

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשס"א, 2001
מספר השאלון: 917551
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה
ל-5 יח"ל

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 ארבע-עשרה שאלות בשבעה פרקים ושש-עשרה שאלות בשמונה פרקים ייחודיים. עליך לענות על שתיים מהן בלבד, משני פרקים שונים (שאלה אחת מכל אחד מהפרקים שבחרת).
לכל שאלה – 50 נקודות. $100 = 50 \times 2$ נקודות

ג. חומר עזר מומלץ לשימוש: 1. מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
2. נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. 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-דישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להוריד מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
- בחישוביך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² בשביל תאוצת הנפילה החופשית.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רישום טייטות כלשהן על דפים מחוץ למחברת עלול לגרום לפסילת הבחינה; רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

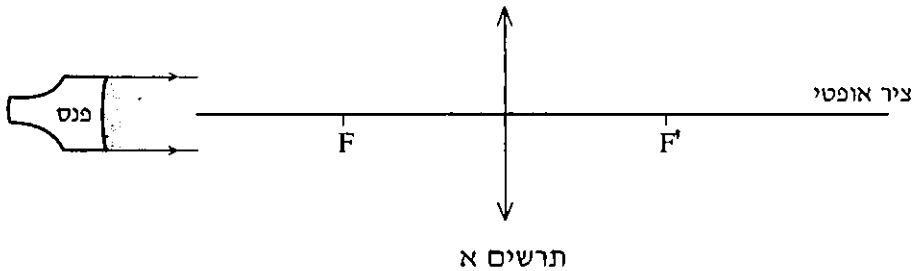
השאלות

בשאלון זה שבעה פרקים, ועוד שמונה פרקים ייחודיים. בכל 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. אלומה מקבילה נפלטת מפנס ומתפשטת ימינה.

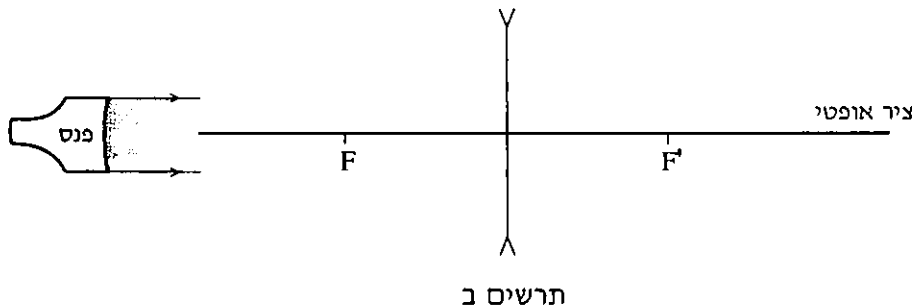
מציבים לפני הפנס עדשה מרכזת דקה, כך שהאלומה מקבילה לציר האופטי של העדשה, כמתואר בתרשים א. נקודות F ו- F' הן מוקדי העדשה.



א. העתק את תרשים א למחברתך, והוסף בו את מהלך האלומה דרך העדשה המרכזת

בעזרת שתי הקרניים המסומנות בתרשים. (5 נקודות)

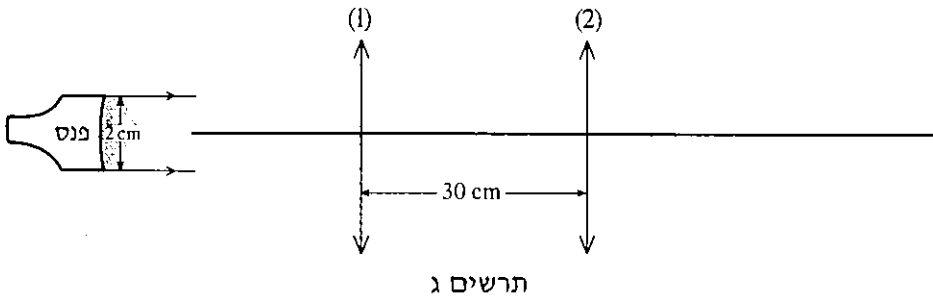
ב. מחליפים את העדשה המרכזת בעדשה מפזרת דקה, כמתואר בתרשים ב.



העתק את תרשים ב למחברתך, והוסף בו את מהלך האלומה דרך העדשה המפזרת

בעזרת שתי הקרניים המסומנות בתרשים. (5 נקודות)

ג. מחליפים את העדשה המפזרת בשתי עדשות מרכזות דקות (1) ו-(2). נתון כי המרחק בין העדשות הוא 30 cm, רוחק המוקד f_1 של עדשה (1) הוא 20 cm ורוחב האלומה הוא 2 cm (ראה תרשים ג).



(1) נמצא שהאלומה נשארת מקבילה לאחר יציאתה מעדשה (2).

העתק את תרשים ג למחברתך, וסרטט בו את מהלך האלומה דרך

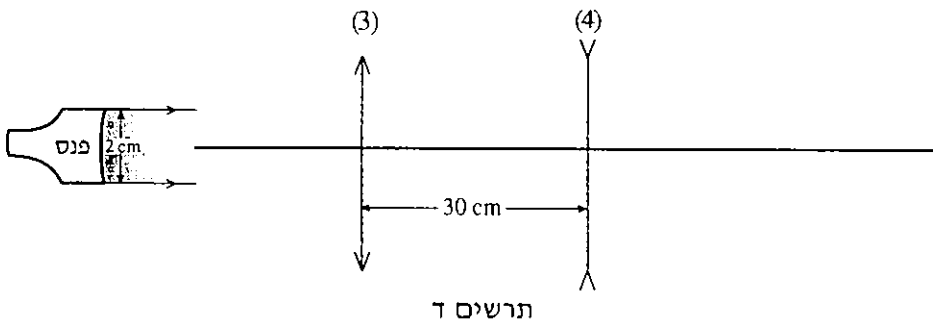
שתי העדשות. סמן בסרטוט את מוקדי עדשה (1) ב- F_1 ו- F_1'

ואת מוקדי עדשה (2) ב- F_2 ו- F_2' . (15 נקודות)

(2) חשב את רוחב האלומה לאחר יציאתה מעדשה (2). (15 נקודות)

ד. מחליפים את שתי העדשות בשתי עדשות אחרות דקות, אחת מרכזת (3) ואחת

מפזרת (4) (ראה תרשים ד).



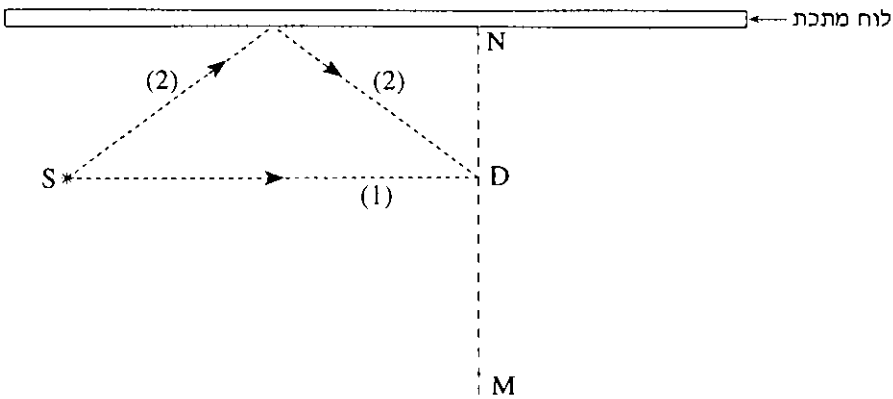
נמצא שגם במקרה זה האלומה נשארת מקבילה לאחר יציאתה מעדשה (4).

האם המוקד הימני של עדשה (3) נמצא מימין לעדשה (4) או משמאלה?

נמק (במילים או בעזרת סרטוט). (10 נקודות)

2. בתרשים שלפניך מתוארת מערכת ניסוי במבט מלמעלה. בנקודה S מוצב מקור נקודתי של גלי מיקרו בעלי אורך גל מסוים. בנקודה D מוצב חיישן לגלי מיקרו. לוח מתכת הניצב למישור הדף משמש מראה לגלי המיקרו. גלים הנפלטים מן המקור ב-S מגיעים לחיישן ב-D בשתי דרכים:
- (1) ישירות מהמקור.

