

מכניקהשם משפחה: (בכתב **ברור**) _____ שם פרטי: _____

מס' סטודנט (תעודת זהות): _____ פקולטה: _____

הוראות לנבחן:

1. הבחינה מכילה 8 שאלות, הכוללות 14 סעיפים. כל השאלות חובה ולכל הסעיפים משקל זהה.
2. בכל סעיף נמצאות מספר תשובות, אשר אחת מהן (**ורק אחת**) נכונה.
3. את התשובה יש לסמן **בשלושה מקומות**:
(א) לקבל אותה בחישוב מפורט, ולהקיף את התוצאה הסופית במרובע בביטוי בו התקבלה. למשל: $11a - 7a = 4a$
(ב) להקיף את התשובה בדף השאלה. (בחישובים מספריים, סמן את התשובה הקרובה ביותר).
(ג) לסמן X בטבלה שבעמוד זה, במקום המתאים.
4. עליך לבסס את תשובתך על חישוב, או על נימוק קצר. תשובה סתמית ללא ביסוס מתאים, לא תתקבל! אין לסמן תשובה סתם ללא פתרון מפורש או הנמקה בגליון הבחינה. סימון **המבוסס על חישוב מפורש או הנמקה** – מזכה במלוא הנקודות אם הוא נכון, ואינו מוריד נקודות אם הוא לא נכון. סימון סתמי, **ללא פתרון או הנמקה**, יוריד נקודות.
5. אסור להשתמש בכל חומר עזר, פרט למחשבון כיס. דף נוסחאות מצורף לבחינה. **אין לתלוש את הדף מגוף הבחינה**. אין להעביר כל חומר בין הנבחנים בעת הבחינה, כולל מחשבוניים.
6. כתוב את כל פתרוניך, **כולל טיוטה**, על דפי השאלות. אל תכתוב דבר מחוץ לדפי השאלות. יש להחזיר למשגיח על הבחינה את גליון הבחינה בשלמותו.
7. משך הבחינה 2.5 שעות.

בהצלחה!

העתק לטבלה שכאן את תשובותיך הסופיות
כלומר: סמן את הפתרון שלך ע"י x במשבצת המתאימה

שאלה	סעיף	א	ב	ג	ד	ה	ו
1	I						
	II						
2	I						
	II						
3	I						
4	I						
5	I						
	II						
	III						
	IV						
6	I						
	II						
7	I						
8	I						

שאלה מס' 1

צפור שמסתה $M = 1.8 \text{ kg}$ עפה מערבה בגובה $h = 15 \text{ meter}$ מעל הקרקע, במהירות $v_1 = 5 \text{ m/s}$. כדור גולף שמסתו $m = 0.05 \text{ kg}$ נזרק מהקרקע מזרחה בזווית $\theta = 30^\circ$ מעל האופק, ובמהירות $v_2 = 40 \text{ m/s}$, נתפס בפה של הציפור ונבלע מיידית על ידה. הישר שלאורכו נעה הציפור נמצא במישור האנכי שבו נע הכדור. הנח שתאוצת הכובד היא $g = 10 \text{ m/s}^2$.

סעיף I

מהי מהירותה האופקית של הציפור מיד אחרי בליעת הכדור?

- א. 4.1 m/s מערבה **ב.** 3.9 m/s מערבה ג. 2.1 m/s מערבה
ד. 1.3 m/s מזרחה ה. 24.7 m/s מזרחה ו. 0 m/s

פתרון:

$$m v_2 \cos \theta - M v_1 = (m + M) V_x \quad \Rightarrow \quad V_x = \frac{m v_2 \cos \theta - M v_1}{m + M} = \frac{0.05 \cdot 40 \cdot \cos 30 - 1.8 \cdot 5}{0.05 + 1.8} = -3.93$$

סעיף II

מה ערכה של המהירות האנכית של הציפור מיד אחרי בליעת הכדור?

- א. 14.15 m/s ב. 3.33 m/s **ג.** 0.27 m/s ד. 0.06 m/s ה. 2.11 m/s ו. 0 m/s

פתרון:

$$v_{2y} = \sqrt{(v_2 \sin \theta)^2 - 2gh}$$

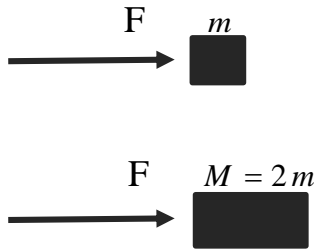
$$m v_{2y} = (m + M) V_y \quad \Rightarrow \quad V_y = \frac{m \sqrt{(v_2 \sin \theta)^2 - 2gh}}{m + M} = \frac{0.05 \sqrt{(40 \cdot \sin 30)^2 - 2 \cdot 10 \cdot 15}}{0.05 + 1.8} = 0.270$$

שאלה מס' 2

סעיף I

שני גופים בעלי מסות m ו- $M = 2m$ מונחים על משטח אופקי חלק. מפעילים על כל אחד מהגופים כוח קבוע F במשך זמן $t = 5s$. נסמן את התנעים של הגופים בסוף פעולת הכוח ב- p_m ו- p_M , ונסמן את האנרגיות הקינטיות של הגופים בסוף פעולת הכוח ב- E_m ו- E_M , בהתאמה. ציין את המשפט הנכון:

א. $p_m = \frac{1}{2} p_M$ ב. $p_m = 2 p_M$ ג. $p_m = \sqrt{\frac{1}{2}} p_M$
ד. $E_m = \frac{1}{2} E_M$ ה. $E_m = 2 E_M$ ו. $E_m = \sqrt{\frac{1}{2}} E_M$



פתרון:

$$p_m = Ft \quad ; \quad p_M = Ft \quad \Rightarrow \quad \frac{p_m}{p_M} = 1$$
$$E_m = \frac{p_m^2}{2m} \quad ; \quad E_M = \frac{p_M^2}{2M} \quad \Rightarrow \quad \frac{E_m}{E_M} = \frac{M}{m} = 2$$

