



	שם התלמיד
	ביה"ס

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה, חשמל ומגנטיות

קיץ תשע"ז 2017

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש וחצי שעות (210 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.
- פרק ראשון – מכניקה – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד.
- פרק שני – חשמל ומגנטיות – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד.
- פרק שלישי – נושאים נוספים במכניקה וחשמל – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שאלה אחת בלבד.
כל שאלה 20 נקודות; $100 = 20 \times 5$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה).
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתוב במילים פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאות שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם. במידת הצורך אפשר להשתמש גם בנתונים בסיסיים כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
(4) בחישובך השתמש בערך של 10 m/s^2 עבור תאוצת הנפילה החופשית.
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

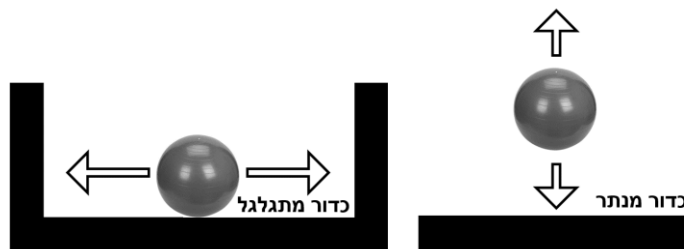
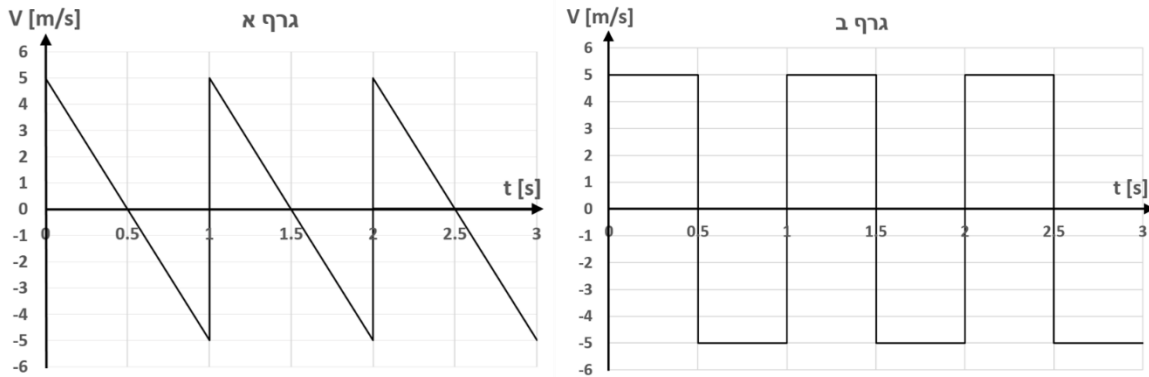
ב ה צ ל ח ה !

מס' שאלה	1	2	3	4	5	6	7	8	9	סה"כ
ניקוד										

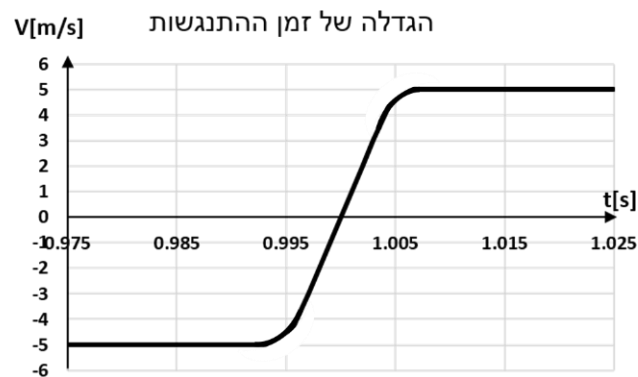
פרק ראשון - מכניקה

שאלה 1

הגרפים המצורפים מתארים את תנועתם של שני כדורים: האחד נע אופקית הלוך ושוב בין שני קירות, והשני מנתר אלסטית על הרצפה.