(2) לאחר החזרה מלוח המתכת, שכתוצאה ממנה נוצר היפוך מופע.



כאשר החיישן מוזז לאורך מסילה MN המאונכת ללוח המתכת, מתגלות נקודות מקסימום ומינימום של עוצמת הגל.

א. הסבר מדוע נוצרות נקודות מקסימום ומינימום אלה. (10 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ב. נמצא כי הנקודה D היא נקודת המקסימום הקרובה ביותר ללוח המתכת מבין נקודות המקסימום המתגלות לאורך המסילה MN .

נתון: $SD = 24 \text{ cm}$, $ND = 5 \text{ cm}$ ו- SD מקביל ללוח המתכת.

(1) חשב את ההפרש בין דרך (2) לבין דרך (1) (ראה תרשים). (8 נקודות)

(2) חשב את אורך הגל של גלי המיקרו. (12 נקודות)

ג. מסירים את המקור הנקודתי ושמים מקור אחר בנקודה M , שעל מסילת

החיישן MN . מקור זה יוצר אלומה צרה ומקבילה של גלי מיקרו בעלי אורך גל

של 3 cm . האלומה הצרה מכוונת כלפי לוח המתכת. כאשר החיישן מוזז לאורך

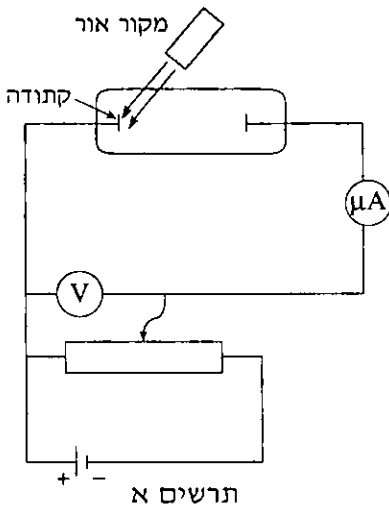
המסילה MN , מתגלות נקודות מקסימום ומינימום של עוצמת הגל.

(1) איזה סוג של תבנית גל נוצר לאורך הקו MN ? (7 נקודות)

(2) מהו המרחק בין שתי נקודות מינימום עוקבות לאורך הקו MN ?

(13 נקודות)

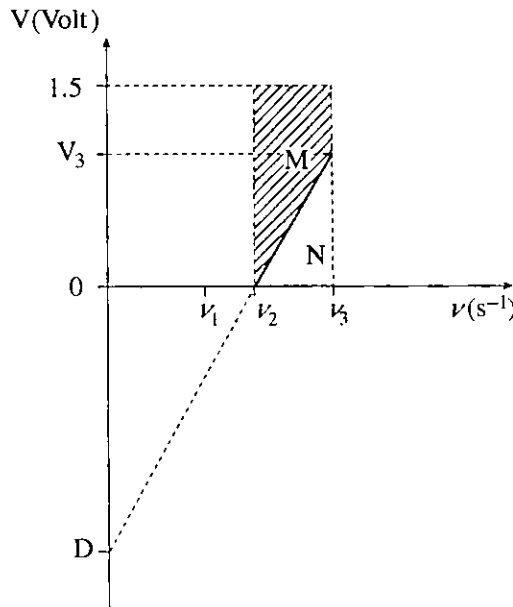
פרק שני – פיזיקה מודרנית



3. כדי לחקור את האפקט הפוטואלקטרי, חיבר תלמיד תא פוטואלקטרי למעגל חשמלי, כמתואר בתרשים א. הקתודה הוקרנה כל פעם באור מונוכרומטי. אורכי הגל שבהם הוקרנה הקתודה היו בתחום 4000 \AA עד 7000 \AA . (האור הנראה).

לקתודה אנרגיית קשר (פונקציית עבודה) של 2.07 eV , ואת המתח הנגדי בניסוי ניתן לשנות מאפס עד 1.5 V .

על-פי תוצאות הניסוי סורטט תרשים ב שלפניך. הציר האנכי בתרשים מציין את המתח שמדד הוולטמטר בניסוי, והציר האופקי מציין את תדירות האור המוקרן.



תרשים ב

התחום שבין v_1 ל- v_2 הוא התחום באור הנראה שבו לא התגלה אפקט פוטואלקטרי (לכל מתח שהוא) בניסוי.

התחום שבין v_2 ל- v_3 הוא התחום באור הנראה שבו התגלה אפקט פוטואלקטרי בניסוי.

א. (1) מהו אורך הגל המתאים לתדירות v_1 ? (5 נקודות)

(2) מהו אורך הגל המתאים לתדירות v_2 ? (5 נקודות)

(3) מהו אורך הגל המתאים לתדירות v_3 ? (5 נקודות)

ב. מהו ערך המתח בנקודה D (ראה תרשים ב)? הסבר. (12 נקודות)

ג. מהו ערך המתח V_3 (ראה תרשים ב)? הסבר. (15 נקודות)

ד. לגבי כל זוג ערכים של מתח ותדירות (V, v) באזור המסומן באות M לא עבר זרם

במיקרואמפרמטר. לגבי כל זוג ערכים של מתח ותדירות באזור המסומן באות N

עבר זרם במיקרואמפרמטר.

אם נגדיל את עוצמת האור, האם תשתנה הוריית המיקרואמפרמטר:

(1) בתחום M ?

(2) בתחום N ?

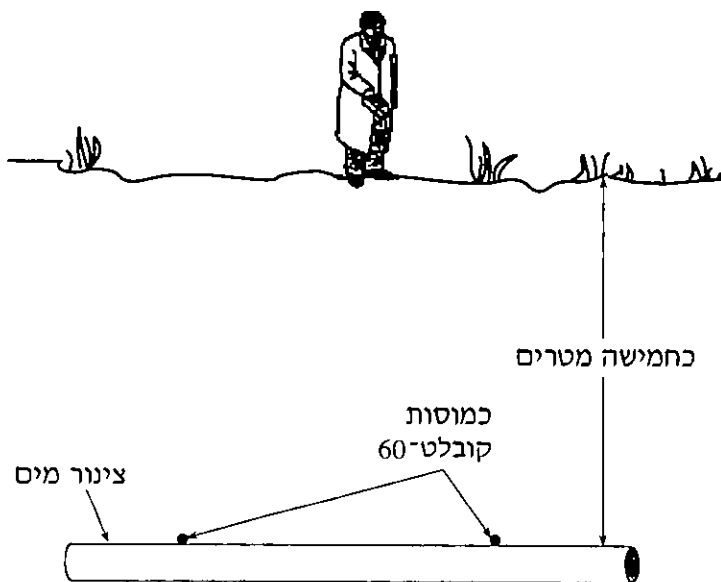
אם לא – נמק מדוע. אם כן – מה יהיה השינוי? (8 נקודות)

4. צינורות להובלת מים, הפרושים ברחבי המדינה, טמונים בתוך האדמה. חברת המים משתמשת במקורות רדיואקטיביים לסמן את המקומות שבהם הצינורות טמונים, כדי שאפשר יהיה בעתיד לאתר צינור ולתקנו.

לצינורות מוצמדות כמוסות (מכלים קטנים) של חומר רדיואקטיבי, קובלט-60, ^{60}Co ,



הצינורות טמונים באדמה בעומק של כחמישה מטרים, והפעילות הרדיואקטיבית של קרינת γ נמדדת על פני האדמה (ראה תרשים).



