

כ"ח אדר תשע"ז 26.03.2017

טרום מתכונת בפיזיקה תשע"ז
מורים: בוריס באום, עדי נגה, אורן גילת
גרסה 1.54

שם _____



מכניקה			חשמל			נוספות		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

השאלות עליהן ענית:

תוספת זמן ☐

טרום מתכונת בפיזיקה תשע"ז

מכניקה וחשמל

עליכם לענות על 5 מתוך 9 השאלות. כל שאלה מזכה ב-20 נקודות.
במבחן שלושה פרקים עליכם לענות על השאלות לפי החלוקה הבאה:

- שתי שאלות מפרק א – מכניקה סה"כ 40 נקודות
- שתי שאלות מפרק ב – חשמל סה"כ 40 נקודות
- שאלה אחת מפרק ג – פרקים נוספים סה"כ 20 נקודות

סה"כ 100 נקודות

משך הבחינה: שלוש שעות וחצי (210 דקות). תוספת זמן 53 דקות.

חומר עזר מותר: מחשבון מדעי, דף נוסחאות לבגרות.

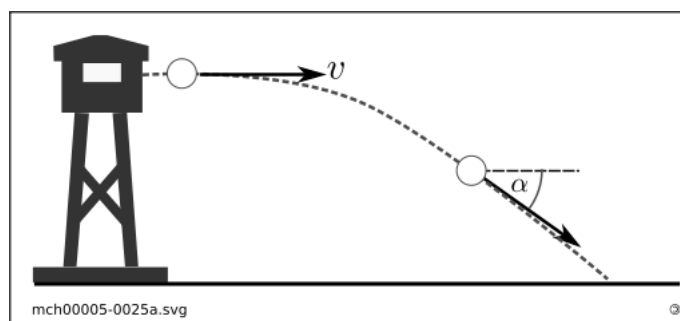
קראו היטב את השאלות, וענו עליהן על דפי התשובות באופן ברור ומסודר. יש להתחיל כך שאלה בעמוד נפרד! הכתיבה בעט והשרטוטים בעפרון (ובעזרת סרגל). בחישובכם השתמשו בערך 10 m/s^2 עבור תאוצת הנפילה החופשית.

יש לנמק כל תשובה וכל שימוש במשוואה.

בהצלחה!

בפרק זה עליכם לענות על שתי שאלות בלבד מתוך שאלות 1-3

שאלה 1

גוף נזרק מראש מגדל במהירות אופקית v , כמתואר בתרשים:

לגוף מחובר חיישן המודד α , זווית כיוון תנועת הגוף ביחס לאופק, כל 0.25 sec . בטבלה שלפניכם רשומה הזווית שנמדדה על ידי החיישן כתלות בזמן.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t(s)$	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
$\alpha(^{\circ})$	0	6	11	17	22	27	31	35	38
$\tan \alpha$									

א. העתיקו את הטבלה למחברתכם, השלימו אותה (עגלו את תוצאות החישוב עד שתי ספרות אחרי הנקודה, ושרטטו גרף של $\tan \alpha$ כפונקציה של הזמן. (4 נק')

ב.

(1) פתחו ביטוי של $\tan \alpha$ כפונקציה של הזמן (בלי להסתמך על תוצאות המדידה). (5 נק')

(2) על פי הביטוי שקיבלתם בסעיף ב(1) הסברו מהו הקשר בין $\tan \alpha$ לזמן: לינארי? יחס ישר? אחר? (2 נק')

(3) תנו הסבר פיזיקלי מדוע הגרף ששרטטת עובר דרך ראשית הצירים. (2 נק')

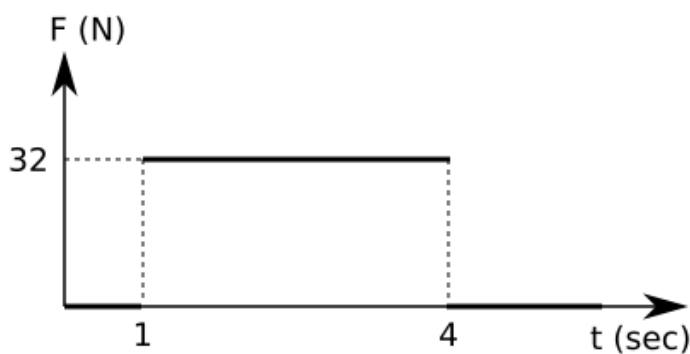
ג. מצאו בעזרת הגרף את v , מהירות הזריקה של הגוף מראש המגדל. (3 נק')