- איזה גרף מתאר את תנועתו של הכדור המנתר ואיזה גרף את הכדור המתגלגל? נמק. [4 נק']
- (1) מהו הגובה המקסימלי שמגיע אליו הכדור המנתר? [2 נק']
(2) מה המרחק בין הקירות? [2 נק']
- נתון שמסת הכדור היא **30 גרם**. להלן הגדלה של זמן ההתנגשות בגרף ב':
מהו הכוח הממוצע שפעל על הכדור? [4 נק']



[המשך בעמוד הבא]

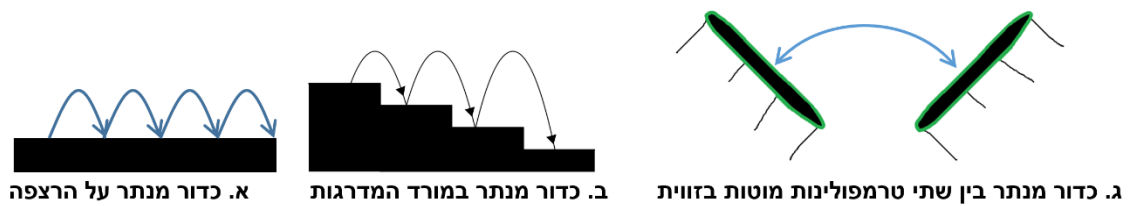
במקרה אחר, גרף א' מתאר את הרכיב האנכי של תנועה דו-ממדית וגרף ב' מתאר את הרכיב האופקי של אותה התנועה.

תלמידים, שנשאלו מהי התנועה המתוארת על ידי הגרפים, הציעו 3 אפשרויות שונות :

רון הציע: כדור המנתר אלסטית קדימה על הרצפה (ראה תרחיש א' באיור).

רון הציע: כדור המנתר אלסטית במורד המדרגות (ראה תרחיש ב' באיור).

רונה הציעה: כדור המנתר אלסטית בין שתי טרמפולינות נטויות (ראה תרחיש ג' באיור)



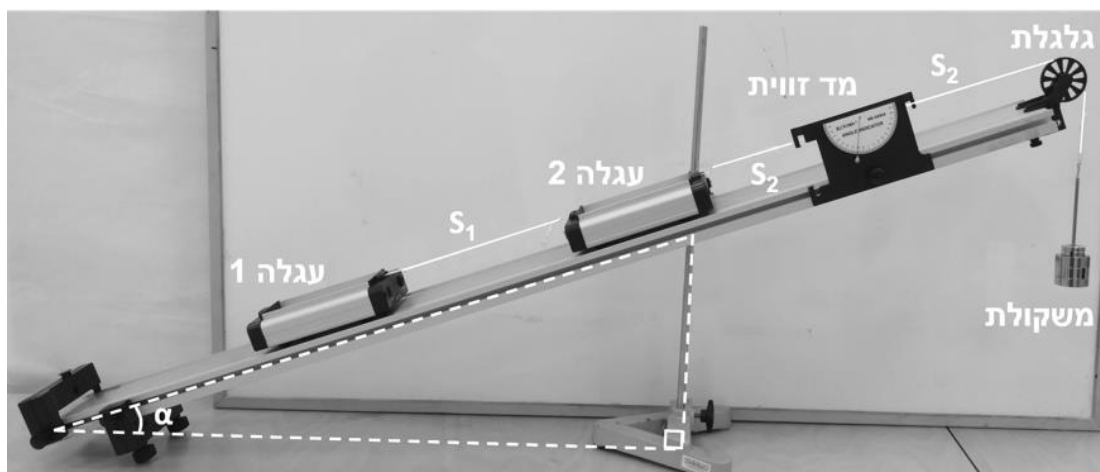
ד. מי מהתלמידים צודק? נמק היטב את בחירתך. [4 נק']

ה. בחר את אחת התנועות השגויות, ושרטט שני גרפים איכותיים המתארים את רכיב המהירות האופקי ורכיב המהירות האנכי של התנועה שבחרת כתלות בזמן. [4 נק']

שאלה 2

הצילום המצורף מתאר מערכת ניסוי במשך. שתי עגלות זהות שמסתן $m=500\text{gr}$ קשורות זו לזו בחוט S_1 ומונחות על מסילה משופעת בעלת חיכוך זניח. העגלות מוחזקות בעזרת חוט S_2 העובר מעל גלגל קלה ונטולת חיכוך. בקצה החוט תלויה משקולת שמסתה M , כך שהעגלות נמצאות במנוחה.

שיפוע המסילה במצב זה נמדד ונמצא שווה ל- 20° מעלות.



