

י"ב אייר תשע"ז 08.05.2017

מתכונת בפיזיקה תשע"ז

מורים: בוריס באום, עדי נגה, אורן גילת

גרסה 1.114

שם _____



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

השאלות עליהן ענית:

תוספת זמן ☐

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!

פרק א – מכניקה

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

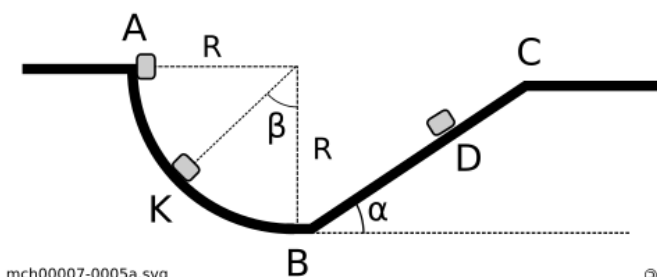
שאלה 1

בתרשים מתואר מסלול המורכב משני קטעים:

קטע ראשון, AB , הוא רבע ממעגל **חלק** שרדיוסו $R = 45_m$. נקודה

B היא על המסלול המעגלי.

קטע שני, BD , הוא מדרון משופע **לא חלק** שזוויתו $\alpha = 30^\circ$.



משחררים ממנוחה מנקודה A תיבה שמסתה 2_{kg} הנעצרת על המישור המשופע בנקודה D הנמצאת על המדרון במרחק 50_m

מהנקודה B .

א. חשבו את מהירות התיבה בנקודה B ? הראו בשרטוט את כיוונה של המהירות בנקודה, נמקו (3 נק')

ב. נתון ש- $\beta = 60^\circ$. שרטטו תרשים המתאר את הכוחות הפועלים על התיבה בנקודה K וחשבו את הכוח הנורמלי הפועל על

הגוף בנקודה זו? (5 נק')

ג. חשבו את עבודת כוח החיכוך הפועל על התיבה במהלך תנועתה. (3 נק')

ד. חשבו את מקדם החיכוך הקינטי בין המדרון לתיבה. (3.5 נק')

ה. היכן במהלך תנועתה של התיבה מ- A ל- D יהיה גודלו של הכוח הנורמלי הפועל עליה מרבי? נמקו. (3 נק')

ו. מה תהייה עבודתו של הכוח הנורמלי על התיבה במהלך תנועתה מהנקודה שמצאתם ב-ה ועד עצירתה? נמקו. (2.5 נק')

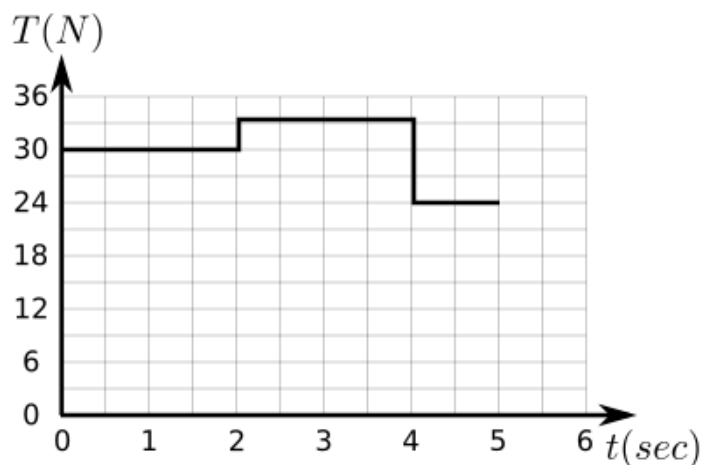
שאלה 2

שני גופים שמסותיהם m_1 ו- m_2 בהתאמה קשורים זה לזה באמצעות חוט סביב גלגלת (ראו תרשים א').

החל מרגע $t_0=0$ ועד לרגע $t_1=2\text{ sec}$ אדם אחוז בגוף שמסתו m_2 , כך ששני הגופים נמצאים במנוחה מעל הרצפה.