סעיף II

מפעילים על כל אחד מהגופים הנ"ל כוח קבוע F לאורך דרך $x = 5 \text{ meter}$. ציין את המשפט הנכון:

א. $p_m = \frac{1}{2} p_M$ ב. $p_m = 2 p_M$ ג. $p_m = \sqrt{\frac{1}{2}} p_M$
ד. $E_m = \frac{1}{2} E_M$ ה. $E_m = 2 E_M$ ו. $E_m = \sqrt{\frac{1}{2}} E_M$

פתרון:

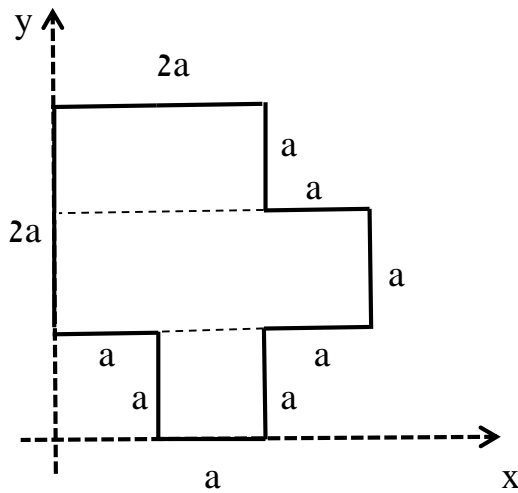
$$E_m = Fx \quad ; \quad E_M = Fx \quad \Rightarrow \quad \frac{E_m}{E_M} = 1$$
$$p_m = \sqrt{2mE_m} \quad ; \quad p_M = \sqrt{2ME_M} \quad \Rightarrow \quad \frac{p_m}{p_M} = \sqrt{\frac{m}{M}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

שאלה מס' 3

סעיף I

חשב את שעור y של מרכז המסה של הגוף המתואר בציור. הנח שצפיפות המסה של הגוף אחידה. השתמש במערכת הצירים שבציור.

- א. $y_{c.m.} = 1.83a$ ב. $y_{c.m.} = 1.75a$ ג. $y_{c.m.} = 1.67a$ ד. $y_{c.m.} = 1.5a$
ה. $y_{c.m.} = 1.33a$ ו. $y_{c.m.} = 1.25a$



פתרון:

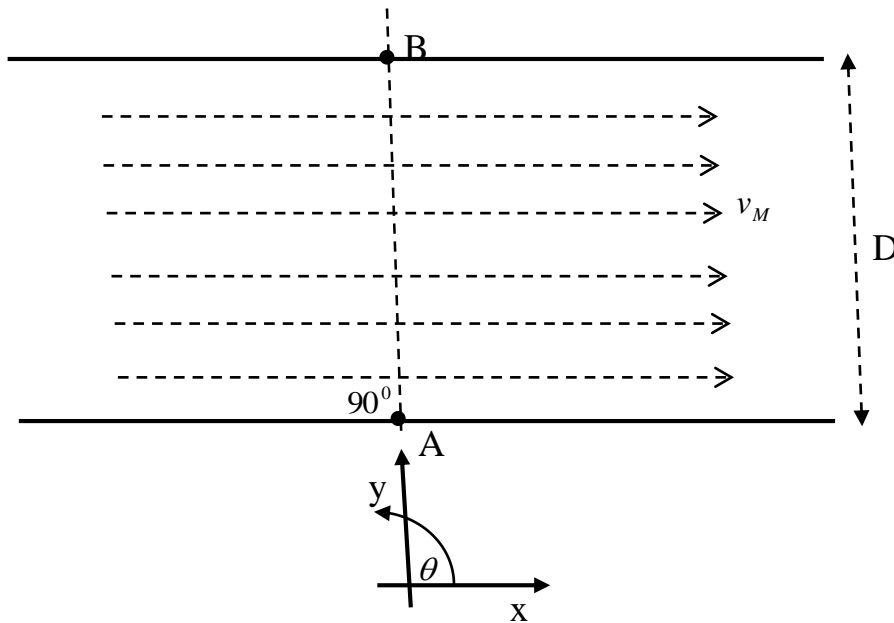
$$y_{c.m.} = \frac{\sum my}{\sum m} = \frac{a^2 \cdot \frac{a}{2} + 3a^2 \cdot \frac{3}{2}a + 2a^2 \cdot \frac{5}{2}a}{a^2 + 3a^2 + 2a^2} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{9}{2} + 5}{6} a = \frac{10}{6} a = 1.667a$$

שאלה מס' 4

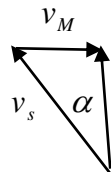
סעיף I

סירה צריכה לחצות נהר שרוחבו $D = 150 \text{ meter}$. הסירה עומדת בנקודה A ליד שפת הנהר והיא צריכה להגיע לנקודה B שנמצאת בדיוק מולה על השפה השנייה של הנהר (הישר AB נמצב לכיוון הנהר, ראה ציור). מהירות הסירה במים שקטים (שאינם זורמים) היא $v_s = 4 \text{ km/h}$. מי הנהר זורמים במהירות $v_M = 3 \text{ km/h}$. באיזו זווית θ , יחסית לציר x (ראה ציור) על הסירה לחתור בתוך המים בכדי שתגיע לחוף בנקודה B?