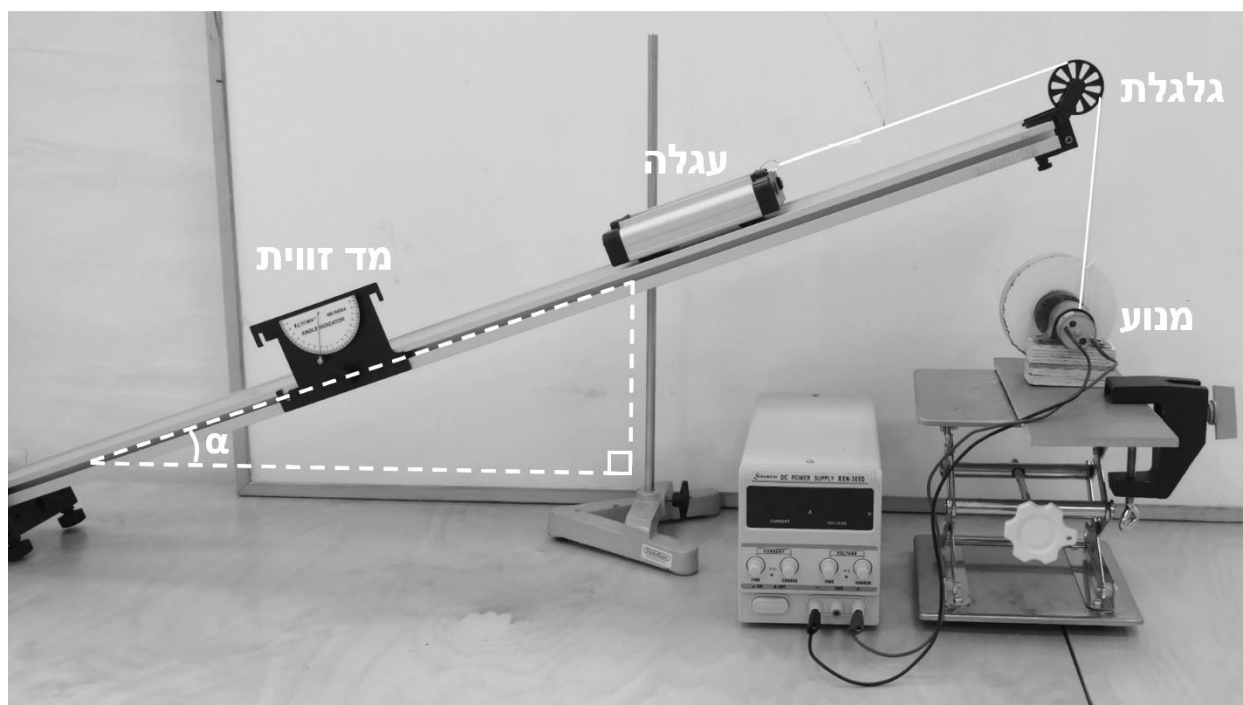
- א. חשב את מסת המשקולת התלויה, M . [4 נק']
- ב. האם המתיחות בחוט S_2 גדולה, קטנה, או שווה למתיחות בחוט S_1 ? נמק את תשובתך. [4 נק']
- ג. מגדילים את מסת המשקולת M . האם, כתוצאה, המתיחות בחוט S_1 גדלה, קטנה, או לא משתנה? נמק. [4 נק']
- ד. מגדילים את מסת המשקולת M לפי 2 מהערך שחושב בסעיף א'. חשב את תאוצת העגלות. [4 נק']
- ה. לפתע, בתנאי סעיף ד' החוט S_2 נקרע. שרטט גרף איכותי של מהירות העגלות כתלות בזמן (מרגע קריעת החוט). הסבר את שיקולידך. [4 נק']

שאלה 3

הצילום המצורף מתאר מערכת ניסוי נוספת במשור (שונה מהמערכת בשאלה 2).

עגלה שמסתה $m=500\text{gr}$ נמשכת בעזרת מנוע במהירות קבועה של $v=0.15\text{m/s}$ במעלה מסילה משופעת בעלת חיכוך זניח.

המסילה נטויה בזווית של $\alpha=21^\circ$ לאופק, והעגלה נגררת עליה לאורך מרחק של 80cm .



- א. שרטטו תרשים כוחות הפועלים על העגלה וציינו מי מפעיל כל כוח. [2 נק']
- ב. קבע, עבור כל אחד מהכוחות ששרטטת, האם הוא מבצע עבודה. אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב אותה. [6 נק']
- ג. קבע, עבור כל אחד מהכוחות ששרטטת האם הוא מפעיל מתקף. נמק את תשובתך (אין חובה לחשב מפורשות). [3 נק']
- ד. האם, במהלך תנועתה, השתנתה האנרגיה המכנית הכוללת של העגלה? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב את השינוי. [3 נק']
- ה. האם, במהלך תנועתה, השתנה התנע של העגלה? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב את השינוי. [2 נק']
- ו. 'הספק' של כוח' מוגדר כעבודת הכוח ליחידת זמן, ומסומן (גם כן...) באות P .
 - i. הראה כי הספק של כוח קבוע נתון על ידי הביטוי: $P = F \cdot v$, כאשר F הוא כוח ו- v היא מהירותו הקבועה של הגוף.
 - ii. מהו ההספק של המנוע במושכו את העגלה?