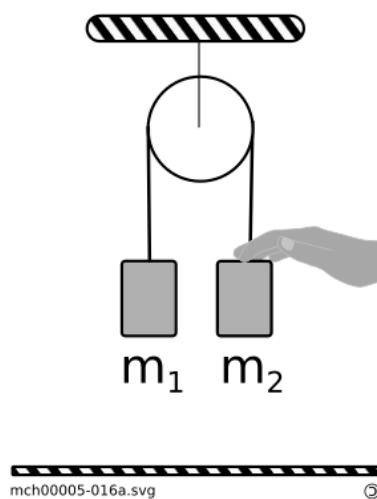
הגרף, שבתרשים ב', מתאר את המתיחות בחוט, המחבר בין הגופים, כפונקציה של הזמן ממצב בו הגופים מוחזקים במנוחה ועד 5

שניות מתחילת המדידה. שימו לב הגרף אינו מתאר את תנועת הגופים עד סופה.



mch00005-016b.svg

תרשים ב'



mch00005-016a.svg

תרשים א'

א. על סמך התיאור לעיל ונתונים מהגרף חשבו את המסה m_1 . (3 נק')

מרגע $t_1=2\text{ sec}$ עד רגע $t_2=4\text{ sec}$ האדם מפעיל כוח שגודלו F וכיוונו כלפי מטה על הגוף שמסתו m_2 . ברגע $t_2=4\text{ sec}$ האדם מרפה מהגוף.

ב. רשמו את משוואות התנועה (חוק שני של ניוטון) המתאימות לפרק הזמן $t_1=2\text{ sec}$ עד ל- $t_2=4\text{ sec}$ ואת המשוואות עבור הזמן

מ- $t_2=5\text{ sec}$ ואילך. (6 נק')

ג. חשבו בסדר הנוח לכם את: (7.5 נק')

1) גודל תאוצת הגופים מהרגע $t_1=2\text{ sec}$ עד לרגע $t_2=4\text{ sec}$.

2) גודל המסה m_2 .

3) גודל הכוח F .

ד. חוזרים על הניסוי כפי שהיה בפרק הזמן $t_1=2\text{ sec}$ עד ל- $t_2=4\text{ sec}$, אך כעת במקום להפעיל את הכוח F עם היד, מניחים על

הגוף שמסתו m_2 משקולת שמסתה 1.5 kg . מי מבין ההיגדים (a)–(d) נכון? נמקו את בחירתכם. (3.5 נק').

(a) הכוח השקול הפועל על המערכת לא משתנה ולכן לא יהיה שום שינוי.

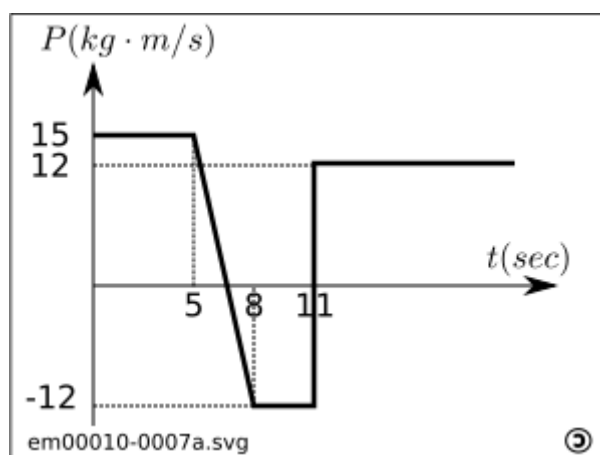
(b) הכוח השקול הפועל על המערכת לא משתנה, מסת המערכת גדלה לכן תאוצתה קטנה, אך המתיחות בחוט נשארת ללא שינוי.

(c) הכוח השקול הפועל על המערכת לא משתנה, מסת המערכת גדלה ולכן תאוצתה קטנה, וגם המתיחות בחוט קטנה.

(d) הכוח השקול הפועל על המערכת לא משתנה, מסת המערכת גדלה ולכן תאוצתה קטנה, אך המתיחות בחוט גדלה.

שאלה 3

כדור מחליק ימינה על פני מישור אופקי חלק. הכיוון ימינה מוגדר ככיוון החיובי. עוקבים אחר תנועת הכדור על ידי חיישנים ומפיקים את גרף התנע של הכדור כפונקציה של הזמן בתרשים א.