א. הסבר מדוע אין משתמשים במדידת קרינת ה- β^- הנפלטת בתהליך זה, אלא

במדידת קרינת ה- γ . (5 נקודות)

ב. האם אפשר לדעת מראש כעבור כמה זמן מרגע הכנסת קובלט-60 למכל ייפלט

אלקטרון (β^-) מגרעין מסוים של קובלט-60? הסבר. (5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

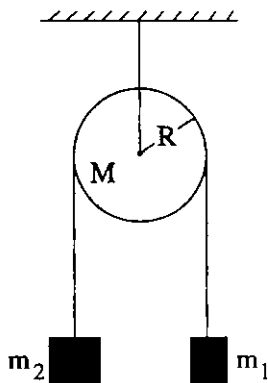
ג. זמן מחצית החיים של קובלט-60 הוא 5 שנים, ופליטת ה- γ מגרעיני Ni בתהליך זה היא מְיָדִית. מיד לאחר הטמנת הצינורות הפעילות הרדיואקטיבית שנמדדה על פני האדמה, מעל כמוסות החומר הרדיואקטיבי, הייתה 120 Bq (120 התפרקויות בשנייה).

(1) העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, והשלם בה את ערכי הפעילות שנמדדה על פני האדמה עם הזמן. (10 נקודות)

פעילות Bq	זמן (בשנים)
120	0
	5
	10
	15
	20

- (2) סרטט גרף המתאר את הפעילות שנמדדת על פני האדמה כפונקציה של הזמן, במשך 20 שנים, מרגע הטמנת החומר הרדיואקטיבי. (13 נקודות)
- (3) ניתן למדוד את הפעילות על פני האדמה אם זו אינה קטנה מ-10 Bq. אחרי כמה זמן חברת המים לא תהיה מסוגלת למדוד את קרינת ה- γ הנפלטת מהקובלט-60 שהוצמד לצינורות? נמק. (17 נקודות)

פרק שלישי – מכניקה של גוף קשיח



5. על גלגלת כרוך חוט שלקצותיו קשורות שתי משקולות,

שהמסות שלהן הן m_1 ו- m_2 (ראה תרשים).

נתון כי הגלגלת היא גליל מלא ואחיד,

בעל רדיוס R ומסה M .

המשקולות מוחזקות במנוחה, וברגע

מסוים משחררים את המערכת.

המשקולת m_2 יורדת ($m_2 > m_1$),

המשקולת m_1 עולה, והגלגלת מסתובבת בהשפעת החוט הכרוך עליה הנע עמה ללא

החלקה. מסת החוט זניחה.

א. לאחר שהמשקולת m_2 ירדה מרחק h , הייתה מהירותה v .

לו הייתה מסת הגלגלת זניחה והמשקולת m_2 הייתה יורדת אותו מרחק h ,

הייתה מהירות המשקולת u .

האם $v = u$, $v < u$ או $v > u$? נמק. (10 נקודות)

נתון: $M = m_2 = 0.4 \text{ kg}$ $m_1 = 0.2 \text{ kg}$ $h = 0.9 \text{ m}$

ב. חשב את v . (20 נקודות)

ג. חשב את גודל התאוצה של המשקולת m_2 (במקרה שמסת הגלגלת אינה זניחה).

(10 נקודות)

ד. האם נשמר התנע הזוויתי הכולל של המערכת (גלגלת ושתי משקולות), סביב ציר

הסיבוב של הגלגלת? הסבר. (10 נקודות)

6. בחלל נמצא לוויין שצורתו כדור אחיד בעל רדיוס 2 m ומסה 1000 kg .

ברגע מסוים אירעה תקלה, ונפלטה מהלוויין כמות גז שמסתה 3 kg ומהירותה $15 \frac{m}{s}$

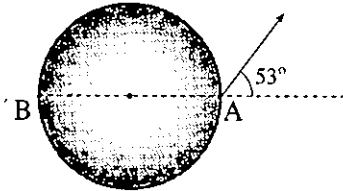
(יחסית ללוויין). הגז נפלט תוך זמן קצר מאוד:

הדליפה התרחשה בנקודה A, וכיוון זרימת הגז היה

בזווית 53° להמשך הקוטר BA, כמתואר בתרשים א.

כתוצאה מן הדליפה החל הלוויין להסתובב סביב

הציר שלו.



תרשים א

א. חשב את המהירות הזוויתית של סיבוב הלוויין בתום הדליפה.

הזנח את איבוד המסה של הלוויין שנגרם כתוצאה מהדליפה. (20 נקודות)

ב. האם המהירות הזוויתית של הלוויין תגדל, תקטן או לא תשתנה:

(1) אם צורתו תהיה כדור אחיד בעל רדיוס 3 m, ושאר הנתונים לא ישתנו? נמק.

(5 נקודות)

(2) אם מסתו תהיה 2000 kg, ושאר הנתונים לא ישתנו? נמק. (5 קודות)

(3) אם צורתו תהיה קליפה כדורית (דקה), ושאר הנתונים לא ישתנו? נמק.

(5 נקודות)

ג. רוצים להפסיק את התנועה הסיבובית

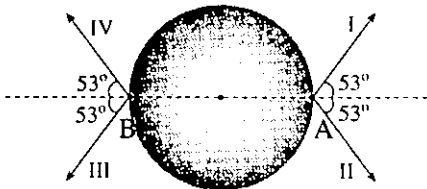
של הלוויין על-ידי הזרמת גז.

באילו מהכיוונים I, II, III, IV,

המתוארים בתרשים ב, אפשר להזרים גז

מהלוויין החוצה כדי להפסיק את סיבוב

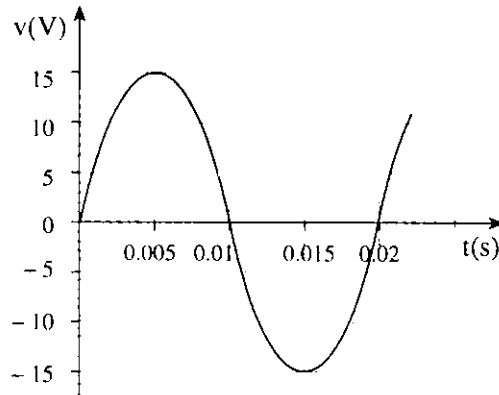
הלוויין? הסבר. (15 נקודות)



תרשים ב

פרק רביעי – זרם חילופין

7. מקור מתח חילופין מחובר לסליל השראה אינדאלי שהשראתו 95.5 mH .
בגרף שלפניך מתואר מתח המקור v כפונקציה של הזמן t :

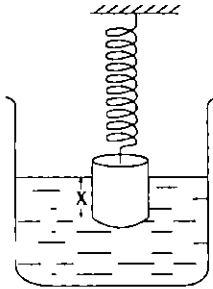


א. היעזר בגרף ומצא:

- (1) את המתח המקסימלי של המקור. (2 נקודות)
 - (2) את תדירות המקור. (4 נקודות)
 - (3) ביטוי למתח המקור v כפונקציה של הזמן t . (6 נקודות)
- ב.
- (1) חשב את הזרם המקסימלי שזורם במעגל. (8 נקודות)
 - (2) מהו הפרש המופע בין הזרם במעגל למתח המקור? (4 נקודות)
 - (3) רשום ביטוי לזרם i במעגל כפונקציה של הזמן t . (6 נקודות)
- ג. סרטט גרף המתאר את הזרם i כפונקציה של הזמן t בתחום הזמנים $0 - 0.02 \text{ s}$. על הציר האופקי רשום את הזמנים המופיעים בגרף הנתון, ועל הציר האנכי רשום את ערך הזרם המקסימלי. (8 נקודות)
- ד. מחליפים את מקור המתח בקבל טעון, ומקבלים אותו הזרם במעגל: אותה התדירות ואותו הזרם המקסימלי.
- (1) מהו קיבול הקבל? (8 נקודות)
 - (2) מה היה המטען ההתחלתי של הקבל? (4 נקודות)