[4 נק']

פרק שני – חשמל ומגנטיות

שאלה 4

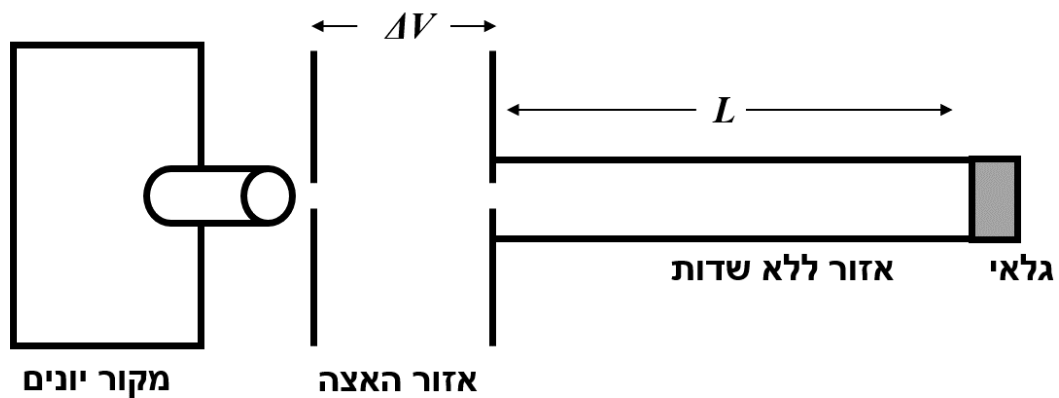
יספקטרוסקופיית זמן מעוף היא שיטה למדידת הכמויות היחסיות של אטומים או מולקולות בדגימת חומר. החלקיקים בדגימה מיוננים, מואצים במתח חשמלי גבוה, ונכנסים לאיזור נטול שדות, בו נמדד זמן מעופם. (הניחו תנועה בריק, והזניחו השפעות כבידה).

האיזור המצורף הוא תרשים סכמטי של מערכת למדידת זמן מעוף:

החלק הראשון מיינן את האטומים,

החלק השני מאיץ את היונים במתח גבוה, ומעביר אותם אל

החלק השלישי שבו אין שדות חשמליים או מגנטיים. בקצה איזור זה נמצא גלאי (ראה איור). זמן התנועה של חלקיקים שונים נמדד מרגע כניסתם לאזור השלישי ועד לרגע הפגיעה בגלאים. אורכו של האזור השלישי, L , נתון.



א. (1) קבל ביטוי למהירות החלקיקים בזמן היציאה מהאצה כתלות במסתם m , מטענם

q והפרש המתחים בין לוחות ההאצה ΔV . [4 נק']

(2) מה מהירותם של החלקיקים כאשר הם פוגעים בגלאי? [4 נק']

ב. הראה כי זמן התעופה נמצא ביחס ישר ל- $\sqrt{\frac{m}{q}}$. [4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

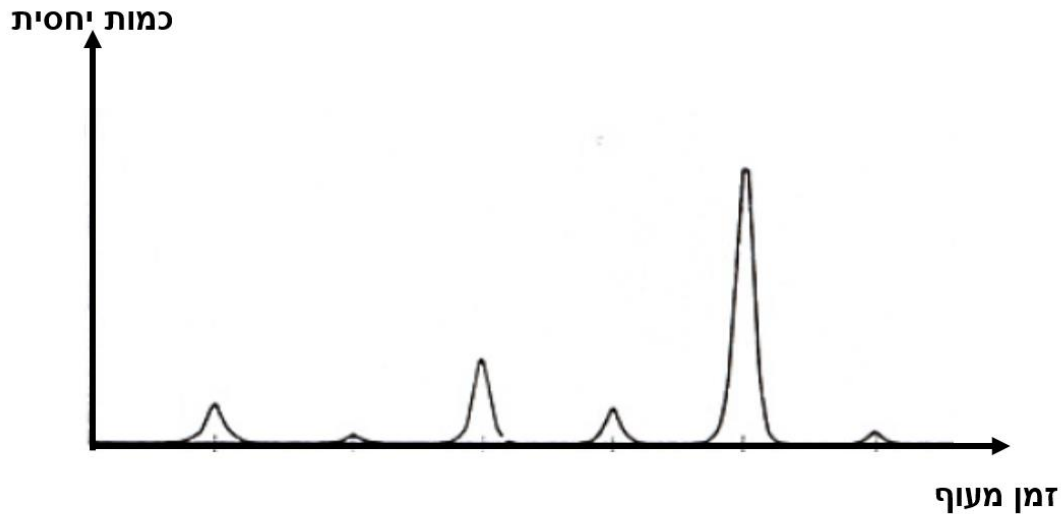
דיוק המערכת תלוי ביכולת שלה להפריד בין מדידות זמן התעופה של חלקיקים בעלי יחס m/q שונה. הנח כי המערכת יכולה להבדיל בין פגיעות של חלקיקים שונים כל עוד **ההפרש בין זמני המעוף גדול מ- $\Delta t_{\min} = 2.5 \cdot 10^{-8} s$** .