ד. המדידה האחרונה שרשם החיישן ברגע פגיעתו בקרקע היא $\alpha = 50^{\circ}$. מהו גובה המגדל, ומהו ההעתק האופקי שעשה הגוף עד פגיעתו בקרקע? (4 נק')

שאלה 2

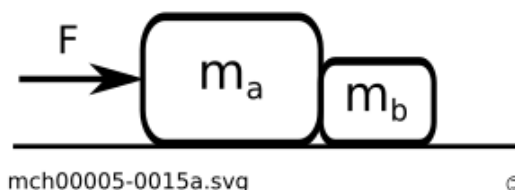
שתי מסות נמצאות על מישור אופקי חסר חיכוך. המסות צמודות זו לזו אך אינן מחוברות. המערכת נמצאת במנוחה בראשית הצירים. מסות הגופים הן: $m_a = 5 \text{ kg}$, $m_b = 3 \text{ kg}$.

מפעילים על המסה השמאלית כוח F המתואר על ידי התרשים א' ו-ב:



mch00005-0015b.svg

תרשים ב'



mch00005-0015a.svg

תרשים א'

- א. מבלי לחשב, מצאו על איזה גוף פועל כוח שקול גדול יותר בעת הפעלת F . הסברו תשובתכם. (3 נק')
- ב. בעת פעולת הכוח F :

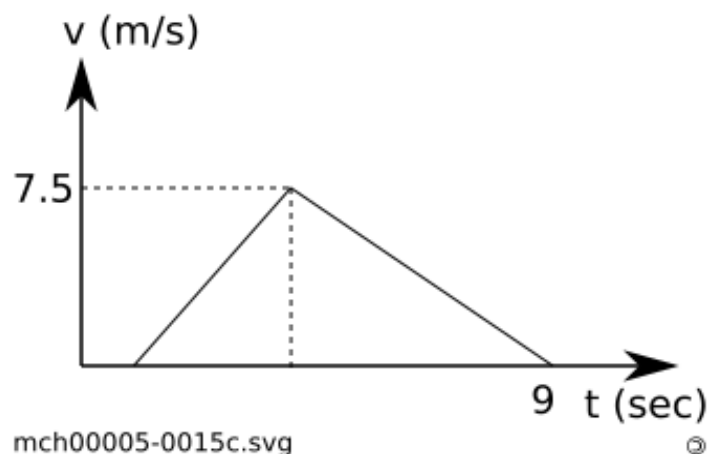
(1) שרטטו **לכל גוף** בנפרד את תרשימים הכוחות הפועלים עליו. (3.5 נק')

(2) חשבו את הכוח הפועל בין הגופים. (3 נק')

(3) חשבו את תאוצת המערכת. (2.5 נק').

ג. חשבו את מקום הגופים ב- $t = 6 \text{ sec}$. (3.5 נק')

- ד. חוזרים על הניסוי המתואר בסעיף א', אולם עתה קיים חיכוך בין הגופים למשטח. נתון כי לשני הגופים יש את אותו מקדם חיכוך קינטי עם המשטח. גרף מהירות זמן של המסה מתואר בתרשים ג'. מצאו את מקדם החיכוך. (2.5 נק')
- ה. האם גרף מהירות זמן של m_b זהה לגרף הנתון? אם כן הסברו מדוע, אם לא תארו את ההבדלים ביניהם. (2 נק')