8. אל מקור מתח חילופין, בעל תדירות הניתנת לשינוי ומתח אפקטיבי של 12 V שאינו תלוי בתדירות, מחברים בטור: סליל לא אידאלי, קבל שקיבולו $20\ \mu\text{F}$ ואמפרמטר שהתנגדותו $1\ \Omega$.
- כאשר משנים את תדירות המקור, מתברר שהזרם האפקטיבי המקסימלי שמראה האמפרמטר הוא 1 A , והוא מושג כאשר תדירות המקור היא 1000 Hz .
- א. (1) חשב את ההתנגדות האומית של הסליל. (8 נקודות)
(2) חשב את השראות הסליל. (9 נקודות)
- ב. מחברים וולטמטר בין קצותיו של הסליל כאשר האמפרמטר מראה זרם מקסימלי של 1 A . חשב את המתח (האפקטיבי) שיראה הוולטמטר. (11 נקודות)
- ג. מחליפים את הקבל בקבל שקיבולו $80\ \mu\text{F}$ (בלי לשנות את הסליל).
- (1) חשב לאיזו תדירות יש לכוון עכשיו את מקור המתח כדי שיזרום במעגל הזרם המקסימלי. (11 נקודות)
- (2) האם המתח שנמדד עכשיו בין קצות הסליל (כאשר הזרם הוא מקסימלי) גדול מהמתח שחישבת בסעיף ב, קטן ממנו או שווה לו? נמק. (11 נקודות)

פרק חמישי – תורת הנוזלים והגזים

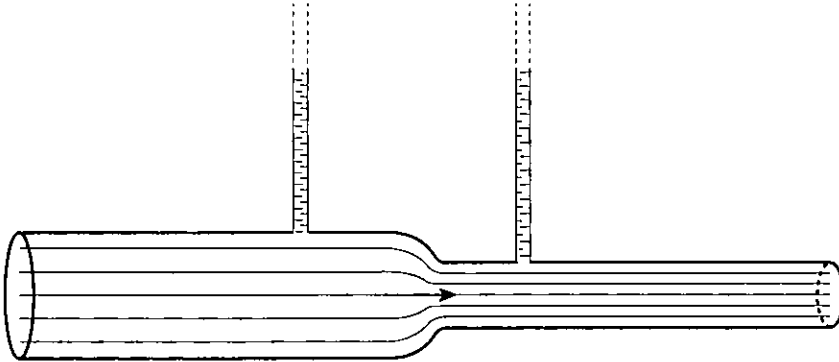


9. תלמיד תלה גליל (בעל צפיפות אחידה) על דינמומטר (קפיץ מכוייל), והוריד אותו באטיות לתוך כלי עם מים. גובה פני המים בכלי גדול מגובה הגליל. חלק הגליל שטבול במים אורכו x (ראה תרשים). התלמיד רשם את הוריית הדינמומטר F עבור ערכי x שונים, כפי שמוצג בטבלה שלפניך:

x (cm)	0	1	2	3	4
F (N)	0.53	0.45	0.37	0.3	0.22

- א. העתק את הטבלה למחברתך, והוסף לה שורה של ערכי כוח העילוי שפעל על הגוף עבור ערכי x שבטבלה. (9 נקודות)
- ב. סרטט, על-פי הטבלה שהשלמת בסעיף א, גרף המתאר את כוח העילוי שפועל על הגוף כפונקציה של x . (9 נקודות)
- ג. צפיפות המים היא $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. היעזר בגרף ומצא את שטח הבסיס של הגליל. (12 נקודות)
- ד. כאשר הגליל היה טבול כולו במים (בלי לגעת בקרקעית הכלי), הוריית הדינמומטר הייתה 0.14 N . מהי צפיפות הגליל? (12 נקודות)
- ה. התלמיד חזר על הניסוי עם שמן במקום מים. צפיפות השמן קטנה מצפיפות המים. הסבר כיצד ישתנה הגרף של כוח העילוי, הפועל על הגוף כפונקציה של x , בהשוואה לגרף שסרטטת בסעיף ב. (8 נקודות)

10. א. בתרשים מתואר צינור ונטורי שבו מים זורמים ימינה. קוטר החלק השמאלי של הצינור הוא 20 cm, וקוטר החלק הימני הוא 12 cm. לצינור מחוברות שתי צינוריות דקות וארוכות מאוד. הצינוריות אינן מסורטטות בתרשים במלוא אורכן.

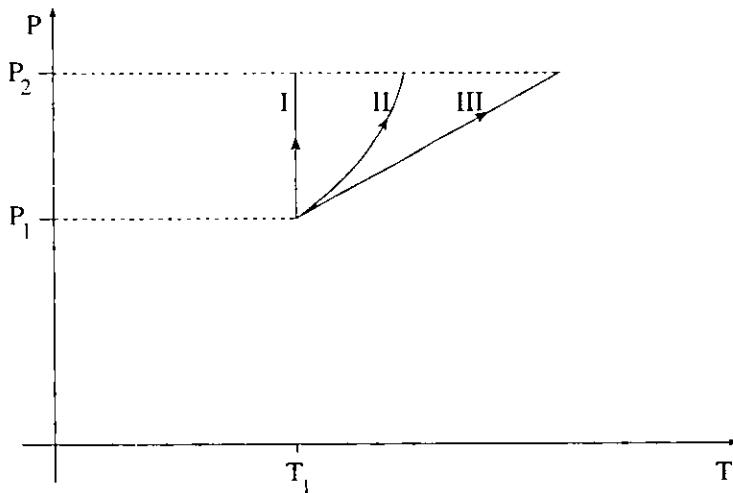


- (1) האם מהירות זרימת המים בחלק הימני (הצר) של הצינור קטנה ממהירות זרימת המים בחלק השמאלי (העבה), גדולה ממנה או שווה לה? נמק את תשובתך באופן מילולי, בעזרת שיקולים פיזיקליים. (14 נקודות)
- (2) ההפרש בין לחץ המים בחלק השמאלי של הצינור לבין לחץ המים בחלק הימני הוא $2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$. צפיפות המים היא $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. מצא כמה ליטר מים עוברים דרך הפתח הימני של הצינור בכל שנייה (קצב ספיקה). (22 נקודות)

- ב. (1) הסבר כיצד נמדד הפרש הלחצים בין שני חלקי הצינור. (6 נקודות)
- (2) חשב את הלחץ בכל אחד משני חלקי הצינור, אם נתון כי גובה עמוד הנוזל בצינורית השמאלית הוא 4 m. (8 נקודות)

פרק שישי – תרמודינמיקה

11. נתון מכל ובו מול אחד של גז אידאלי חד-אטומי בטמפרטורה T_1 ולחץ P_1 . בתרשים שלפניך מתוארים שלושה תהליכים הפיכים, I, II, III, שהגז עובר, החל מהמצב ההתחלתי הנתון. בכל אחד משלושת התהליכים הגז מגיע ללחץ סופי P_2 .



- א. לכל אחד מהתהליכים I, II, III התאם את סוג התהליך המתאים לו מביין

סוגי התהליכים (1)-(8) שלפניך:

- (1) התפשטות אדיאבטית.
- (2) דחיסה אדיאבטית.
- (3) התפשטות איזותרמית (בטמפרטורה קבועה).
- (4) דחיסה איזותרמית (בטמפרטורה קבועה).
- (5) התחממות איזוברית (בלחץ קבוע).
- (6) התקררות איזוברית (בלחץ קבוע).
- (7) התחממות איזוכורית (בנפח קבוע).
- (8) התקררות איזוכורית (בנפח קבוע).

(15 נקודות)

ב. היעזר בגרף וקבע בסופו של איזה מן התהליכים III-I האנרגיה הפנימית היא הגדולה ביותר, ובסופו של איזה מהתהליכים היא הקטנה ביותר. הסבר.

(15 נקודות)

ג. נתון: $T_1 = 300 \text{ K}$, $P_1 = 2 \text{ atm}$, $P_2 = 3 \text{ atm}$.

מצא את הטמפרטורה:

(1) בסוף תהליך I . (4 נקודות)

(2) בסוף תהליך II . (8 נקודות)

(3) בסוף תהליך III . (8 נקודות)

12. נתון כלי מבודד המכיל $M_1 = 1 \text{ kg}$ מים בלחץ אטמוספרי ובטמפרטורה של $T_1 = 80^\circ\text{C}$.

מכניסים לכלי $M_0 = 0.5 \text{ kg}$ קרח ב- $T_0 = 0^\circ\text{C}$. מחכים עד שכל הקרח יפשר ויושג

שיווי-משקל. נסמן ב- T_2 את הטמפרטורה הסופית של מצב שיווי-המשקל.