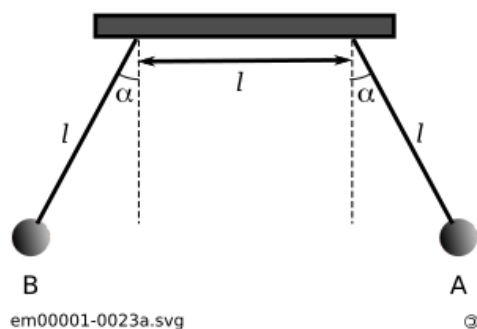


תרשים א'

- א. מצאו את הכוח (גודל וכיוון) שפעל על הכדור במשך 5 השניות הראשונות לתנועתו. הסברו את קביעתכם. (3 נק')
- ב. מצאו את הכוח (גודל וכיוון) שפעל על הכדור בפרק הזמן $5s < t < 8s$. (3 נק')
- אומרים לתלמיד פיזיקה כי בזמן $t = 11\text{ sec}$ התנגש הכדור המקורי בהתנגשות מצחית עם כדור שני שנע בכיוון הפוך לכיוון תנועתו של הכדור המקורי ב- $t = 11\text{ sec}$. נתון שמסת הכדור השני הנע לקראת הכדור המקורי היא $m = 1\text{ kg}$ וגודל מהירותו $v = 4\text{ m/s}$.
- ג. מה תהיה מהירות הכדור השני (גודל וכיוון) לאחר ההתנגשות? (4 נק')
- ד. כתבו לגבי כל אחד מהגדלים הפיזיקליים הבאים האם הוא נשמר אחרי ההתנגשות ביחס לערכו לפני ההתנגשות. נמקו. (6 נק')
 - (1) התנע של הכדור השני.
 - (2) המהירות של הכדור הראשון.
 - (3) האנרגיה הקינטית של הכדור הראשון.
- ה. האם התנגשות זו היא התנגשות אלסטית? נמקו. (4 נק')

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

שאלה 4



בתרשים א', מתוארת מערכת ובה, שני כדורים קטנים (ממדיהם ניתנים להזנחה) בעלי מסות שוות, מסת כל כדור $m = 200 \text{ gr}$. נסמן את הכדור הימני ב- A ואת הכדור השמאלי ב- B . הכדורים תלויים על חוטים מבדדים. אורך כל אחד מהחוטים $l = 10 \text{ cm}$.

כל אחד מהכדורים טעון במטען **שגודלו** $|q_A| = |q_B| = q$. המרחק בין **נקודות התלייה** של החוטים הוא $l = 10 \text{ cm}$, זווית הנטייה בין כל חוט לאנך היא $\alpha = 30^\circ$. המערכת נמצאת בשיווי משקל. שני הכדורים מוליכים. נתון כי הכדור A טעון במטען

ססימנו חיובי.

א. בחרו את המשפט הנכון ביותר מבין ארבעת האפשרויות $a-d$, ונמקו בחירתכם. (3 נק')

- בתהליך טעינת הכדור B גרעו ממנו פרוטונים.
- בתהליך טעינת הכדור B הוסיפו לו פרוטונים.
- בתהליך טעינת הכדור B גרעו ממנו אלקטרונים.
- בתהליך טעינת הכדור B הוסיפו לו אלקטרונים.

ב. עבור מערכת שני הכדורים:

- חשבו את המרחק בין מרכזי הכדורים. (1 נק')
- שרטטו את תרשים הכוחות על הכדור A . (2 נק')
- חשבו את גודל המטען q . (5 נק')

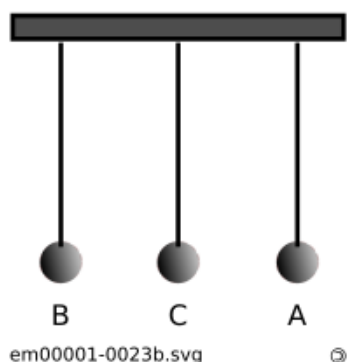
מבצעים שלוש ניסויים נוספים:

ג. מחליפים את הכדור A בכדור D הטעון במטען המקיים $q_D > q_A$ בסימן זהה ושמסתו שווה למסת הכדורים A ו- B . שרטטו

תרשים מקורב של המערכת החדשה. נמקו תשובתכם. התייחסו בתשובתכם לגודל הזוויות הנוצרות במצב זה. (3 נק')

ד. מחליפים את הכדור D בכדור E שמסתו גדולה ממסת הכדורים המקוריים ומטענו זהה למטענם. שרטטו תרשים מקורב של

המערכת החדשה. נמקו תשובתכם. התייחסו בתשובתכם לגודל הזוויות הנוצרות במצב זה. (3 נק')