א. $\theta = 37^\circ$ ב. $\theta = 90^\circ$ ג. $\theta = 127^\circ$ **ד. $\theta = 139^\circ$** ה. $\theta = 150^\circ$ ו. $\theta = 161^\circ$



פתרון:



$$\sin \alpha = \frac{v_M}{v_s} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 48.59^\circ$$

$$\theta = 90 + \alpha = 90 + 48.59 = 138.59$$

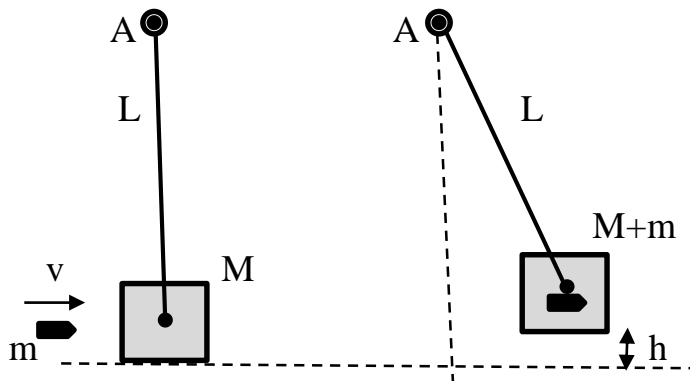
שאלה מס' 5

במטוטלת בליסטית, כדור בעל מסה $m = 0.01 \text{ kg}$ ומהירות אופקית v (לא נתונה) פוגע ונתקע בבול עץ בעל מסה $M = 2 \text{ kg}$ התלוי בחוט באורך $L = 1.6 \text{ meter}$ לציר אופקי חלק A, כמוראה בציור. הגוש M עם הכדור m התקוע בתוכו נע לאחור מכן כמטוטלת, והוא מגיע לגובה מקסימלי $h = 0.2 \text{ meter}$. הנח שתאוצת הכובד היא $g = 10 \text{ m/s}^2$.

סעיף I

ניתן לנצל את המתקן הנ"ל למדידת מהירות הכדור. מהי מהירות הכדור עבור הנתונים הנ"ל בשאלה? התשובה במטר לשניה.

- א. 4 ב. 2 ג. 101 ד. 849 ה. 10.5 ו. 4



פתרון:

$$mv = (m + M)V \Rightarrow V = \frac{m}{m + M}v$$

$$\frac{m + M}{2}V^2 = (m + M)gh \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

$$\frac{m}{m + M}v = \sqrt{2gh} \Rightarrow v = \frac{m + M}{m} \sqrt{2gh} = \frac{0.01 + 2}{0.01} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.2} = \frac{2.01 \cdot 2}{0.01} = 402$$

סעיף II

מהי המתיחות בחוט כאשר הגוש הנ"ל מגיע לגובהו המקסימלי? התשובה בניוטון.

- א. 17.6 ב. 23.0 ג. 20.1 ד. 9.7 ה. 41.5 ו. 0

פתרון:

$$F - (M + m)g \cos \theta = (M + m) \frac{v^2}{L} = (M + m) \frac{0^2}{L} = 0$$

$$F = (M + m)g \cos \theta = (2 + 0.01) \cdot 10 \cdot \frac{1.6 - 0.2}{1.6} = 17.5875$$

שאלה מס' 5 (המשך)

סעיף III

כמה זמן נמשכת תנועת הגוש מרגע הפגיעה עד להגעתו לגובהו המקסימלי בפעם הראשונה ?
התשובה בשניות.

- א. 0.39 ב. 0.63 ג. 1.30 ד. 0.78 ה. 0.12 ו. 2.11

פתרון:

$$t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4} 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{1.6}{10}} = 0.6283$$

סעיף IV

מהי המתיחות בחוט כשהוא עובר דרך מצבו האנכי בזמן תנודתו ? התשובה בניוטון.

- א. 20.1 ב. 50.0 ג. 15.1 ד. 25.1 ה. 17.3 ו. 35.4

פתרון:

$$\begin{aligned} F - (M + m)g &= (M + m) \frac{V^2}{L} \\ F &= (M + m)g + (M + m) \frac{2gh}{L} \\ &= (2 + 0.01) \cdot 10 + (2 + 0.01) \frac{2 \cdot 10 \cdot 0.2}{1.6} = 20.1 + 5.025 = 25.125 \end{aligned}$$

שאלה מס' 6

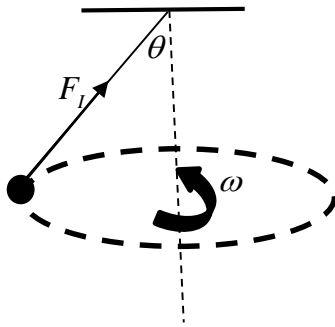
מטוטלת קונית עשויה ממסה $m = 0.3 \text{ kg}$ קשורה לתקרה בעזרת חוט שאורכו $L = 0.4 \text{ meter}$. מטרים את החוט הצידה בזווית מסוימת θ (לא נתונה) ונותנים למסה מהירות אופקית כזו כך שהיא מסתובבת בתדירות של 10 סיבובים בשנייה ($f = 10 \frac{1}{\text{sec}}$).

הנח שתאוצת הכובד היא $g = 10 \text{ m/s}^2$.

סעיף I

מהי המתיחות F_I בחוט? התשובה בניוטון.

- א. $F_I = 474$ ב. $F_I = 12$ ג. $F_I = 59$ ד. $F_I = 125$ ה. $F_I = 963$ ו. $F_I = 4$



פתרון:

$$F_I \sin \theta = m \omega^2 L \sin \theta$$

$$F_I = m(2\pi f)^2 L = 0.3(2\pi \cdot 10)^2 \cdot 0.4 = 473.74$$

סעיף II

מה תהיה המתיחות F_{II} בחוט אם מהירות הסיבוב של המסה היא 4 רדיאנים בשנייה.

($\omega = 4 \frac{1}{\text{sec}}$) התשובה בניוטון.

- א. $F_{II} = 76$ ב. $F_{II} = 525$ ג. $F_{II} = 947$ ד. $F_{II} = 14$ ה. $F_{II} = 2$
ו. $F_{II} = 3$ כי במהירות זוויתית כזו נמוכה החוט לא יתרומם (כלומר לא יטה הצידה), ועל כן המתיחות בו תהיה שווה למשקל המסה.