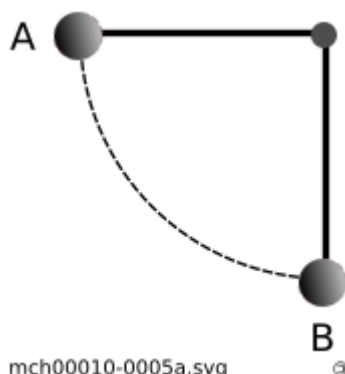


mch00005-0015c.svg

תרשים ג'

שאלה 3

לפניכם תיאור של משחק כדורים הכולל שני כדורים קטנים מאד A ו- B . מסתו של כדור A היא m ומסתו של כדור B היא $2m$. הכדורים תלויים על וו בעזרת שני חוטים שאורכו של כל אחד מהם שווה ל L . חיכוך הכדורים עם האוויר ניתן להזנחה. כאשר מסיטים את כדור A בזווית של 90° מן האנך, ראו תרשים, ועוזבים אותו, הוא מתנגש לאחר זמן מה התנגשות אלסטית לחלוטין עם כדור B . נתון כי משך ההתנגשות בין הכדורים היה קצר מאוד. בשאלה זו הביעו תשובותיכם באמצעות הפרמטרים שבשאלה וגדלים פיזיקליים ידועים.



א. מרגע שחרור כדור A ועד רגע לפני פגיעתו בכדור B :

- (1) האם החוט מפעיל מתקף על כדור A ? אם כן-מהו כיוונו? אם לא-נמקו. (2 נק')
- (2) האם כדור הארץ מפעיל מתקף על כדור A ? אם כן-מהו כיוונו? אם לא-נמקו. (2 נק')

ב.

- (1) מהי מהירות גוף A ברגע שלפני ההתנגשות? (3 נק')
- (2) מהי המתיחות בכל אחד מהחוטים ברגע שלפני ההתנגשות? (4 נק')

ג.

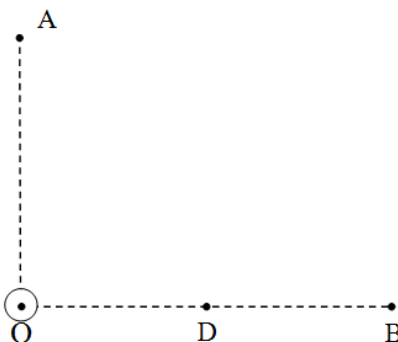
- (1) מהי מהירותו של כל אחד מהגופים בתום ההתנגשות? (3 נק')
- (2) מהו מתקף הכוח (גודל וכיוון) שהפעיל כדור A על כדור B במשך ההתנגשות? (2 נק')

- ד. הסברו מדוע לא יגיע כדור B לגובה L מעל נקודת ההתנגשות. (2 נק')
- ה. איזה שינוי ניתן לבצע בניסוי כך שלאחר ההתנגשות בין הכדורים יגיע כדור B לגובה L ? נמקו. (2 נק')

בפרק זה עליכם לענות על שתי שאלות בלבד מתוך שאלות 4-6

שאלה 4

כדור מוליך שרדיוסו $R_a = 0.2\text{ cm}$, טעון במטען חשמלי Q ומוצב כך שמרכזו בנקודה O , ראו שרטוט. נתונים המרחקים: $OA = 30\text{ cm}$, $OB = 40\text{ cm}$, ושהקטעים OA ו- OB ניצבים זה לזה. בנקודה A נמדד פוטנציאל 3000 וולט. (כאשר הפוטנציאל באינסוף הוא 0).



- א. מה משמעות המשפט "הפוטנציאל בנקודה A הוא 3000 וולט"? (3 נק')
- ב. חשבו את המטען Q של הכדור. (3 נק')
- ג. מוסיפים בנקודה B כדור מוליך נוסף, שרדיוסו $R_b = 0.4\text{ cm}$ ומטענו 50 nC . האם כתוצאה מהוספת הכדור הפוטנציאל החשמלי בנקודה A קטן, גדל, או אינו משתנה? הסברו. אין צורך בחישוב. (3 נק')
- ד. מחברים את שני הכדורים בתיל מוליך ארוך.
 - (1) חשבו את כמות המטען על כל כדור כעבור זמן רב. הניחו שהמרחק בין הכדורים גדול מאד ביחס לרדיוסם. (4 נק')
 - (2) מנתקים את התיל המחבר בין הכדורים. שרטטו את כיוון השדה החשמלי שיוצר כל אחד מהכדורים, ואת כיוונו של השדה השקול בנקודה D הנמצאת בין שני הכדורים במחצית המרחק ביניהם. (3 נק')
 - (3) מהי העבודה שיש להשקיע כדי להעביר מטען $q = -2\text{ nC}$ מנקודה D אל נקודה A ? נמקו תשובתכם. (4 נק')