נתונים: המתח בין לוחות ההאצה הוא $\Delta V = 15,000V$, המסות של החלקיקים בדגימה הן $m_1 = 7.14 \cdot 10^{-26} kg$ ו- $m_2 = 6.97 \cdot 10^{-26} kg$. המטען של החלקיקים שיונו הוא $q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$.

ג. מה צריך להיות אורכו המינימלי של החלל שבו נמדד זמן התנועה $L_{\min}$, כדי שהמערכת תוכל להפריד בין שני סוגי החלקיקים? [4 נק']

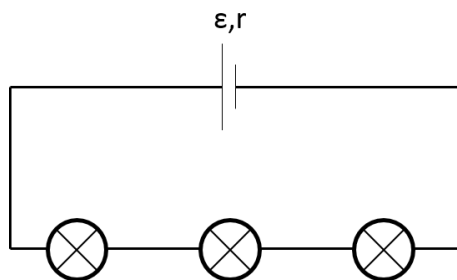
האיור המצורף מתאר ספקטרום אמיתי שהתקבל במכשיר כדוגמת זה שבו עוסקת השאלה. הדגימה הכילה חלקיקים שמסתם מ- 39 ועד 44 פעמים מסת פרוטון יחיד. כל החלקיקים היו מיוננים פעם אחת.

ד. מהי מסתו של החלקיק בעל הכמות הגבוהה ביותר בדגימה? פרט את שיקוליך. [4 נק']



שאלה 5

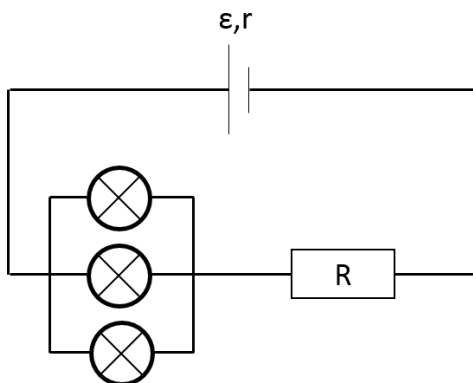
לרשותו של תלמיד שלוש נורות זהות, אשר על כל אחת מהן רשום $3V/6W$, וסוללה בעלת כא"מ $\mathcal{E} = 9V$ והתנגדות פנימית $r = 0.5\Omega$. התלמיד מעוניין ששלוש הנורות יאירו בהתאם לכתוב עליהן, ובוחר לחבר את הנורות בטור לסוללה (ראה איור א').



איור א'

א. האם במעגל זה מאירות הנורות כמבוקש? אם כן, הסבר מדוע. אם לא, הסבר מדוע וחשב את הספקה של כל נורה. [6 נק']

התלמיד מחבר את המעגל המופיע באיור ב' כך שהנורות מאירות בהתאם לרשום עליהן.

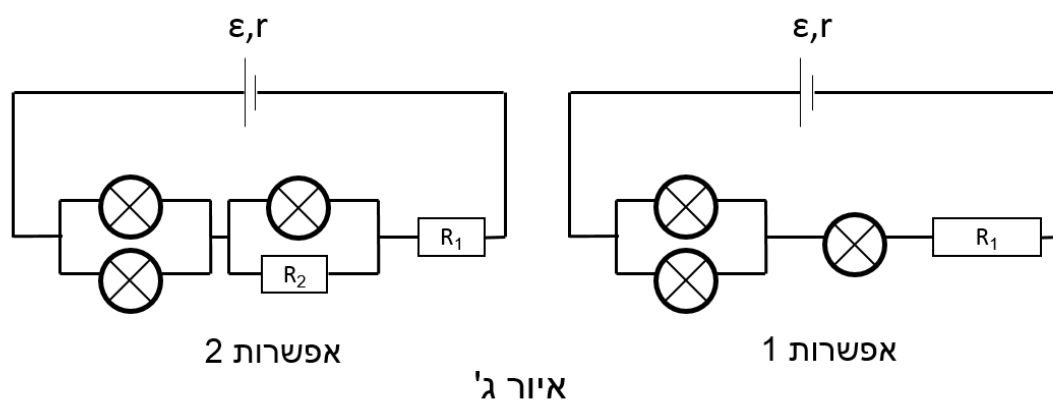


איור ב'