פתרון:

$$F_{II} \sin \theta = m \omega^2 L \sin \theta$$

$$F_{II} \cos \theta = mg$$

$$\cos \theta = \frac{g}{\omega^2 L} = \frac{10}{4^2 \cdot 0.4} = 1.5625 \Rightarrow \theta = 0 \Rightarrow F_{II} = mg = 0.3 \cdot 10 = 3$$

שאלה מס' 7

סעיף I

הנח שלארץ אין אטמוספירה, וכדור נורה אופקית מפסגת הר האוורסט (גובהו $h = 8850 \text{ meter}$). אם מהירות הירי של הכדור היתה די גדולה שתגרום לו לבצע תנועה מעגלית סביב הארץ, אזי תאוצת הכדור תהיה:

- א. אפס, כי הכדור אינו מתקרב אל הארץ, ומרחקו מהארץ אינו משתנה.
ב. g_0 (תאוצת הכובד על פני הארץ, בגובה פני הים), למרות שמרחקו מהארץ אינו משתנה.
ג. מעט יותר מ- g_0 , כי היריה נעשתה מפסגת ההר שנמצאת מספר ק"מ מעל פני הארץ.

ד. $\sqrt{\frac{R}{R+h}} g_0$

ה. $\frac{R}{R+h} g_0$

ו. $\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g_0$

פתרון:

$$\frac{GmM}{r^2} = mg \quad \Rightarrow \quad g = \frac{GM}{r^2}$$

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$g_0 = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{g}{g_0} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

שאלה מס' 8

סעיף I

שאלת הנשיא של ארצות הברית.

בשנת 1957 הופתע העולם כולו כאשר ברית המועצות של אז שלחה לחלל את הלוויין הראשון סביב הארץ, ספוטניק 1, והקדימה בכך את ארצות הברית שהאמינה שהיא המובילה בתחום פיתוח הטילים.

הנתונים שהיו ידועים בביטחה על הלוויין היו הגובה שבו הוא הקיף את הארץ: 250 ק"מ מעל פני הארץ, וזמן הקפתו את הארץ: 96.2 דקות.

נשיא ארצות הברית אז, דווייט אייזנהאור, היה מודאג מאד ורצה לדעת את הנתון החשוב ביותר עבור ארה"ב: עד היכן הגיעה יכולתה של ברית המועצות להרים משאות כבדים לחלל. לפיכך הוא שאל את יועציו המדעיים אם הם יכולים לחשב מהנתונים הנ"ל את כובדו, דהיינו מסתו, של הספוטניק.

מה היתה תשובתם של היועצים המדעיים אודות מסתו של הלוויין? התשובה בק"ג.

- א. 11 ב. 120 ג. 254 ד. 540 ה. 810
⚠ לא ניתן לחשב מהנתונים הנ"ל את מסת הלוויין.

פתרון:

$$\frac{GmM}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r \quad \Rightarrow \quad \frac{GM}{r^3} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

מכאן שבחוק הפיזיקלי המכתיב את הקשר בין מסת הלוויין, רדיוס התנועה שלו, וזמן המחזור שלו, מסת הלוויין מצטמצמת והקשר בין r ו- T נכון עבור כל m .
כלומר לא ניתן לחשב את m מתוך r ו- T .

בחינת סיווג בפיסיקה
חשמל ומגנטיות

שם משפחה: (בכתב **ברור**) _____ שם פרטי: _____

מס' סטודנט (תעודת זהות): _____ פקולטה: _____

הוראות לנבחן:

1. הבחינה מכילה 7 שאלות, הכוללות 14 סעיפים. כל השאלות חובה ולכל הסעיפים משקל זהה.
2. בכל סעיף נמצאות מספר תשובות, אשר אחת מהן (**ורק אחת**) נכונה.
3. את התשובה יש לסמן בשלושה מקומות:
(א) לקבל אותה בחישוב מפורט, ולהקיף את התוצאה הסופית במרובע בביטוי בו התקבלה. למשל: $11a - 7a = 4a$
(ב) להקיף את התשובה בדף השאלה. (בחישובים מספריים, סמן את התשובה הקרובה ביותר).
(ג) לסמן X בטבלה שבעמוד זה, במקום המתאים.
4. עליך לבסס את תשובתך על חישוב, או על נימוק קצר. תשובה סתמית ללא ביסוס מתאים, לא תתקבל! אין לסמן תשובה סתם ללא פתרון מפורש או הנמקה בגליון הבחינה. סימון המבוסס על חישוב מפורש או הנמקה – מזכה במלוא הנקודות אם הוא נכון, ואינו מוריד נקודות אם הוא לא נכון. סימון סתמי, ללא פתרון או הנמקה, יוריד נקודות.
5. אסור להשתמש בכל חומר עזר, פרט למחשבון כיס. דף נוסחאות מצורף לבחינה. אין לתלוש את הדף מגוף הבחינה. אין להעביר כל חומר בין הנבחנים בעת הבחינה, כולל מחשבוניס.
6. כתוב את כל פתרוןך, **כולל טיוטה**, על דפי השאלות. אל תכתוב דבר מחוץ לדפי השאלות. יש להחזיר למשגיח על הבחינה את גליון הבחינה בשלמותו.
7. משך הבחינה 2.5 שעות.

בהצלחה!

העתק לטבלה שכאן את תשובותיך הסופיות

כלומר: סמן את הפתרון שלך ע"י X במשבצת המתאימה

שאלה	סעיף	א	ב	ג	ד	ה	ו
1	I						
	II						
2	I						
	II						
	III						
3	I						
4	I						
5	I						
	II						
	III						
6	I						
	II						
	III						
7	I						

שאלה מס' 1

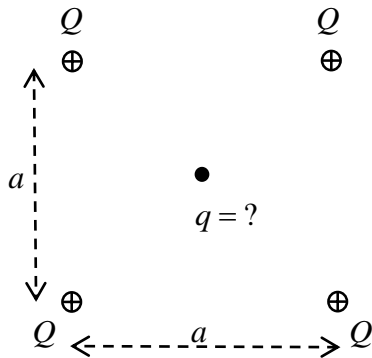
ארבעה מטענים נקודתיים חיוביים של $Q = 10^{-9} \text{ Coul.}$ כל אחד, מוחזקים בקודקודיו של ריבוע בעל צלע $a = 0.1 \text{ meter}$ (ראה ציור).