שאלה 5

תלמיד בתיכון "הדרים" מבצע ניסוי, כשלרשותו הציוד הבא: מקור מתח בעל כ"מ ϵ והתנגדותו הפנימית r , נגד משתנה שהתנגדותו הכוללת R , נגד קבוע $R_0 = 3\Omega$, מכשירי מדידה אידיאליים וחוט חיבור שהתנגדותם זניחה. בעזרת ציוד זה התלמיד מבצע, בזה אחר זה, את שני הניסויים הבאים:

בניסוי הראשון הוא מרכיב את המעגל החשמלי המוצג בתרשים 1 ומציב את הגרר M קודם בקצה a ולאחר מכן בקצה b של הנגד המשתנה. הוולטמטר V_1 מראה במהלך הניסוי את המתחים: $V_{1a} = 1.8V$ ו- $V_{1b} = 5.4V$ והאמפרמטר מראה את הערכים i_a ו- i_b , בהתאמה.

א. איזה מבין ההיגדים הבאים, 1-3, הינו נכון? נמקו. (4 נק')

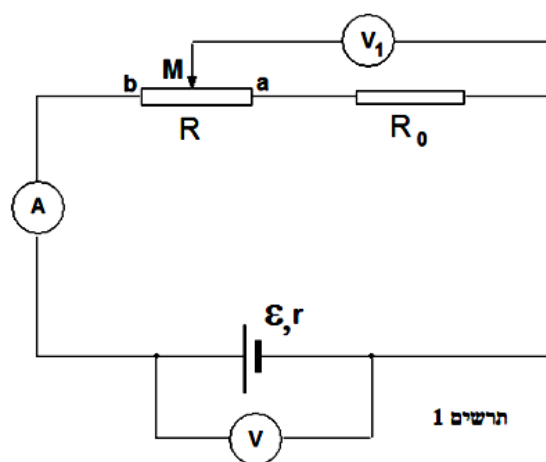
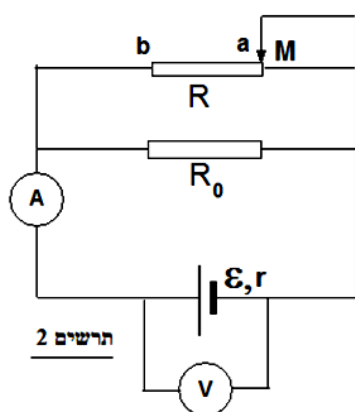
$$i_a < i_b \quad (1)$$

$$i_a > i_b \quad (2)$$

$$i_a = i_b \quad (3)$$

ב. מצאו את ההתנגדות הכוללת R של הנגד המשתנה. (5 נק')

ג. האם משתנה הוראת הוולטמטר V כאשר התלמיד מזיז בהדרגה את הגרר M מ- b ל- a ? אם כן – האם היא גדלה או קטנה? אם לא – מצאו את ערכה של הוראה זו וציינו את משמעותה. (5 נק')