ה. מוסיפים למערכת המקורית (נפח הכדורים זניח) וכדורים A ו- B , כדור שלישי C

בדיוק באמצע בין שני הכדורים A ו- B . גם הוא תלוי על חוט שאורכו l . הכדור C

טעון במטען q' . עתה, במצב שיווי המשקל החדש שלוש הכדורים תלויים על חוט

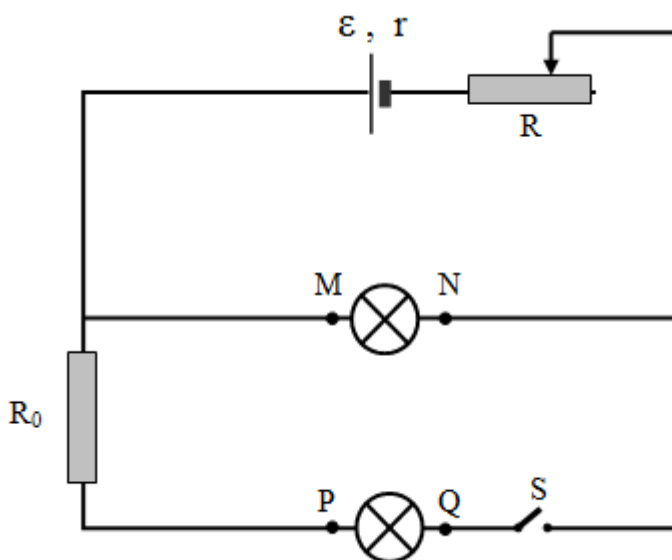
המאונך לתקרה. ראו תרשים ב' בטאו באמצעות q בלבד את מטענו של כדור C .

מה סימנו של מטען זה? נמקו. (3 נק')

שאלה 5

תלמידים הרכיבו את המעגל החשמלי המתואר בתרשים המורכב מהרכיבים הבאים:

- מקור מתח בעל כ"מ 60 V והתנגדות פנימית $r = 5\ \Omega$.
- נגד קבוע R_0 .
- נגד משתנה R .
- מתג S .
- נורה L_1 שרשום עליה 5 W , 10 V .
- נורה L_2 שרשום עליה 12 W , 30 V .
- תילי חיבור חסרי התנגדות.



התלמידים ביצעו שני ניסויים במעגל החשמלי.

בניסוי א' הם סגרו את המתג S וקבעו את הנגדים R_0 ו- R כך שהנורות יאירו בעצמתן המרבית.

א. איזו נורה, L_1 או L_2 , מחוברת בין הנקודות P ו- Q ? הסבירו את קביעתכם. (3 נק')

ב. חשבו את: (6 נק')

1) ערכו של הנגד R_0 .

2) ערכו של הנגד המשתנה R במקרה זה.

ג. פותחים את המתג S . האם עוצמת ההארה של הנורה המחוברת בין הנקודות M ו- N תקטן, לא תשתנה או האם הנורה עלולה

להשרף? הסברו קביעתכם. (4 נק')

בניסוי ב' התלמידים סוגרים את המתג S ומחליפים בין מיקומי הנורות.

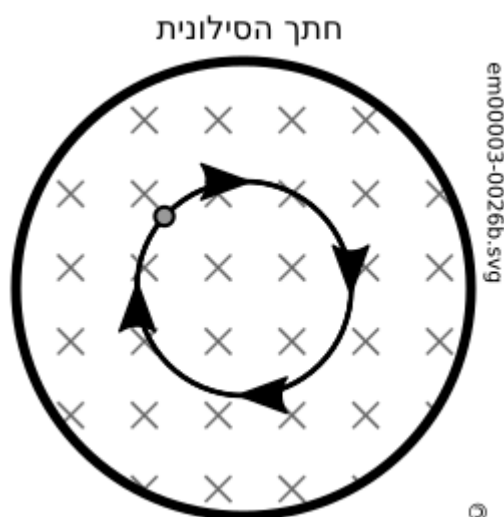
על מנת שהנורות לא ישרפו הם מכוונים את הנגד המשתנה ומגלים שרק נורה אחת מאירה בעוצמת המרבית.