סעיף I

איזה מטען q יש להניח במרכז הריבוע כדי שמערכת 5 המטענים תהיה בשיווי משקל חשמלי כאשר משחררים את כל המטענים מהכוחות החיצוניים שהחזיקו אותם?

א. $q = -4Q$ ב. $q = 4\sqrt{2}Q$ ג. $q = -4\sqrt{2}Q$ ד. $q = -Q\left(\frac{1+2\sqrt{2}}{4}\right)$

ה. $q = -Q\left(\frac{1+\sqrt{2}}{2}\right)$ ו. $q = 0$



פתרון:

$$\frac{kqQ}{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{kQ^2}{(a\sqrt{2})^2} + 2\frac{kQ^2}{a^2} \cos 45 \quad \Rightarrow \quad 2q = Q\left(\frac{1}{2} + 2\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \quad \Rightarrow \quad q = Q\left(\frac{1+2\sqrt{2}}{4}\right)$$

סעיף II

מהי העבודה, W , כנגד הכוחות החשמליים, הדרושה כדי להביא את מערכת המטענים הנייל (כולל המטען שבמרכז מסעיף I) ממקומות מרוחקים מאד זה מזה אל מצבם המתואר בציור?

א. $W = 4(1+\sqrt{2})\frac{kQ^2}{a}$ ב. $W = 4(1-\sqrt{2})\frac{kQ^2}{a}$ ג. $W = \frac{4(1+\sqrt{2})kQ^2}{\sqrt{2}a}$

ד. $W = -4(1+\sqrt{2})\frac{kQ^2}{a}$ ה. $W = -4(1-\sqrt{2})\frac{kQ^2}{a}$ ו. $W = 0$

פתרון:

$$W = 0 + \frac{kQ^2}{a} + \left(\frac{kQ^2}{a} + \frac{kQ^2}{a\sqrt{2}}\right) + \left(\frac{kQ^2}{a\sqrt{2}} + 2\frac{kQ^2}{a}\right) - 4\frac{kqQ}{\frac{a\sqrt{2}}{2}}$$
$$= \frac{kQ^2}{a} \left(1 + 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} + 2 - \frac{4}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1+2\sqrt{2}}{4}\right) = \frac{kQ^2}{a} \left(\frac{4\sqrt{2}+2}{\sqrt{2}} - 2\frac{1+2\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right) = 0$$

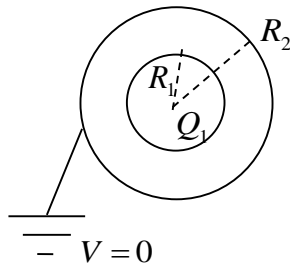
שאלה מס' 2

נתונות שתי קליפות כדוריות דקות, מוליכות, בעלות מרכז משותף ורדיוסים $R_1 = R$ ו- $R_2 = 2R$. הקליפה הפנימית, 1, טעונה במטען חיובי $Q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Coul}$, והקליפה החיצונית, 2, מוארקת לאדמה בעזרת חוט מוליך (ראה ציור I). הנח שפוטנציאל כדור הארץ הוא אפס.

סעיף I

מהו המטען Q_2 של הקליפה החיצונית? התשובה בקולון.

א. $Q_2 = 8 \cdot 10^{-9}$ ב. $Q_2 = 16 \cdot 10^{-9}$ ג. $Q_2 = 4 \cdot 10^{-9}$ ד. $Q_2 = -8 \cdot 10^{-9}$ ה. $Q_2 = -16 \cdot 10^{-9}$ ו. 0



ציור I

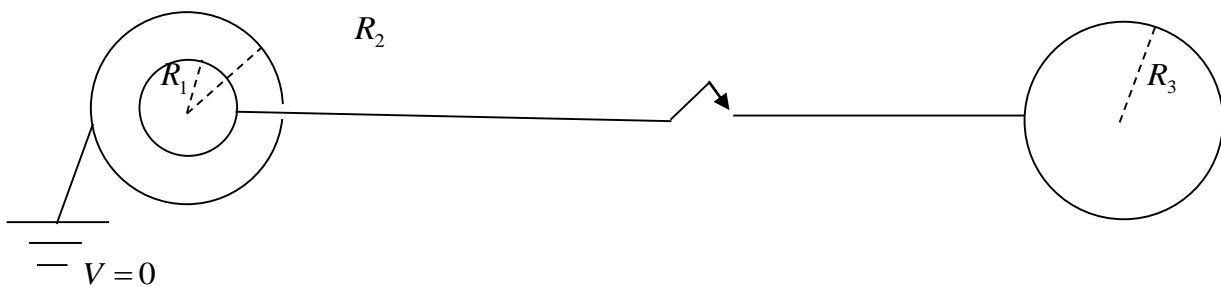
פתרון:

$$V_2 = \frac{Q_1}{R_2} + \frac{Q_2}{R_2} = 0 \Rightarrow Q_2 = -Q_1 = -8 \cdot 10^{-9}$$

סעיף II

מחברים בעזרת חוט מוליך ארוך את הקליפה הפנימית לקליפה כדורית 3 ניטרלית, דקה, מוליכה, ובעלת רדיוס $R_3 = 3R$, מרוחקת מאוד מקליפה 1 (ראה ציור II). החוט המחבר את שתי הקליפות 1 ו-3 עובר דרך חור קטן בקליפה החיצונית, 2, מבלי לנגוע בה). מה יהיה המטען Q_1' של הקליפה הפנימית, 1, לאחר החיבור?