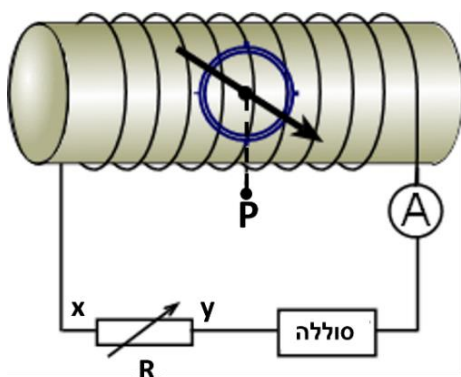
- ב. (1) חשב את ערכו של נגד R .
 (2) האם ללא הנגד R היה הספק הנורות גדול יותר או קטן יותר מהרשום עליהן? נמק ללא חישוב. [6 נק']
 ג. **נצילות של מערכת** מוגדרת כאנרגיה רצויה המופקת מהמערכת חלקי האנרגיה המושקעת בה.
 מהי הנצילות של המעגל המתואר באיור ב'? [4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

ד. בניסיון לעזור לתלמיד, הציעו חבריו שני מעגלים נוספים כדי שהנורות יאירו לפי הרשום עליהן (ראה איור ג'). רק באחת ההצעות מתאפשרת השגת המטרה. מהי ההצעה הנכונה? נמק ללא חישוב. [4 נק']



שאלה 6



מערכת הניסוי
במבט על

במטרה לקבוע את צפיפותן של הכריכות (מספר הליפופים ליחידת אורך) בסילוניית, הורכבה מערכת הניסוי הבאה.

המערכת מונחת על שולחן אופקי ומורכבת מסילוניית ארוכה שקצותיה מחוברים למקור מתח דרך נגד משתנה ודרך מד זרם. לתוך הסילוניית מכניסים מצפן.

בניסוי נמדדה זווית סטיית המצפן כתלות בזרם הזורם בסילוניית.

להלן איור של המערכת ממבט על.

בתחילה, לפני שהזרם זרם בסילוניית, הצביע המצפן בכיוון הנקודה P, בניצב לציר הסילוניית (ראה איור). נכנה מצב זה $\theta = 0$. זווית סטיית המצפן נמדדה ביחס לכיוון זה. במקום בו מתבצע הניסוי, גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי הוא $B_E = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

א. הסתמך על האיור ומצא את כיוון הזרם דרך הנגד המשתנה - האם הוא זורם מ-x ל-y או מ-y ל-x? הסבר שיקולך. [4 נק']

תוצאות הניסוי מרוכזות בטבלה הבאה:

1.8	1.2	0.9	0.6	0.3	I(mA) הזרם
31	22	17	11	6	זווית הסטייה $\theta(^{\circ})$
					$\tan(\theta)$

ב. (1) השלם את הטבלה במחברתך, ושרטט גרף של $\tan(\theta)$ כתלות בזרם הסילוניית.

(2) מצא את ערך שיפוע הגרף.

(3) מהן יחידות השיפוע?

[6 נק']

ג. (1) קבל ביטוי תיאורטי ל $\tan(\theta)$ כתלות בעצמת הזרם I. [3 נק']

(2) חשב, בהסתמך על הגרף, את צפיפות הליפופים של הסילוניית. [3 נק']

ד. מוסיפים למערכת שדה מגנטי אחיד B_0 , שכיוונו ימינה, במקביל לציר הסילוניית, וחוזרים על הניסוי. כיצד ישתנה, אם בכלל, הגרף המתקבל? הסבר את שיקולך. [4 נק']

פרק שלישי – נושאים נוספים במכניקה וחשמל

שאלה 7

השנה פורסם בעיתונות המדעית שהתגלתה מערכת שמש דומה לשלנו במרחק 40 שנות אור מאיתנו. במערכת שבע פלנטות (כוכבי לכת) הסובבות סביב שמש. מדידות מראות שלפחות בשלוש מהן יכולים להיות מים נוזליים שהם תנאי הכרחי לחיים, כפי שאנו מכירים אותם.

בתרשים המצורף מסומנות שבע הפלנטות באותיות b-h.

