרק שביעי – תורת היחסות הפרטית

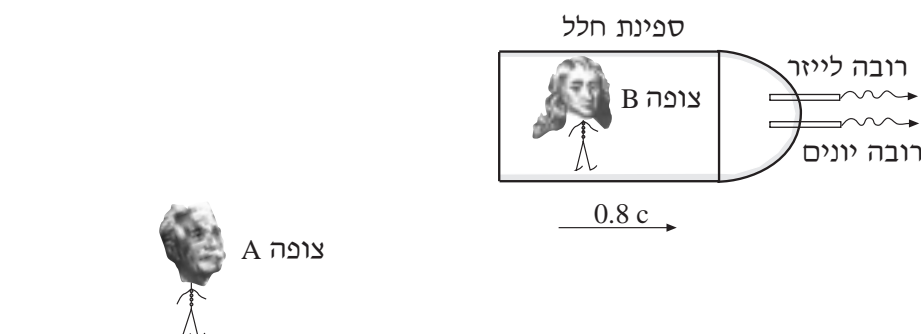
13. השנה (2005) מציינים בעולם את שנת הפיזיקה, במלאת מאה שנה לפרסום מאמריו המהפכניים הראשונים של אלברט איינשטיין. באחד מהמאמרים הציג איינשטיין את עקרונות תורת היחסות הפרטית.

א. כתוב בקצרה את שני העקרונות שעליהם מבוססת תורת היחסות הפרטית.

(10 נקודות)

ספינת חלל ובה צופה B מתרחקת במהירות קבועה של $0.8c$ מצופה A שעל הקרקע, כמתואר בתרשים.

בספינת החלל מותקנים שני רובים: רובה לייזר היורה קרני אור, ורובה יונים היורה יונים שמסת המנוחה שלהם $m_0 = 5 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ומהירותם $0.6c$ יחסית לספינת החלל. שני הרובים יורים בכיוון הטיסה.



ב. מהי המהירות של קרן האור הרובה הלייזר יורה, כפי שצופה A מודד אותה?

נמק את תשובתך. (5 נקודות)

ג. חשב את המהירות של היונים שנורו, כפי שצופה A מודד אותה. (15 נקודות)

ד. חשב את האנרגיה הקינטית של יון שנורה, כפי שצופה A מודד אותה.

(10 נקודות)

ה. חשב את האנרגיה הקינטית של יון שנורה, כפי שצופה B מודד אותה.

(10 נקודות)

14. במאיץ חלקיקים נוצר חלקיק בנקודה A. החלקיק נע בקו ישר ובמהירות קבועה של c 0.95 לעבר נקודה B, ובה הוא התפרק. המרחק בין A ל-B הוא 2 cm. המהירות והמרחק נתונים במערכת המעבדה.
- א. במערכת המעבדה, כמה זמן עבר מיצירת החלקיק עד התפרקותו? (5 נקודות)
- ב. מהו זמן החיים ("העצמי") של החלקיק? (15 נקודות)
- ג. מהו המרחק בין נקודה A לנקודה B במערכת הנעה עם החלקיק? (15 נקודות)
- ד. אילו פעל על החלקיק כוח, כך שמהירותו בין נקודה A לנקודה B הייתה הולכת וגדלה (החל מהערך ההתחלתי של c 0.95), האם החלקיק היה מתפרק לפני שהגיע לנקודה B, בנקודה B (כמו קודם) או לאחר שעבר את נקודה B? נמק. (15 נקודות)
- הערה: זכור כי זמן החיים ("העצמי") נשאר בלי שינוי.

פרק שמיני – מערכות ייחוס

15. גוף A שמסתו $m_A = 3 \text{ kg}$ נע ימינה במהירות שגודלה $v_A = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ומתנגש התנגשות אלסטית חד-ממדית בגוף B שמסתו $m_B = 2 \text{ kg}$ הנע ימינה במהירות שגודלה $v_B = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. המהירויות נתונות במערכת המעבדה.