א. 0 ב. $Q_1' = \frac{Q_1}{2}$ ג. $Q_1' = \frac{2}{5} Q_1$ ד. $Q_1' = \frac{1}{4} Q_1$ ה. $Q_1' = \frac{3}{4} Q_1$ ו. $Q_1' = -\frac{3}{5} Q_1$



ציור II

פתרון:

$$V_2 = \frac{Q_1'}{R_2} + \frac{Q_2'}{R_2} = 0 \Rightarrow Q_2' = -Q_1'$$

$$V_1 = V_3 \Rightarrow \frac{Q_1'}{R_1} + \frac{Q_2'}{R_2} = \frac{Q_3'}{R_3}$$

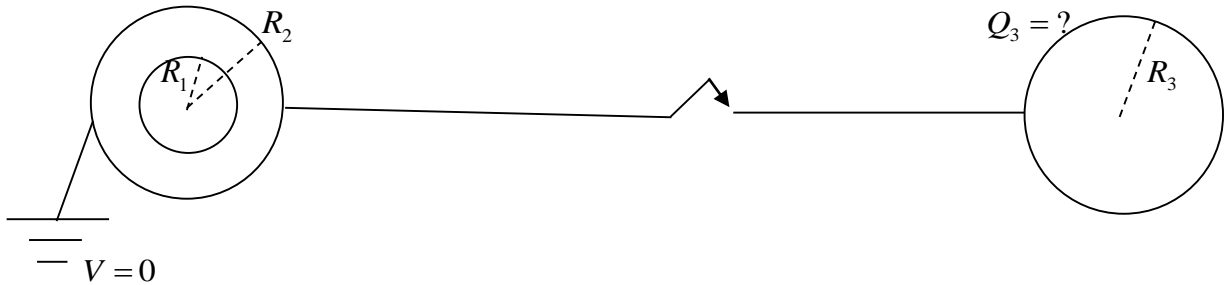
$$\frac{Q_1'}{R_1} + \frac{-Q_1'}{R_2} = \frac{Q_1' - Q_1'}{R_3} \Rightarrow Q_1' \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{Q_1}{R_3} \Rightarrow Q_1' = \frac{Q_1}{\frac{R_3}{R_1} - \frac{R_3}{R_2} + \frac{R_3}{R_3}} = \frac{2}{5} Q_1$$

שאלה מס' 2 (המשך)

סעיף III

בסעיף II, מה יהיה המטען Q_3 של הקליפה השלישית, 3, אם מחברים אותה לקליפה החיצונית, 2 (כלומר החיבור הוא לא לקליפה 1 אלא לקליפה 2 כמוראה בציור III)? התשובה בקולון.

- א. $Q_3 = 4 \cdot 10^{-9}$ ב. $Q_3 = -6 \cdot 10^{-9}$ ג. $Q_3 = 8 \cdot 10^{-9}$ ד. $Q_3 = -8 \cdot 10^{-9}$ ה. $Q_3 = -2 \cdot 10^{-9}$ ו. $Q_3 = 0$



ציור III

פתרון:

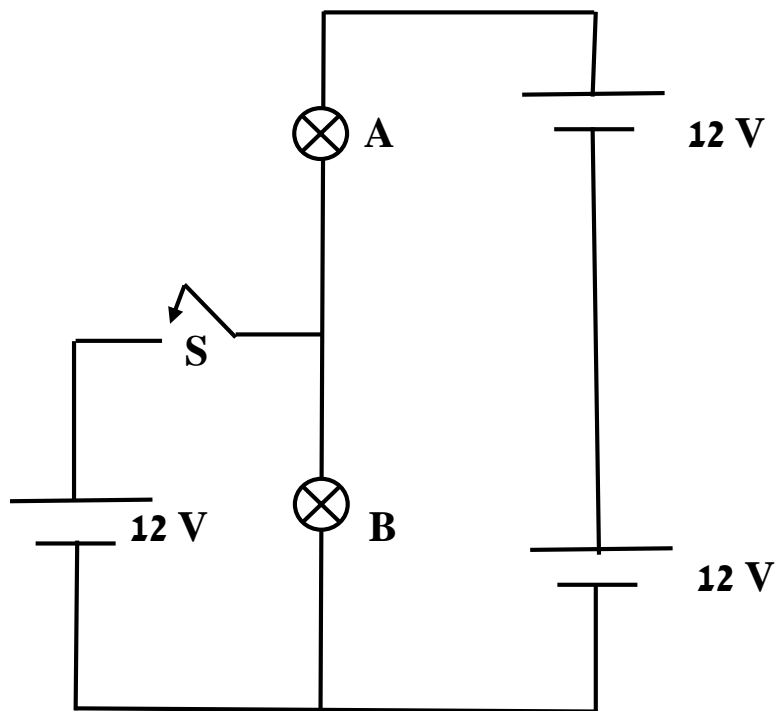
קליפה 3 מחוברת לאדמה, על כן הפוטנציאל שלה הוא אפס. לפי כך גם המטען שלה הוא אפס.

שאלה מס' 3

סעיף I

במעגל החשמלי שבציור, שתי הנורות A ו- B זהות, ולמקורות המתח אין התנגדות פנימית. אם סוגרים את המפסק S, מה נכון מהמשפטים שלהלן? (כרגיל, עליך לנמק את תשובתך)

- נורה A תאיר בעוצמה גדולה יותר. (עוצמת האור של נורה, יחסית להספק שהנורה צורכת)
- נורה A תאיר בעוצמה קטנה יותר.
- נורה B תאיר בעוצמה גדולה יותר.
- נורה B תאיר בעוצמה קטנה יותר.
- ה.** לא ישתנה דבר בעוצמות האור של הנורות.
- שתי הנורות תכבנה.