ד. איזו נורה L_1 או L_2 מאירה בעצמתה המרבית? (4 נק')

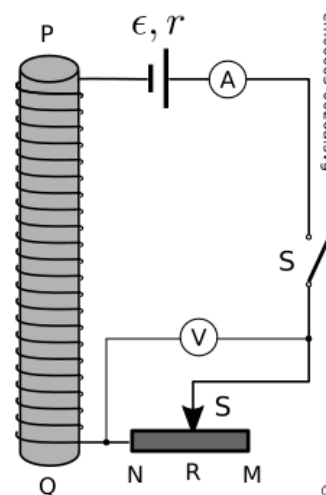
ה. האם נצילות **מקור המתח** בניסוי א' גדולה, קטנה או שווה מנצילותו בניסוי ב'? הסבירו את קביעתכם. (3 נק')

שאלה 6

על מנת לחקור את השדה המגנטי של סילוניות, משתמשים במעגל המתואר בתרשים א', ובו סילוניות, בעלת 2000 ליפופים, מקור מתח ונגד משתנה.



תרשים ב'



תרשים א'

תלמידים סגרו את המתג, שינו את התנגדות הנגד המשתנה ומדדו את עוצמת השדה המגנטי במרכז הסילוניות כתלות בעוצמת הזרם העובר בה. תוצאות המדידות מופיעות בטבלה שלפניכם:

I (A)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
B (T)	3.14×10^{-3}	6.29×10^{-3}	9.41×10^{-3}	12.57×10^{-3}	15.71×10^{-3}	18.83×10^{-3}

א. התלמידים התחילו את המדידות עם זרם נמוך והגדילו אותו בכל מדידה.

1) האם התלמידים הזיזו את המגע הנייד לעבר הנקודה M או הנקודה N ? הסבירו את קביעתכם. (2 נק')

2) קבעו את כיוון השדה המגנטי במרכז הסילוניות, מהנקודה P לנקודה Q או מהנקודה Q לנקודה P ? (2 נק')

ב. שרטטו גרף המתאר את עוצמת השדה המגנטי כתלות בעוצמת הזרם בסילוניות. (5 נק')

ג. בעזרת הגרף ששרטטתם:

1) מצאו את אורך הסילוניות. (4 נק')

2) חשבו את השדה המגנטי בסילוניות אם הזרם החשמלי הוא 1.25 A . (2 נק')

התלמידים קובעים זרם חשמלי קבוע שערכו 1.25 A .

תרשים ב' מתאר חלק של מרכז הסילוניות ובתוכו חלקיק נקודתי הנע במסלול מעגלי במגמה המופיעה בתרשים.

ניתן להניח כי השדה המגנטי באזור תנועת החלקיק הוא שדה אחיד ושהשפעת הכבידה זניחה.

ד. האם החלקיק טוען במטען חשמלי חיובי או שלילי? הסבירו את קביעתכם. (2 נק')

ה. רדיוס סיבוב החלקיק הוא 2.5 cm ומהירותו $2 \times 10^4 \text{ m/s}$. חשבו מהו היחס בין מסת החלקיק ומטענו. (3 נק')

פרק ג – פרקים נוספים

בפרק זה עליכם לענות על שאלה אחת בלבד מתוך שאלות 7-9

שאלה 7

מערכת הכוללת שני פסי נחושת ארוכים ומקבילים שהתנגדותם ניתנת להזנחה MP ו- NK , נגד שהתנגדותו $R=0.4\ \Omega$, מוט עשוי נחושת O_1O_2 , שהתנגדותו זניחה ואורכו 20 ס"מ, היכול לנוע ללא חיכוך לאורך הפסים, פס PK , עשוי חומר מבודד, המקובע במקומו וחוט משי ישר ורפוי המחבר את נקודת האמצע O של המוט המוליך O_1O_2 עם נקודת האמצע של הפס המבודד PK כמוראה בתרשים:



נתון: $MO_1=NO_2=20\text{ cm}$

- ברגע מסוים ($t=0$) מפעילים באזור המערכת שדה מגנטי B שכיוונו לתוך הדף ועצמתו משתנה בזמן על פי הביטוי: $B=4t$. עם הפעלת השדה B , חוט המשי נמתח וגודל המתיחות בו הולכת וגדלה אך המוט לא זז ממקומו.
- א. חשבו את גודלו של הכא"מ המושרה ϵ במוט ואת הזרם המושרה I בנגד R . (2.5 נק')
- ב. מצאו את כיוונו של הזרם החשמלי I , מ- M ל- N , או מ- N ל- M ? (2 נק')
- ג. רשמו ביטוי המקשר בין גודל כוח המתיחות של חוט המשי T הפועל על המוט לבין הזמן t . (2 נק')
- נתון כי כאשר המתיחות בחוט המשי $T=0.4\text{ N}$ החוט נקרע.
- ד. חשבו את משך הזמן שעבר מרגע הפעלת השדה המגנטי ועד לקריעת חוט המשי. (3 נק')
- ה. בזמן t שחישבת בסעיף ד' מתייצב השדה המגנטי על גודל קבוע. כוח חיצוני F_{ext} מושך את המוט ימינה במהירות קבועה $v=0.4\text{ m/s}$ לאורך קטע $\Delta S=20\text{ cm}$.
- (1) חשבו את גודלו של הכוח F_{ext} הדרוש להנעת המוט ואת העבודה שביצע על המוט לאורך הקטע ΔS ? (4 נק')
- (2) חשבו את אנרגיית החום המשתחררת בנגד במשך הנעת המוט לאורך הקטע ΔS ? (2.5 נק')
- (3) מה ניתן להסיק מתוך התוצאות שהתקבלו בסעיפים 1 ו-2? הסברו. (2 נק')
- (4) קבעו ונמקו את קביעתכם האם במשך הזמן בו נע המוט בהשפעת הכוח החיצוני עוצמת השדה המגנטי הכולל השורר באזור MNO_1O_2 גדולה מעוצמת השדה המגנטי הקבוע B , קטנה ממנה או שווה לו? (2 נק')

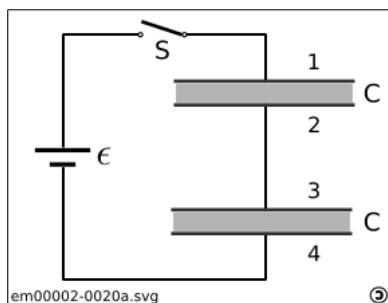
שאלה 8

תלמידה שלמדה השנה לראשונה על קבלים מעוניינת לבצע ניסוי טעינה של קבל. לרשותה סוללה אידאלית שהכא"מ שלה שווה ל- 1.5 V . נגד שהתנגדותו R לא ידוע, מכשירי מדידה אידאליים, תילים חסרי התנגדות, מפסק S וקבל שקיבולו אינו ידוע. ידוע שהקבל בנוי משני לוחות נחושת ודף נייר בניהם. נתון ששטח כל לוח נחושת הוא 200 cm^2 , עובי הדף הנייר הוא 0.25 mm והמקדם הדיאלקטרי היחסי של נייר שווה ל $\epsilon_r = 3.85$. התלמידה בונה את המעגל המתואר בתרשים א'.

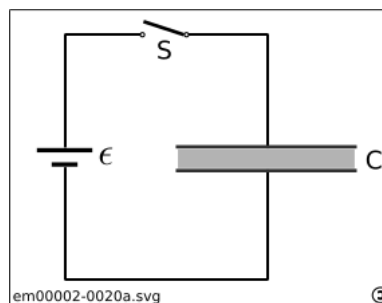
א. הגדירו את המושג קיבול חשמלי של קבל. (4 נק')

ב. מהו קיבולו של הקבל שברשות התלמידה? (4 נק')

ג. לאחר מכן התלמידה מוסיפה למעגל קבל נוסף זהה לקבל המקורי כמו בתרשים ב'. מצאו את המטען על כל אחד מלוחות הקבלים 1-4 המוראים בתרשים. (4 נק')

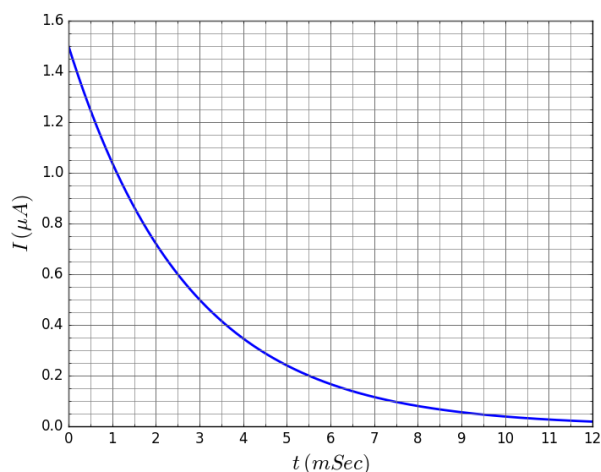


תרשים ב'