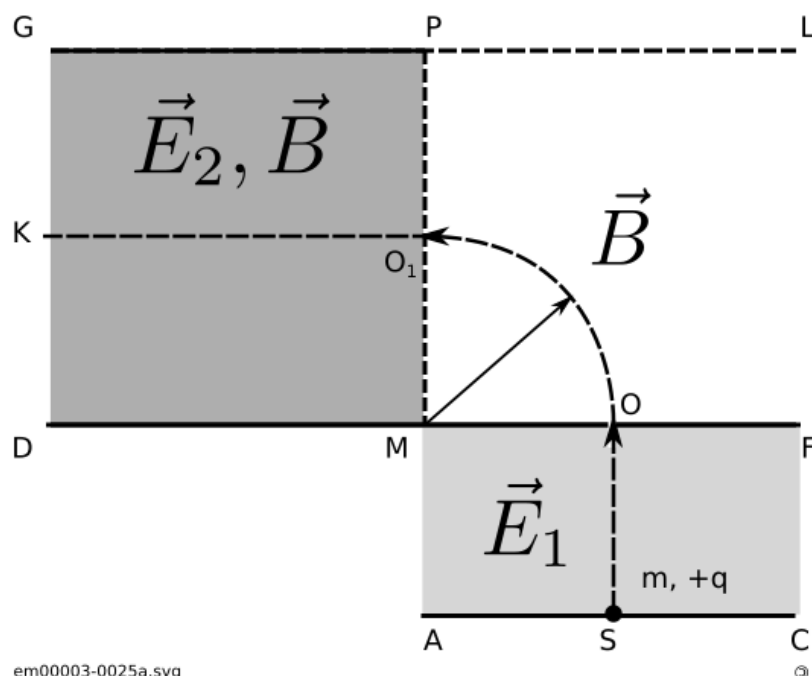
בניסוי השני התלמיד משתמש באותו ציוד (למעט הוולטמטר V_1) ובונה את המעגל החשמלי המוצג בתרשים 2.

כאשר הגרר M מוצבת ב- a הוראת הוולטמטר היא $V = 3.3V$.

ד. מהו הערך שמראה האמפרמטר במצב זה? נמקו. (6 נק')

שאלה 6

התרשים שלפניכם מתאר, במבט על, שלושה לוחות מוליכים טעונים AC , DF ו- GP . בין AC ו- MF ובין DM ו- GP שוררים שדות חשמליים אחידים E_1 ו- E_2 , בהתאמה. באזור $DGLF$ שורר שדה מגנטי אחיד B שקוויו מקבילים ללוחות המוליכים. חלקיק $(m, +q)$ המשוחרר ממנוחה בנקודה S נע בשדה החשמלי E_1 , עובר דרך חור קטן O לאזור בו שורר השדה המגנטי B ולאחר מכן נכנס לתוך האזור $MPGD$ בו שוררים השדות E_2 ו- B . מסלול תנועתו של החלקיק SOO_1K מצוין בתרשים בקו מקווקו. בשאלה זו ניתן להניח שהשפעת הכבידה על החלקיקים זניחה. נתון כי: $GP=2R$ וכי $SO=OM=MO_1=R$.



א. מהו כיוון: (6 נק')

(1) השדה החשמלי E_1 , מעלה או מטה? נמקו.

(2) השדה המגנטי B , מתוך או לתוך הדף? נמקו.

(3) השדה החשמלי E_2 , מעלה או מטה? נמקו

ב. השלימו את הטבלה הבאה **במחברתכם**: (6 נק')

חלק המסלול	אופי תנועת החלקיק (שוות מהירות, קצובה, שוות תאוצה או שונת תאוצה)	שם הכוח (הכוחות) הפועל (הפועלים) על החלקיק.	כיוונו של כל הכוחות.
SO			
OO_1			
O_1K			

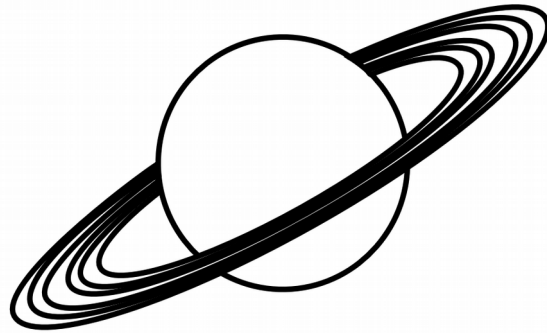
ג. בטאו את עוצמות השדה E_1 ו- E_2 באמצעות: q, m, B ו- R . חשב את היחס $\frac{E_2}{E_1}$. (4 נק')