פתרון:

$$V_B = \frac{24}{2R} \cdot R = 12 \text{ Volt}$$

כשהמפסק פתוח, המתח על נורה B הוא

סגירת המפסק מחברת את נורה B למתח השווה למתח שעל פניה, וזה לא ישנה את הזרם דרכה. על כן גם הזרם דרך נורה A לא ישתנה.

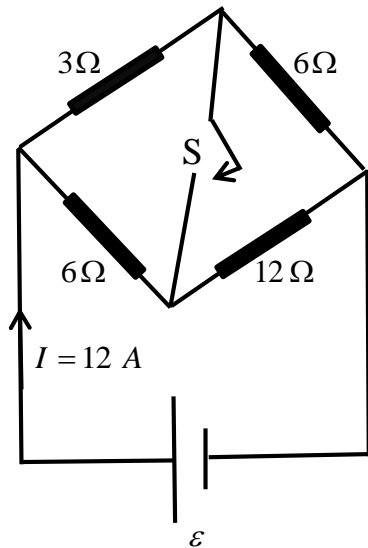
שאלה מס' 4

סעיף I

במעגל שבציר, ההתנגדות הפנימית של מקור המתח ε זניחה, והזרם דרכו כשהמפסק S פתוח הוא $I = 12 \text{ A}$.

מהו הזרם I' דרך מקור המתח כשהמפסק סגור?

- א. $I' = I$ ב. $I' = 2I$ ג. $I' = 3I$ ד. $I' = \frac{I}{2}$ ה. $I' = \frac{I}{3}$ ו. $I' = \frac{I}{4}$



פתרון:

כשהמפסק פתוח, התנגדות המעגל היא

$$R = \frac{(3+6) \cdot (6+12)}{(3+6) + (6+12)} = 6$$

כשהמפסק סגור, התנגדות המעגל היא

$$R' = \frac{3 \cdot 6}{3+6} + \frac{6 \cdot 12}{6+12} = 2 + 4 = 6$$

על כן $I' = I$

שאלה מס' 5

נתון קבל לוחות עשוי משני לוחות מוליכים ומקבילים. שטח כל לוח הוא $A = 0.8 m^2$ והמרחק בין הלוחות הוא $d = 12 mm = 12 \cdot 10^{-3} meter$. הקבל מחובר למקור מתח $V_0 = 12 V$.
 בין לוחות הקבל יש שכבה של חומר מוליך (מתכת) בעובי $\frac{d}{3}$ כמוראה בציור.

סעיף I

מהו השדה החשמלי בין לוחות הקבל, מחוץ לשכבת המתכת? התשובה בוולט למטר.
 א. 500 ב. 1000 ג. 1500 ד. 2000 ה. 2500 ו. 3000



פתרון:

$$V_0 = E \cdot \frac{d}{3} + 0 \cdot \frac{d}{3} + E \cdot \frac{d}{3} \Rightarrow E = \frac{V_0}{\frac{2}{3}d} = \frac{12}{\frac{2}{3} \cdot 12 \cdot 10^{-3}} = 1500$$

סעיף II

מהו המטען Q של הקבל הנייל? התשובה בקולון.

א. $Q = 3.5 \cdot 10^{-9}$ ב. $Q = 7.1 \cdot 10^{-9}$ ג. $Q = 10.6 \cdot 10^{-9}$ ד. $Q = 14.1 \cdot 10^{-9}$
 ה. $Q = 17.7 \cdot 10^{-9}$ ו. $Q = 21.2 \cdot 10^{-9}$

פתרון:

$$E = \frac{Q/A}{\epsilon_0} = 4\pi k \frac{Q}{A} \Rightarrow Q = \frac{EA}{4\pi k} = \frac{1500 \cdot 0.8}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 10.61 \cdot 10^{-9}$$

סעיף III

מה ערכו של הכוח החשמלי, F , שבו מושכים לוחות הקבל זה את זה?
 בטא את תשובתך בעזרת מטען הקבל, Q , והגדלים הנתונים בשאלה.

א. $F = \frac{kQ^2}{d^2}$ ב. $F = \frac{kQ^2}{(\frac{2}{3}d)^2}$ ג. $F = \frac{Q^2}{A\epsilon_0}$ ד. $F = \frac{Q^2}{2A\epsilon_0}$
 ה. $F = \frac{QV_0}{d}$ ו. $F = \frac{3QV_0}{2d}$

פתרון:

$$F = \frac{Q/A}{2\epsilon_0} \cdot Q = \frac{Q^2}{2A\epsilon_0}$$

שאלה מס' 6

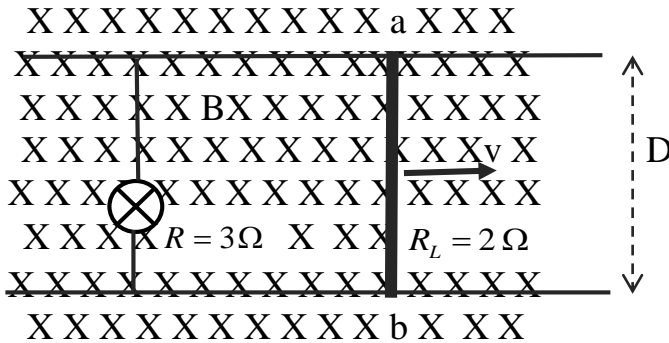
שתי מסילות מוליכות ארוכות ומקבילות זו לזו נמצאות במישור הציור במרחק $D = 0.8 \text{ meter}$ זו מזו, ובתוך שדה מגנטי $B = 0.3 \text{ Tesla}$ ניצב למישור הציור וחודר לתוכו (מהקורא אל מישור הציור). מוט מוליך ab שאורכו $L = D = 0.8 \text{ meter}$, ניצב למסילות, ונע ימינה ללא חיכוך בכיוון המסילות במהירות $v = 3 \text{ m/s}$. למוט יש התנגדות חשמלית $R_L = 2 \Omega$. התנגדות המסילות זניחה.