נתון כי חום סגולי של מים הוא: $c = 4.19 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$,

וחום היתוך של קרח הוא: $H = 3.33 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

א. (1) כתוב, בעזרת הגדלים שהוגדרו בשאלה, ביטוי (באותיות בלבד) עבור כמות

החום שנוספה לקרח עד שהפך למים בטמפרטורה T_2 . (10 נקודות)

(2) כתוב, בעזרת הגדלים שהוגדרו בשאלה, ביטוי (באותיות בלבד) עבור

כמות החום שנפלטה מהמים מן הטמפרטורה ההתחלתית שלהם T_1 עד

הטמפרטורה הסופית T_2 . (10 נקודות)

ב. חשב את הטמפרטורה הסופית T_2 . הסבר. (15 נקודות)

ג. האם האנטרופיה גדלה או קטנה בתהליך? הסבר. (5 נקודות)

ד. אם הטמפרטורה ההתחלתית של המים מספיק נמוכה, הקרח לא יפשר כולו.

חשב את הטמפרטורה ההתחלתית של המים, הדרושה לכך שבסוף התהליך יישאר

250 גרם קרח בשיווי-משקל עם מים בטמפרטורה של 0°C . (10 נקודות)

פרק שביעי – תורת היחסות הפרטית

13. א. נסח שתי הנחות פיזיקליות, שעליהן מבוססת תורת היחסות הפרטית.

(20 נקודות)

השתמש בטרנספורמציות לורנץ כדי לפתור את הסעיפים ב ו- ג.

ב. רכיבי שני מאורעות במערכת אינרציאלית S הם:

$$\text{מאורע 1: } x_1 = 300 \text{ m}, \quad t_1 = 10^{-6} \text{ s}$$

$$\text{מאורע 2: } x_2 = 600 \text{ m}, \quad t_2 = 5 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

באיזו מהירות ובאיזה כיוון (המקביל לציר ה- x) עלינו לנוע יחסית

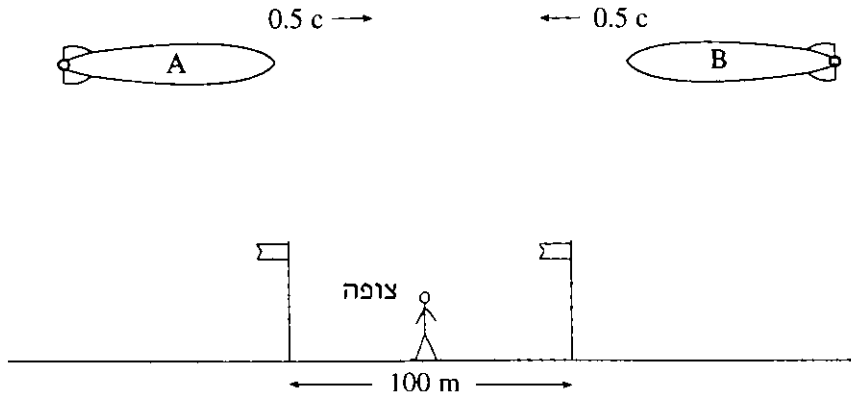
למערכת S , כדי ששני המאורעות ייראו לנו בו־זמנית? (20 נקודות)

ג. הוכח שאם שני מאורעות מתרחשים בו־זמנית ובאותה נקודה במערכת S ,

הם יתרחשו בו־זמנית גם במערכת S' הנעה במהירות קבועה יחסית ל- S .

(10 נקודות)

14. שתי חלליות דמיוניות A ו-B נעות זו לקראת זו, וגודל מהירויותיהן ביחס לצופה שעל הקרקע הוא $0.5c$. הצופה עומד בין שני דגלים שהמרחק ביניהם 100 m . התרשים שלפניך מסורטט מנקודת הראות של הצופה שעל הקרקע.

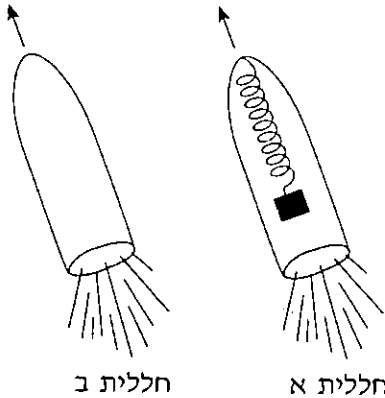


- א. מהו גודל מהירות הצופה ביחס לחללית B ? (8 נקודות)
- ב. מהו גודל מהירות החללית A ביחס לחללית B ? (12 נקודות)
- ג. לפי הצופה, בכמה זמן יחלוף חרטום החללית A את המרחק בין הדגלים? (12 נקודות)
- ד. לפי טייס החללית A, בכמה זמן יחלוף חרטום החללית A את המרחק בין הדגלים? (12 נקודות)
- ה. אם האורך העצמי של החללית A הוא 110 m , האם הצופה ימצא את החללית ברגע מסוים כשהיא כולה נמצאת בין הדגלים? נמק. (6 נקודות)

פרקים ייחודיים

שים לב: השאלות 15-30 מיועדות לתלמידים שלמדו על-פי תכניות ייחודיות.

פרק שמיני – מערכות ייחוס



חללית ב

חללית א

15. שתי חלליות נעות הרחק מכל גרם שמים,

לאורך מסלולים מקבילים ובאותו כיוון

(ראה תרשים).

אדם בחללית א מבצע שתי מדידות:

הוא מודד את התאוצה של חללית ב ביחס

לציר מקום (y), הקשור לחללית א

וכיוונו החיובי בכיוון התנועה

של שתי החלליות, ומוצא שהתאוצה שווה ל- $+5 \frac{m}{s^2}$.

הוא שוקל גוף שמסתו 2 kg הנמצא בחללית, כמתואר בתרשים, ומוצא שמשקלו 2 N.

א. מהו הגודל של שדה הכבידה ביחס לחללית א? (10 נקודות)

ב. מהי התאוצה של חללית א? (5 נקודות)

ג. אדם בחללית א זורק כדור כלפי מעלה. הכדור חוזר לידיו כעבור 2 s.

(1) הסבר את המונח "כלפי מעלה". (5 נקודות)

(2) באיזו מהירות ביחס לחללית א נזרק הכדור? (10 נקודות)

ד. מהו הגודל של שדה הכבידה ביחס לחללית ב? (10 נקודות)

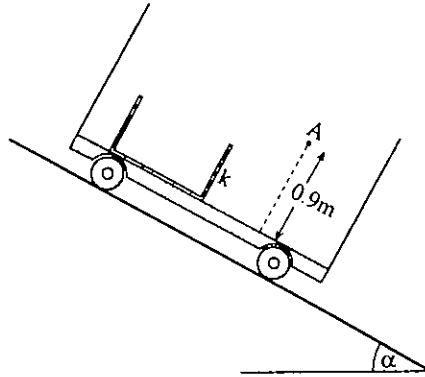
ה. מהו המשקל של גוף, שמסתו 2 kg, ביחס לחללית ב? (5 נקודות)

ו. בחללית ב נמצאת מטוטלת פשוטה (מתמטית) שאורכה 1.5 m.

האם המטוטלת יכולה להתנווד בחללית זו? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב

את זמן מחזור התנועות של המטוטלת. (5 נקודות)

16. מסילה חלקה וישרה, שזווית שיפועה α , ממוקמת על כדור הארץ. קרון נע ללא חיכוך על המסילה (ראה תרשים).



צופה א, הנמצא על הקרקע במנוחה ביחס לארץ, מודד שדה כבידה המסומן ב- \vec{g} .

א. (1) מהו שדה הכבידה בקרון, הקשור רק לתאוצת הקרון?