א. ברגע מסוים לפני ההתנגשות גוף A נמצא על ציר x בנקודה ששיעורה 0, וגוף B נמצא על ציר זה בנקודה ששיעורה 3 m.

מה שיעור ה- x של נקודת מרכז המסה של שני הגופים ברגע מסוים זה?
(7 נקודות)

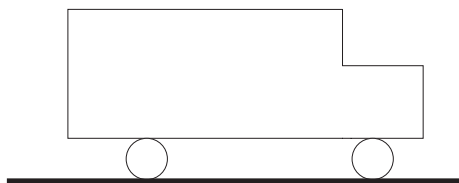
ב. חשב את מהירות מרכז המסה של שני הגופים ביחס למערכת המעבדה באותו רגע.
(7 נקודות)

ג. חשב את המהירות של גוף A ואת המהירות של גוף B לפני ההתנגשות, ביחס למערכת מרכז המסה. (8 נקודות)

ד. מה הן מהירויות הגופים לאחר ההתנגשות, ביחס למערכת מרכז המסה?
(10 נקודות)

ה. מה הן מהירויות הגופים לאחר ההתנגשות, ביחס למערכת המעבדה? (10 נקודות)

ו. הוכח, בלי להסתמך על הערכים המספריים שבשאלה, כי מהירות מרכז המסה של מערכת שני הגופים היא קבועה ואינה משתנה בעקבות ההתנגשות. (8 נקודות)

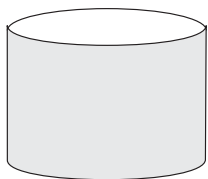


תרשים א

16. בתרשים א שלפניך מתוארת מכונית, הנוסעת ימינה על כביש אופקי בתאוצה שגודלה $a = 4 \frac{m}{s^2}$. הכיוון האופקי והתאוצה הם ביחס לארץ.

נוסע הנמצא בתוך המכונית מודד את שדה הכבידה.

- א. הסבר כיצד אפשר למדוד את גודלו ואת כיוונו של שדה הכבידה. (8 נקודות)
- ב. מה גודלו וכיוונו של שדה הכבידה בתוך המכונית ביחס לרצפת המכונית? העתק למחברתך את תרשים א, וציין בו את הכיוון של שדה הכבידה. (17 נקודות)



תרשים ב

- לנוסע יש סיר שדופנותיו ניצבים לתחתיתו (ראה תרשים ב). בסיר יש מרק. הנוסע שם את הסיר על שולחן, הנמצא בתוך המכונית. הוא רוצה להתקין את השולחן כך שבזמן הנסיעה עומק המרק בכל מקום בסיר יהיה שווה.

- ג. הסבר כיצד עליו להתקין את השולחן ביחס לרצפת המכונית. (תוכל להסביר בעזרת סרטוט). (10 נקודות)

במכונית נמצא גם ילד. הילד משחרר מידי בלון הליום (הליום הוא גז קל מהאוויר). הנח כי הבלון משוחרר במהירות אפס ביחס למכונית.

- ד. לאיזה כיוון יעוף הבלון? בטא את תשובתך באמצעות זווית ביחס לרצפת המכונית. (7 נקודות)

- ה. חשב את זמן המחזור של תנודות מטוטלת מתמטית (מטוטלת פשוטה) שאורכה 1 m, הנמצאת בתוך המכונית וקשורה לתקרה. (8 נקודות)

בהצלחה!

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 |
| $\Sigma I = 0$ | 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 סילונית 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 אידאלי |

כאוס

| | |
|---|--------------------------|
| | קבוע פיינגבאום |
| $\delta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n - a_{n-1}}{a_{n+1} - a_n} = 4.669\dots$ | |
| | 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 אידאלי | $pV = nRT$ |
| קיבולי חום מולריים של גז אידאלי | $c_p - c_v = R$ |
| למול אחד של גז אידאלי 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 אידאלי 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 אידאליים | $\Delta U = 0$ $Q = W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ |
| תהליך אדיאבטי הפיך בגזים אידאליים | $Q = 0$ $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ |
| 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 | | | |