ד. זמני תנועת החלקיק לאורך חלקי המסלול SO , OO_1 ו- O_1K הם t_1 , t_2 ו- t_3 , בהתאמה. בטאו את כל אחד מזמנים אלה

באמצעות: m, q ו- B . (4 נק')

שאלה 7

בתרשים שלפניכם צילום של כוכב הלכת שבתאי שבולטות בו שתיים מהטבעות שלו. הטבעות של שבתאי עשויות ממספר רב של חלקיקים קטנים, הנעים במסלול מעגלי סביב הכוכב. הקצה הפנימי של הטבעת הקרובה יותר לשבתאי, הוא במרחק של $70,000 \text{ km}$ ממרכזו של כוכב הלכת, והקצה הרחוק של הטבעת החיצונית הוא במרחק של $140,000 \text{ km}$ ממרכז כוכב הלכת. מהירות החלקיקים הרחוקים ביותר בטבעת החיצונית היא 17 km/s .



א. הוכחו באמצעות חוקי ניוטון שאת מהירותו של חלקיק הנמצא באחת הטבעות, במרחק r ממרכז שבתאי, אפשר לבטא על ידי:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \text{כאשר } M - \text{מסת שבתאי. (3 נק')}.$$

ב. חשבו על פי נתוני השאלה את המסה של שבתאי. (3 נק').

ג. חשבו את מהירות החלקיקים הקרובים לשבתאי בטבעת הפנימית. (3 נק').

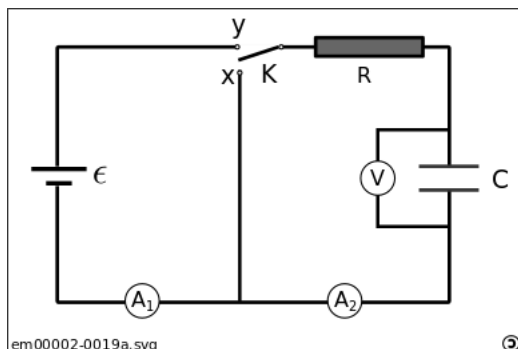
ד. פתחו את החוק השלישי של קפלר (בנוגע למסלולים מעגלים) על פי חוק הכבידה של ניוטון. (4 נק')

ה. חשבו את גודל מהירות המילוט לחלקיקים הנעים סביב שבתאי בחלקה הקרוב לכוכב של הטבעת הפנימית. (4 נק').

ו. אחד הירחים של שבתאי, Tethys, נע במסלול מעגלי בעל רדיוס כפול (בקירוב) לזה של החלקיק שבקצה החיצוני של הטבעת החיצונית. האם ניתן להשתמש בחוק השלישי של קפלר, ברדיוס תנועת החלקיקים שבסעיף ג ובמהירותם שמצאתם כדי למצוא את זמן המחזור של Tethys? הסברו. (3 נק').

שאלה 8

מעגל חשמלי לביצוע של ניסוי טעינה ופריקה של קבל כולל: קבל לוחות C , מקור מתח בעל כ"מ $\epsilon = 10\text{ V}$ והתנגדות פנימית זניחה, נגד שהתנגדותו $R = 5000\ \Omega$, מתג K עם שני מצבים x ו- y ומכשירי מדידה אידאליים, ראו תרשים.



ברגע $t=0$ נסגר המתג K כך שתתבצע טעינה של הקבל; כעבור 5 שניות הקבל טעון במלואו והמתג K נסגר כך שבהמשך

תתבצע פריקה של הקבל. במשך פריקת הקבל משתחררת במעגל החשמלי כמות חום של 0.01 J .

א. העתיקו למחברתכם את המעגל וסמנו עליו באיזה מצב של המתג K מתבצעת טעינה ובאיזה מצב פריקה. סמנו בתרשים את כיווני זרם הטעינה וזרם הפריקה של הקבל. (4 נק')

ב.