ציין את כיוונו, ובטא את גודלו באמצעות נתוני השאלה. (5 נקודות)

(2) הוכח כי שדה הכבידה (הכולל), במערכת ייחוס הקשורה לקרון, מאונך למסילה

המשופעת, וכי גודלו, g' , מקיים את הקשר $g' = g \cdot \cos \alpha$. (10 נקודות)

/המשך בעמוד 23/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

נתון כ: עוצמת שדה הכבידה הנמדד על-ידי צופה א: $g = 10 \frac{N}{kg}$;

זווית השיפוע של המסילה: $\alpha = 60^\circ$;

גובה הנקודה A (ראה תרשים) מעל רצפת הקרונית הוא 0.9 m .

ב. צופה ב הנמצא בתוך הקרון משחרר כדור מנקודה A ממצב מנוחה (מנוחה – ביחס לקרון).

(1) העתק את תרשים הקרונית למחברתך, וסמן בו את מסלול הכדור מנקודה A עד פגיעתו ברצפת הקרון. (10 נקודות)

(2) חשב כעבור כמה זמן מרגע שחרורו יפגע הכדור ברצפת הקרון. (10 נקודות)

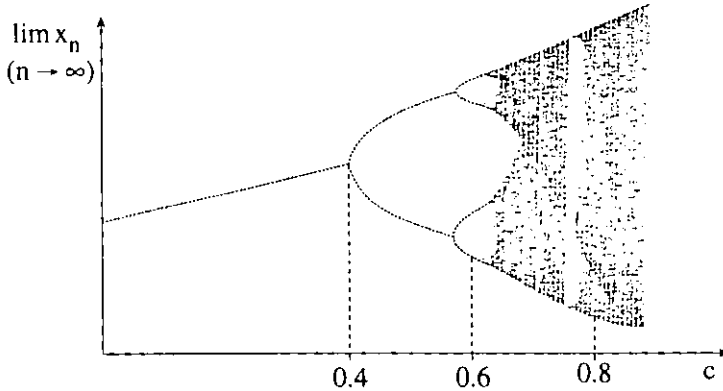
ג. בקרון נמצא כלי k ובו מים הנמצאים במנוחה ביחס לקרון (המים אינם מסורטטים בתרשים).

העתק שנית את התרשים למחברתך, וסמן בו את פני המים שבכלי. (10 נקודות)

ד. מנקודת הראות של צופה ב, האם פועל על צופה א גם שדה כבידה הקשור לתאוצה? אם לא – נמק. אם כן – מה כיוונו ומה גודלו של שדה כבידה זה? (5 נקודות)

פרק תשיעי – כאוס

17. לפניך תרשים התפצלות של המשוואה $g(x) = c \cos(\pi x)$.



א. נבחר ערך התחלתי x_0 שרירותי. יהיה x_n הערך של האיטרציה מספר n של המיפוי $g(x)$.

(1) ערוך גרף מקורב של $x_n(n)$ לשלושת המיפויים הבאים (x_n כפונקציה של n):

$$g(x) = 0.3 \cos(\pi x) ; g(x) = 0.45 \cos(\pi x) ; g(x) = 0.8 \cos(\pi x)$$

(2) תאר במילים כל אחד משלושת הגרפים שערכת.

(15 נקודות)

ב. נתונים ערכים של c שבהם מתרחשת הכפלת מחזור:

$$c = 0.5760 \text{ ל-} 4$$

$$c = 0.6169 \text{ ל-} 8$$

(1) חשב באופן אנליטי (במידת הדיוק שמאפשרים הנתונים) את הערך של c ,

שבו המושך מסדר 8 הופך להיות המושך מסדר 16. (10 נקודות)

(2) מדוע ערך זה אינו מדויק? (6 נקודות)

ג. אם בסעיף א היית מתחיל מערך התחלתי x_0 שונה במקצת מזה שנבחר,

איך היה משתנה הגרף של $x_n(n)$ בכל אחד משלושת המקרים? הסבר.

(10 נקודות)

ד. נניח ש- $x = a$ הוא פתרון המשוואה $x = 0.45 \cos(\pi x)$.

האם a היא נקודת שבת מושכת? נמק. (9 נקודות)

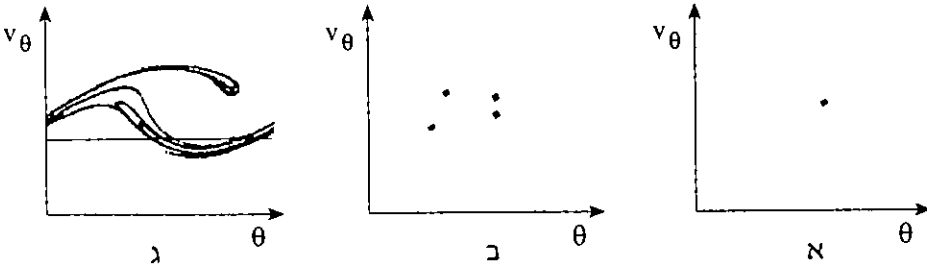
18. א. הסבר מהו פרקטל. (5 נקודות)

ב. מטוטלת מרוסנת מאולצת על-ידי הזזת נקודת התלייה מעלה-מטה בתנועה מחזורית, בזמן המחזור שלה הוא T .

כל T שניות מודדים את הזווית θ ואת המהירות הזוויתית v_θ , ומקבלים את

סדרת הערכים: $(\theta_0, v_{\theta_0}), (\theta_1, v_{\theta_1}), \dots, (\theta_n, v_{\theta_n})$.

התרשים שלפניך מייצג מדידות במרחב המופע עבור שלושה מקרים שונים – א, ב, ג (המדידות הראשונות לא נרשמו).



באיזה מהמקרים א, ב, ג שבתרשים אתה רואה פרקטל? פרט. (10 נקודות)

ג. הסבר מהו ממד פרקטלי של גוף (שהוא בעל נפח ואינו נקודתי). (10 נקודות)

ד. תלמיד לקח פיסות נייר בעלות יחידות שטח: 1, 2, 4, 8, וכן הלאה. (הנח כי

המסות של פיסות הנייר פרופורציוניות לשטחן.) התלמיד קימט את הפיסות ל"כדורים" ומדד רדיוס ממוצע של כל אחד מהם. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך:

16	8	4	2	1	מספר יחידות שטח
3.3	3	1.9	1.4	1.3	רדיוס ממוצע (ס"מ)

(1) על-פי הטבלה, סרטט גרף כך שיתקבל קו ישר. (15 נקודות)

(2) חשב מתוך הגרף את הממד הפרקטלי של הכדור המקומט. (10 נקודות)

פרק עשירי – אסטרופיזיקה

19. א. הסבר:

(1) מהו מקור האנרגיה של השמש.

(2) מהו "פחת המסה" בשמש.

(5 נקודות)

ב. כל שנייה השמש פולטת קרינה של 3.8×10^{26} ג'אול.

חשב מהו פחת המסה בשמש במשך שנייה. (5 נקודות)

ג. אילו תהליך המיזוג של גרעיני המימן להליום בשמש היה יכול להימשך בקצב בלתי

משתנה עד גמר המלאי של המימן, כמה זמן הייתה השמש ממשיכה לפלוט קרינה

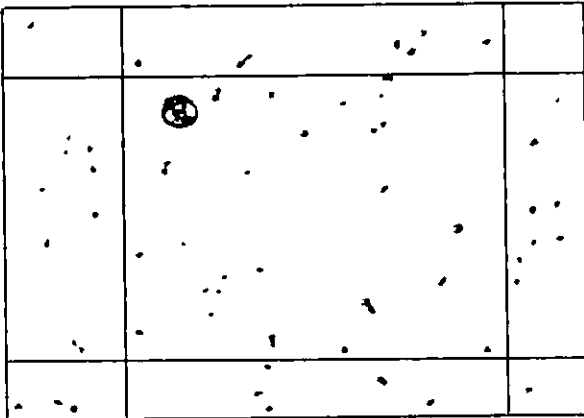
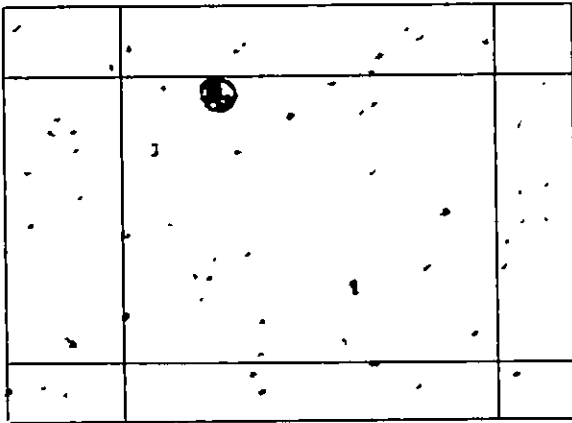
בקצב הנוכחי? (הנח כי 75% מהמסה הנוכחית של השמש הם מימן.) (8 נקודות)

ד. איך המדענים מתארים את העתיד של השמש ("הזדקנות" ו"מוות")? הסבר.