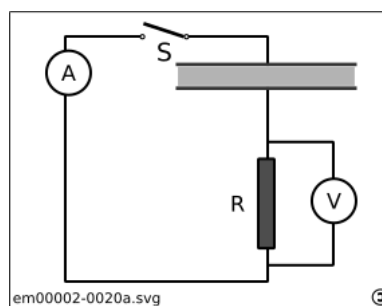


תרשים א'

לאחר זמן ארוך מאד התלמידה לוקחת את הקבל העליון מהמעגל בתרשים ב' ומבלי לגעת בהדקיו בונה מעגל שלישי המתואר בתרשים ג' היא וסוגרת את המפסק S בזמן המוגדר כ- $t=0$.

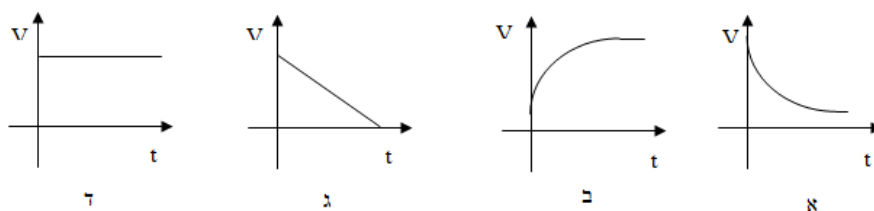


תרשים ה'



תרשים ג'

ד. אלו מבין ארבעת הגרפים בתרשים ד' מתאר נכונה את הוריית הוולטמטר כתלות בזמן? נמקו את תשובתכם. (4 נק')

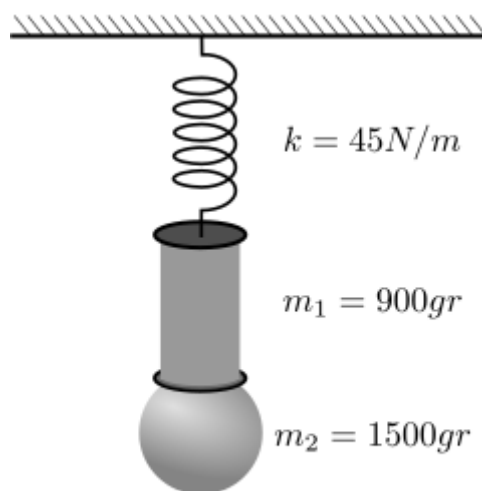


תרשים ד'

ה. הגרף בתרשים ה' מתאר את הוריית האמפרמטר כתלות בזמן מרגע סגירת המפסק. מצאו את התנגדות הנגד R . (4 נק')

שאלה 9

קפיץ שמסתו זניחה נתלה אנכית מהתקרה. אורכו במצב רפוי הוא 30 cm וקבוע הקפיץ שלו 45 N/m . הקפיץ יכול להתארך ולהתכווץ ממצבו הרפוי. חיברו לקצה הקפיץ מסה $m_1 = 900\text{ gr}$ אשר אליה דבוקה מסה נוספת $m_2 = 1500\text{ gr}$, כמתואר בשרטוט:



mch00013-0001a.svg



ברגע $t=0$ ניתקה המסה m_2 מהמסה m_1 וכתוצאה מכך החלה m_1 להתנדנד בתנועה הרמונית פשוטה.

א. מצאו את הגודל המרבי של האנרגיה האלסטית האגורה בקפיץ ביחס למצב הרפוי. (3 נק').

ב. מצאו את הגודל המרבי של האנרגיה הקינטית של m_1 . (4 נק').

ג. חשבו כעבור כמה זמן מרגע הניתוק תהיה למסה אנרגיה קינטית מרבית. (3 נק').

ד. חשבו או ציינו. נמקו תשובותיכם:

(1) מהו גודלו המרבי של הכוח השקול הפועל על המסה המתנדנדת. (3 נק').

(2) באיזה מרחק או מרחקים מהתקרה נמצאת המסה כשפועל עליה הכוח השקול המרבי? (3 נק')

ה. קבעו האם ייתכן מצב בו הקפיץ מפעיל על התקרה כוח השווה לאפס? אם לא, הסברו מדוע לא. אם כן, הסברו ותארו את המצב בו זה ייתכן. (4 נק').