(1) האם בזמן טעינת הקבל משתחררת במעגל כמות חום גדולה, שווה או קטנה מזו שמשתחררת בזמן פריקתו? הסברו. (2 נק')

(2) מהי האנרגיה שסופקה על ידי מקור המתח במשך טעינת הקבל? זכרו שכמות האנרגיה המשתחררת בנגד זהה לאנרגיה המועברת לקבל. (1 נק')

ג. חשבו, בסדר הנוח לכם, את:

(1) כמות המטען על כל אחד מלוחות הקבל, בתום טעינתו. (2 נק')

(2) קיבול הקבל. (2 נק')

ד. הזמן הכולל של הניסוי מוגדר כמשך הזמן מרגע $t=0$ ועד לפריקה המלאה של הקבל.

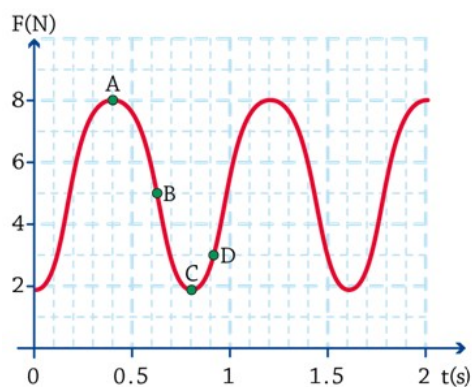
(1) מהו בקרוב הזמן הכולל של הניסוי? (3 נק')

(2) באיזה רגע, במהלך הניסוי, מורה כל אחד ממכשירי המדידה על ערך מקסימלי? ציינו עבור כל מכשיר ערך זה. נמקו. (2 נק')

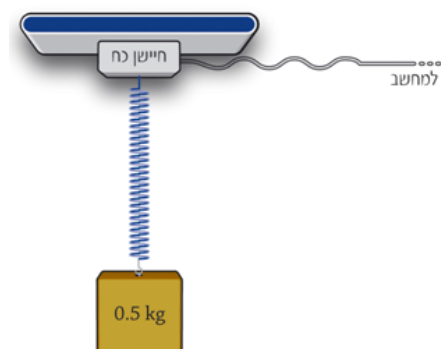
נק' מת', במהלך הניסוי, נמדדה בפעם הראשונה עוצמת זרם של 1 mA ? (2 נק') שרטטו גרף של עוצמת הזרם כתלות בזמן של הזרם הנמדד במהלך הניסוי כולו ב- A_2 . (2 נק')

שאלה 9

תלמידה מצמידה לתקרה חיישן כוח המחובר למחשב. על החיישן היא תולה קפיץ, ועל הקצה החופשי של הקפיץ היא תולה משקולת שמסתה 0.5 ק"ג (תרשים א'). החיישן מודד את הכוח שמפעיל הקפיץ עליו. התלמידה מסיטה את המשקולת ומשחררת אותה, והיא מתנדנדת לאורך מסלול אנכי. על צג המחשב מצטייר גרף של הוריית מד הכוח כפונקציה של הזמן מרגע שחרור המשקולת, כמתואר בתרשים ב'.



תרשים ב



תרשים א

- א. האם התלמידה הסיטה את המשקולת כלפי מטה או כלפי מעלה כדי להביאה לתנודות? נמקו. (3 נק')
 - ב. קבעו לגבי כל אחד מהרגעים המתאימים לנקודות A, B, ו-C, האם המשקולת נעה או נחה רגעית, קבעו את כיוון התנועה. (3 נק')
 - ג. קבעו את זמן מחזור התנודות. (3 נק')
 - ד. מצאו את הגדלים ואת הכיוונים של הווקטורים המצוינים ב- (1) - (3) המתאימים לנקודה D, ונמקו את קביעותיכם. (4.5 נק')
- (1) הכוח שמפעיל הקפיץ על המשקולת.
 - (2) הכוח השקול הפועל על המשקולת.
 - (3) תאוצת המשקולת.
- ה. חשבו את קבוע הקפיץ. (3 נק')
 - ו. באיזה מרחק מנקודת שיווי המשקל הייתה המשקולת ברגע שנמדדה נקודה D? האם היא נמצאת מתחת לנקודת שיווי המשקל או מעליה? (3.5 נק')