(16 נקודות)

ה. ידוע שלא כל הכוכבים "יזדקנו" ו"ימותו" באותה צורה כמו השמש.

אילו שני "סוגי מוות" נוספים אתה מכיר? תאר והסבר בקצרה. (16 נקודות)



20. לפניך שתי תמונות של קטע שמים הכולל ירח. התמונות צולמו באותה שעה משתי נקודות תצפית על פני כדור הארץ: בישראל ובקוריאה. המרווח הזוויתי בין שני קווי האורך שבתמונות הוא 5° .

א. הגדר מהי פרלקסה.

(8 נקודות)

ב. מצא את זווית הפרלקסה

על־פי התצלומים, והסבר

איך עשית זאת. (השתמש

בסרגל.) (12 נקודות)

ג. חשב את המרחק בין הירח

לכדור הארץ, אם ידוע ששתי

נקודות התצפית נמצאות על אותו קו רוחב, והמרחק ביניהן (אורך הקו הישר המחבר

אותן) הוא 5300 ק"מ. (15 נקודות)

ד. זמן מחזור הירח סביב כדור הארץ הוא 27 ימים ו-8 שעות.

חשב את מסת כדור הארץ. (7.5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ה. לפי מיקומו ומופעו של הירח ניתן לקבוע מהי השעה בלילה. שיטה זאת נקראת

שיטת "שעון הירח".

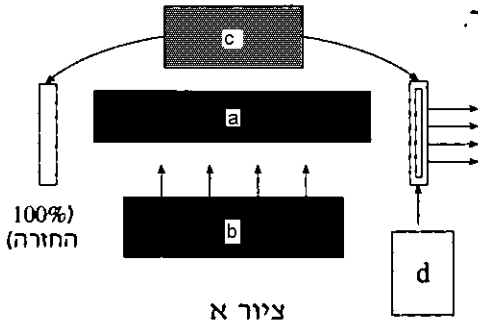
(1) הסבר את השיטה.

(2) העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, ומלא בה את הטור של השעה.

(7.5 נקודות)

השעה	המופע	מיקום
	חצי מלא, הולך וקטן	זנית
	מלא	זריחה
	סהר זק	שקיעה

פרק אחד-עשר – לייזרים ויישומיהם



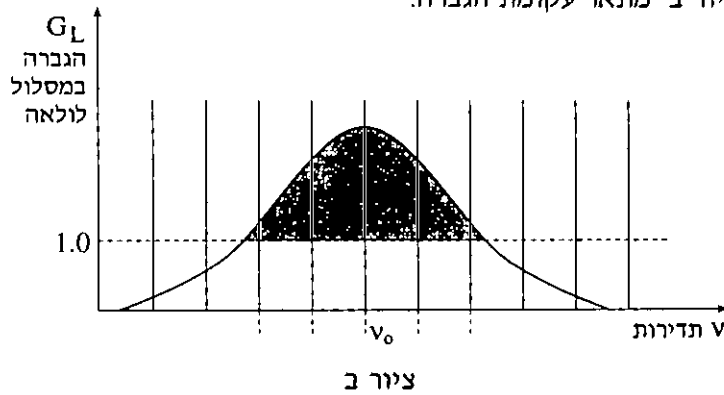
21. א. ציור א מתאר באופן סכמתי מתקן לייזר.

הסבר, על-פי ציור א,

מה הן ארבע יחידות המבנה

של מתקן הלייזר. (10 נקודות)

ב. ציור ב מתאר עקומת הגברה.



על-פי ציור ב, ענה על תת-סעיפים (1)-(4):

- (1) מה מסמן הקו המקווקו האופקי? (5 נקודות)
- (2) מה מסמן האזור האפור שנמצא מתחת לעקומת ההגברה? (5 נקודות)
- (3) כמה תדירויות יופיעו במוצא הלייזר? (5 נקודות)
- (4) העתק את ציור ב למחברתך, וסמן בו את רוחב קו הפלואורסנציה של הלייזר.

(5 נקודות)

ג. אורך הגל המדויק הנפלט מלייזר He-Ne הוא $0.6328 \times 10^{-6} \text{ m}$, המרחק בין מראות המהוד הוא 50 ס"מ, רוחב הקו של הלייזר הוא $1.5 \times 10^9 \text{ Hz}$, $c = 2.997930 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
חשב:

(1) מהי התדירות המרכזית של קו הלייזר. (8 נקודות)

(2) כמה אופני תנודה אורכיים של המהוד נכנסים בתוך קו הלייזר. (8 נקודות)

ד. כאשר מגדילים את אורך המהוד, האם מספר אופני התנודה של הלייזר משתנה?

הסבר. (4 נקודות)

22. א. בלייזר He-Ne : מהו התפקיד של גז He , ומהו התפקיד של גז Ne ?

(10 נקודות)

ב. לייזר He-Ne פועל בהגבר סף.

מקדמי ההחזרה של המראות הם: $R_1 = 0.999$, $R_2 = 0.95$, $G_A = 1.05$.

חשב את גורם האיבודים M , ואת מקדם האיבודים α . (30 נקודות)

ג. מהי הסיבה לאיבודי הקרינה בלייזר, ובמה תלוי ההגבר בתווך הפעיל?

(10 נקודות)

פרק שנים-עשר – אלקטרואופטיקה

23. א. מה הם ההבדלים העקרוניים בין ההדמיה בתחום הנראה להדמיה תרמית?
(10 נקודות)
- ב. אילו גורמים ותנאים צריכים להתקיים, על-מנת שתמונה תרמית תהיה קרובה בטיבה ובצורתה לתמונת הגוף באור נראה? (15 נקודות)
- ג. גל מים בעל שטח של $A_1 = 5 \text{ m}^2$ ואמיסיביות של $\epsilon_1 = 10^{-7}$, שרוי בלילה בטמפרטורה של $T_1 = 283 \text{ K}$. הגל פונה אל השמים כך שהאור מוחזר ממנו בכיוון אופקי. השמים מכוסים בעננים, המהווים גוף אפור בעל אמיסיביות של $\epsilon_2 = 0.8$ וטמפרטורה של $T_2 = 270 \text{ K}$. בהנחה שעל הגל "מסתכלים" רק $A_2 = 3 \text{ m}^2$ של העננים, ובהנחה שרק החלק ה- $\frac{10^{-6}}{\pi}$ של קרינתם מגיע לגל, חשב:
- (1) כמה הספק קרינה בסך הכול יקבל מכשיר תרמי המסתכל אופקית על הגל.
(15 נקודות)
- (2) את הטמפרטורה הכללית (השקולה) שבה יראה המכשיר את הגל. (10 נקודות)
24. א. הסבר את עקרון הפעולה של מכשיר ראייה תרמי טורי. השתמש בסרטוט לתיאור מרכיביו. (15 נקודות)
- ב. מהו ההבדל בין מכשיר ראייה תרמי טורי למכשיר ראייה תרמי מקבילי?
מה הם היתרונות והחסרונות של כל אחד מהם? נמק. (20 נקודות)
- מכשיר ראייה תרמי צופה אל גוף אפור נתון המורכב משני חצאים, שכל אחד מהם הוא בעל שטח של $A = 0.5 \text{ m}^2$ ובעל אמיסיביות $\epsilon = 0.6$.
- הטמפרטורה של חצי אחד של הגוף היא $T_1 = 400 \text{ K}$. על החצי השני מוקרנת קרינת שמש בעוצמה של $\frac{P_2}{A} = 50 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
- ג. מה צריכה להיות הטמפרטורה של החצי השני של הגוף האפור הנתון, על מנת שסך כל הקרינה (בכל אורכי הגל) הנצפית מחצי אחד תהיה שווה לסך כל הקרינה הנצפית מהחצי השני? (15 נקודות)
- /המשך בעמוד 33/