להלן מספר נתונים לגבי המערכת, במונחי הגדלים **במערכת השמש שלנו** (M_{sun} מסת השמש, M_{earth} מסת הארץ, R_{earth} רדיוס הארץ):

מסת השמש במערכת החדשה: $M_a = 0.08M_{sun}$

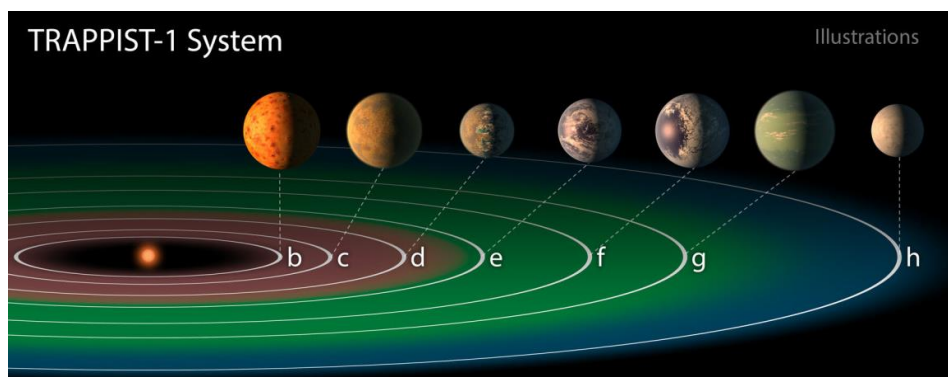
מסת הפלנטה b: $M_b = 0.85M_{earth}$

מסת הפלנטה c: $M_c = 1.38M_{earth}$

זמן המחזור של פלנטה b סביב השמש שלה: $T_b = 1.5days$

זמן המחזור של פלנטה c סביב השמש שלה: $T_c = 2.42days$

רדיוס הפלנטה b: $R_b = 1.09R_{earth}$



איור המערכת, המקור: NASA

השתמש בנתוני השאלה ובערכים מדף הנוסחאות וענה על הסעיפים הבאים:

- מהו רדיוס המסלול של הפלנטה b? [4 נק']
- מהי מהירותה הקווית של הפלנטה c? [4 נק']
- האם מהירותה הקווית של הפלנטה b גדולה, קטנה או שווה למהירותה הקווית של הפלנטה c? השב ללא חישוב מפורש. [4 נק']
- חשב את תאוצת הנפילה חופשית על פניה של פלנטה b. [4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

ה. תאוצת הנפילה החופשית על פני פלנטה c (בחר את התשובה הנכונה, ונמק):

1. גדולה מתאוצה על פני פלנטה b .

2. שווה לתאוצה על פני פלנטה b .

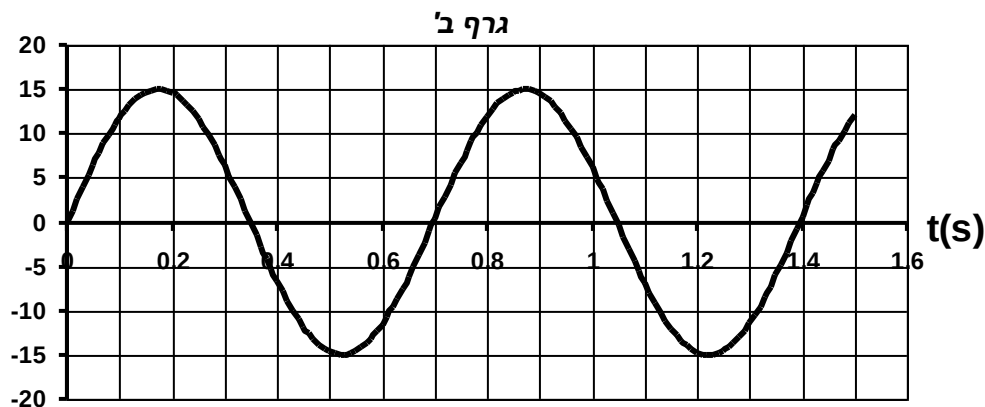
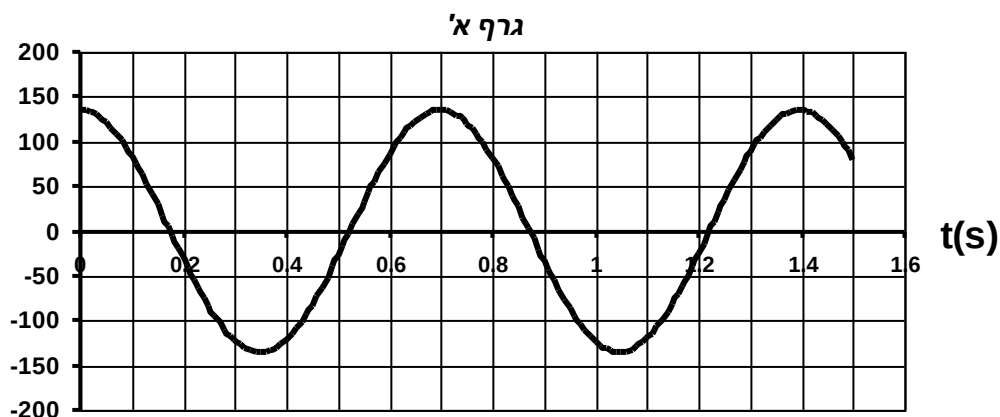
3. קטנה מהתאוצה שעל פני פלנטה b.