נורה חשמלית בעלת התנגדות $R = 3 \Omega$ מחוברת למסילה בצד שמאל של המוט כמוראה בציור I.

סעיף I

מהו הפרש הפוטנציאלים, $V_a - V_b$, בין קצות המוט בזמן תנועתו הנ"ל? התשובה בוולט.

- א. 0.72 ב. 0.43 ג. 1.01 ד. 0.24 ה. $4.11 \cdot 10^{-3}$ ו. 0



ציור I

פתרון:

$$V_a - V_b = IR = \frac{BLv}{R + R_L} \cdot R = \frac{0.3 \cdot 0.8 \cdot 3}{3 + 2} \cdot 3 = 0.432$$

סעיף II

המוט הנ"ל נע במהירות הנ"ל הודות לכוח אופקי קבוע F_1 , הפועל במרכז המוט בכיוון ימינה. מה ערכו של הכוח F_1 ? התשובה בניוטון.

- א. 0.011 ב. 0.035 ג. 0.058 ד. 3.145 ה. $4.75 \cdot 10^{-3}$ ו. 0

פתרון:

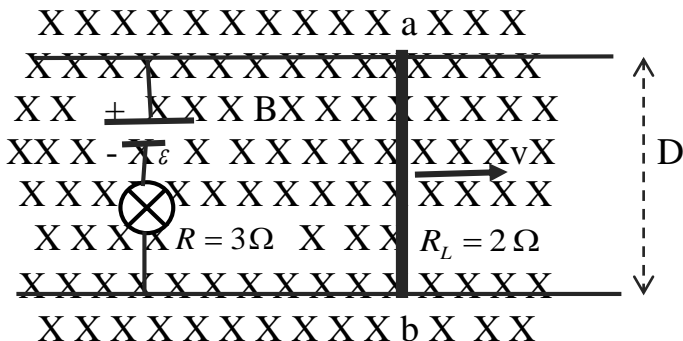
$$F_1 = ILB = \frac{BLv}{R + R_L} \cdot LB = \frac{B^2 L^2 v}{R + R_L} = \frac{0.3^2 \cdot 0.8^2 \cdot 3}{3 + 2} = 0.03456$$

שאלה מס' 6 (המשך)

סעיף III

במערכת שלמעלה, מה יהיה ערכו של הכוח F_H הדרוש להנעת המוט באותה מהירות קבועה במערכת שלמעלה, אם הנורה מחוברת למסילה העליונה דרך מקור מתח $\varepsilon = 0.5V$ כמוראה בציור II? התשובה בניוטון

- א. 0.011 ב. 0.035 ג. 0.058 ד. 3.145 ה. $4.75 \cdot 10^{-3}$ ו. 0



ציור II

פתרון:

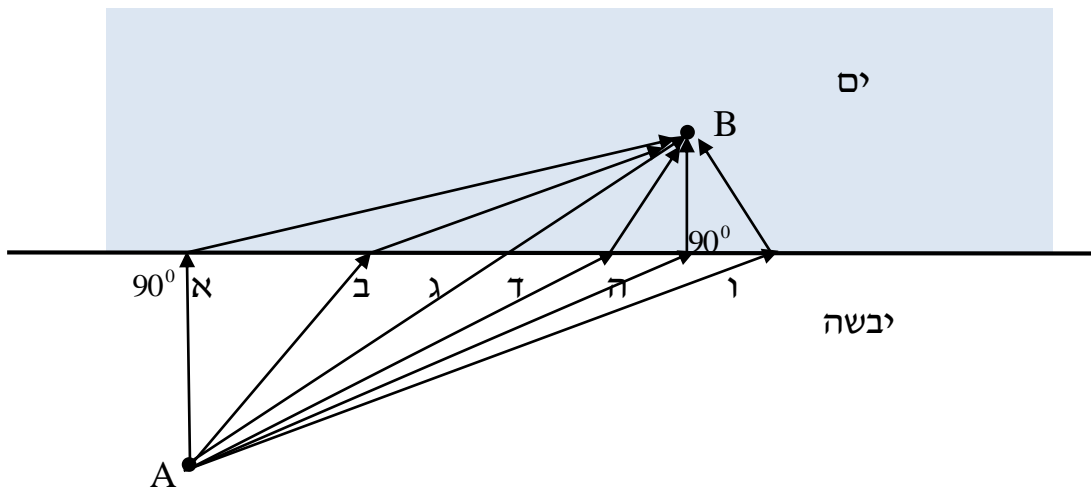
$$F_H = I_H LB = \frac{BLv - \varepsilon}{R + R_L} \cdot LB = \frac{0.3 \cdot 0.8 \cdot 3 - 0.5}{3 + 2} \cdot 0.8 \cdot 0.3 = 0.01056$$

שאלה מס' 7

סעיף I

מציל עומד בנקודה A על חוף הים ומבחין באדם טובע בנקודה B בתוך הים. המציל חש להצלת הטובע במטרה להגיע אליו בזמן קצר ביותר ככל שאפשר. ידוע שמהירות הריצה של המציל על החוף גדולה ממהירות השחיה שלו בתוך המים. באיזה מסלול על המציל לחוש אל הטובע? כרגיל, עליך לנמק את תשובתך.
רמז: השתמש במה שידוע לך על מסלול קרני האור בתנועתן בין נקודות שונות.

- א. ב. ג. **ד.** ה. ו.



פתרון:

גם קרני האור עוברות בין נקודות שונות במסלולים בהן התנועה נמשכת מינימום זמן. במקרה שלנו עוברים מסביבה קלושה לסביבה צפופה יותר, על כן המסלול הנשבר מתקרב לאנך בנקודת השבירה. מסלול ד מאפיין תכונות אלו.