פרק שלושה-עשר – היסטוריה ופילוסופיה של הפיזיקה

25. א. תאר את מערכת היקום ואת תנועת השמש כפי שהיו ידועות בתקופת אריסטו. התייחס לשתי תרבויות: השומרית והמצרית. (30 נקודות)
- ב. כיצד שינתה "המהפכה המדעית" של המאה ה' 17 את מה שהיה ידוע על מערכת היקום ותנועת השמש בתקופת אריסטו? (20 נקודות)
26. סקור את השינויים לאורך ההיסטוריה, שחלו בתפיסת אחד המושגים שלפניך:
- אור: התייחס ליוון העתיקה ולמאות ה' 17, ה' 19 וה' 20.
- אנרגיה: התייחס למאות ה' 13, ה' 18 וה' 20.
- החשמל והמגנט: התייחס למאות ה' 13, ה' 18 וה' 19.
- (50 נקודות)

פרק ארבעה-עשר – פיזיקה במקורות יהודיים

27. א. לפניך מובאות **משנה תורה לרמב"ם**, הלכות גנבה, פרק ח':
- הלכה י"ב**: מניין שחייב המוכר להכריע ללוקח בעת ששוקל לו? שנאמר אבן שלמה וצדק יהיה לך. אמרה תורה צדק משלך ותן לו.
- הלכה י"ג**: וכמה, בלח אחד למאה וביבש אחד לארבע מאות.
- כיצד מכר לו עשר ליטריא לח? נותן לו גירומין אחד מעשרה בליטרא. ואם מכר לו עשרים ליטריין יבש? נותן לו גירומיו אחד מעשרים בליטרא. וכן לפי חשבון זה בין רב בין מעט.
- הלכה י"ד**: במה דברים אמורים? במקום שנהגו למכור עין בעין. אבל במקום שנהגו להכריע, חייב להכריע לו **טפח**.
- (1) מה חייבה התורה: בלח אחד למאה וביבש אחד לארבע מאות או הכרעת טפח? (10 נקודות)
- (2) איזו דרישה יותר חמורה: אחד לארבע מאות או הכרעת טפח? הסבר. (10 נקודות)
- ב. כאשר תולים סחורה מסוימת על זרוע אחת של מאזניים, המשקל המדומה של הסחורה הוא 9 ק"ג. כאשר תולים את הסחורה על זרוע שנייה של המאזניים, משקלה המדומה הוא 4 ק"ג.
- (1) מצא את היחס שבין אורכי הזרועות. (15 נקודות)
- (2) מצא את המשקל האמיתי של הסחורה. (15 נקודות)

28. המשפט שלפניך לקוח מפירוש הרמב"ן על הפסוק "זאת אות הברית אשר אני נתן"

(בראשית, ט', 12):

"ואנחנו על כורחנו נאמין לדברי היוונים שמלהט השמש באוויר הלח יהיה הקשת..."

א. כיצד התייחס הרמב"ן להסבר של היוונים בעניין היווצרות הקשת? (10 נקודות)

ב. האם ניתן לענות על שאלת קיום תופעת הקשת לפני המבול או התחדשותה אחרי

המבול על-פי פירוש הרמב"ן שלעיל? הסבר. (10 נקודות)

ג. (1) פרט את המהלך של קרן אור מהשמש לעין של אדם הצופה בקשת ביום גשום.

(15 נקודות)

(2) איפה יעמוד הצופה יחסית לשמש ולקשת כדי לצפות בקשת, ובאיזו זווית

ראייה הוא צופה בה? (15 נקודות)

פרק חמישה-עשר – יהדות ופיזיקה (דת ומדע)

29. א. (1) הסבר מניין נובע כוח העילוי הפועל על גוף השקוע בנוזל. (8 נקודות)

(2) נתון נוזל שצפיפותו ρ_1 . גוף שצפיפותו ρ_2 צף בנוזל זה

כך ש- 30% מנפחו שקועים בתוך הנוזל.

מהו יחס הצפיפויות? הסבר. (10 נקודות)

ב. לפניך קטע ממסכת מקוואות, פרק שישי, משנה ו' וכן הביאור למשנה.

**וְגִיטְרָא שְׁבִמְקוּוָה, וְהַטְבִּיל בָּהּ אֶת הַכֵּלִים – טְהוּרוּ
מִטְמָאוֹתָן, אֲבָל טְמָאִים עַל גַּב כְּלֵי חָרָס. אִם הָיוּ
הַמַּיִם צְפִימִים עַל גַּבָּיו כָּל שְׁהֵן – טְהוּרִין. מִצֵּין**

ביאור משנה ו'

גיטרא שבמקווה – גיטרא היינו כלי חרס שנשבר חלק ממנו, ועדיין הוא ראוי לשמש (ע"י כ"ט T, ב-ג). ובאה המשנה ללמד בגיטרא טמאה הצפה על פני המקווה, והמים נכנסים לתוכה דרך הפגיונות שבשפתה, והטביל בה את הכלים – כלים קטנים, כגון מחטים, שנטמאו, טהרו מטומאתן – שהרי המים שבתוכה מעורבים עם מי המקווה, כמו שבארנו לעיל, אבל טמאים על גב כלי חרס – שהואיל והגיטרא יוצאה קצת מהמים, הרי כשמוציא את הכלים מן המים, נטמאים המים שעל גביהם מאויר הגיטרא, שכלי חרס טמא מטמא מאוירו, ואינו נטהר במקוה, וחוזרים המים הטמאים ומטמאים את הכלים, כדון משקים טמאים. אם היו המים צפים על גביו – על גבי הגיטרא, כל שהן – שהיתה שקועה כולה במי המקווה, אף על פי שאין למעלה משפתה אלא מים כל שהם, טהורין – הכלים, לפי שהמים שעל גביהם לא נטמאו מאויר הגיטרא, הואיל והכלים לא היו באוויר הגיטרא עצמה אלא בתוך המים, והרי המים טהורים הם, מאחר שמחוברים עם מי המקווה; והכלים לא נטמאו מאויר הגיטרא, שאין כלים מיטמאים מאויר כלי חרס (רחב"ט; רא"ש; אליהו רבא").

(1) הסבר מדוע הגיטרא צפה על פני המים, אף-על-פי שצפיפות החרס גדולה

מצפיפות המים. (10 נקודות)

(2) האם הגיטרא תוכל לצוף כאשר כל החללים יתמלאו במים? נמק.

(8 נקודות)

(3) הסבר באילו מקרים הכלים ייטהרו מטומאתם. בתשובתך התייחס הן לנאמר

במשנה ובביאור והן לחוק ארכימדס. (14 נקודות)

30. א. חללית נעה במהירות של $c \cdot 0.8$. חשב במשך כמה זמן היא עברה את המרחק בין כדור הארץ לשמש:
- (1) לפי שעון החללית.
- (2) לפי שעון הנמצא אצל צופה על פני כדור הארץ.
- (15 נקודות)
- ב. ענה על סעיף א, כאשר מהירות החללית היא $c \cdot 0.005$. (12 נקודות)
- ג. (1) על-פי מסורת יהודית העולם קיים כ-6000 שנה והוא נברא במשך ששת ימי הבריאה. לפי תאוריות שונות העולם קיים מיליארדי שנים, ומשך התהוותו מיליארדי שנים.
- תן שני הסברים ליישוב סתירה זו. אחד ההסברים חייב להיות מבוסס על תורת היחסות. (16 נקודות)
- (2) חשב באיזו מהירות נע היקום, אם היווצרותו ארכה 24 שעות לפי התורה, ומיליון שנים לפי תאוריית המפץ הגדול. (7 נקודות)

בהצלחה!

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