4. לא ניתן לדעת ללא נתונים נוספים.

[4 נק']

שאלה 8

גוף בעל מסה $m=100\text{gr}$ קשור לקפיץ ומתנודד **אופקית** בתנועה הרמונית פשוטה. ברגע מסוים מתחילים למדוד את מקומו של הגוף (בסנטימטרים) ואת מהירותו (בסנטימטרים לשנייה) כתלות בזמן, ומשרטטים את הגרפים המתאימים. אך - אויזה! שכחו לכתוב כותרות לצירים....

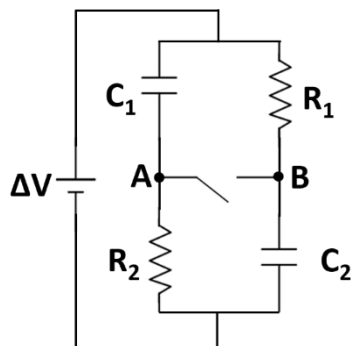


- א. מי מהגרפים הוא גרף המקום ומי גרף המהירות? הסבר את שיקולידך. [4 נק']
- ב. מה היו מקומו וכיוון תנועתו של הגוף עם תחילת המדידה? לווה הסברך בציור. [3 נק']
- ג. מצא, בעזרת הגרפים, את:
 - (1) תדירות התנודה.
 - (2) קבוע הקפיץ.
 - (3) משרעת התנודה.
 [9 נק']
- ד. תלמידים התבקשו לחקור את צורתם של ארבעה גרפים הקשורים לתנועה המופיעה בשאלה:
 - (1) התאוצה כתלות בזמן $a(t)$, (2) התאוצה כתלות במקום $a(x)$, (3) האנרגיה הקינטית כתלות בזמן $E_k(t)$, ו(4) האנרגיה הקינטית כתלות במקום $E_k(x)$. הסתבר שאחד מארבעת הגרפים לינארי, ואחר פרבולי.
 מיהו הגרף הלינארי ומיהו הפרבולי? פרט שיקולידך. [4 נק']

שאלה 9

בתרשים מאויר מעגל חשמלי הכולל שני נגדים, שני קבלים ומפסק. המעגל מחובר למקור מתח אידיאלי $\Delta V = 24V$.

נתונים בנוסף: $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $C_1 = 6\mu F$, $C_2 = 3\mu F$



א. המפסק **פתוח**. מהו המתח, לאחר זמן רב (נמק את תשובותיך):

- i. בין הנקודות AB?
- ii. על הקבל C_1 ?
- iii. על הקבל C_2 ?

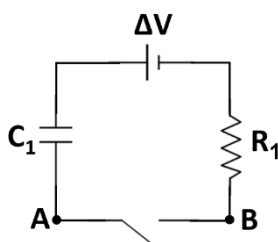
[6 נק']

ב. המפסק **סגור**. מהו המתח, לאחר זמן רב (נמק את תשובותיך):

- i. בין הנקודות AB?
- ii. על הקבל C_1 ?
- iii. על הקבל C_2 ?

[6 נק']

מוציאים את R_2 ואת C_2 ומרכיבים את המעגל הבא. הקבל אינו טעון.



ברגע $t=0$ סוגרים את המפסק.

- ג. מהו הזרם במעגל בזמן $t = 0$? [2 נק']
- ד. תוך כמה זמן מגיע הזרם לרבע מערכו ההתחלתי? [2 נק']
- ה. שרטט גרפים איכותיים של:
 - i. הזרם דרך הנגד כתלות בזמן.
 - ii. המתח על הקבל כתלות בזמן.

נמק את שיקולריך. [4 נק']