

בחינת סיווג בפיסיקה

מכניקה

שם משפחה: _____ שם פרטי: _____

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

הוראות לנבחן:

- הבחינה מכילה 5 שאלות, הכוללות 16 סעיפים. כל השאלות חובה ולכל הסעיפים משקל זהה.
- בכל סעיף נמצאות 5 תשובות, אשר אחת מהן (ורק אחת) נכונה.
- את התשובה יש לסמן בשלושה מקומות:**
 - לקבל אותה בחישוב מפורט, ולהקיף את התוצאה הסופית במרובע בביטוי בו התקבלה. למשל: $11a-7a=4a$
 - להקיף את התשובה בדף השאלה. (בחישובים מספריים, סמן את התשובה הקרובה ביותר).
 - לסמן X בטבלה שבעמוד זה, במקום המתאים.
- עליך לבסס את תשובתך על חישוב, או על נימוק קצר.** תשובה שתמית ללא ביסוס מתאים, לא תתקבל! **אין לסמן תשובה שתם 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 שתמי, ללא פתרון או הנמקה, יוריד נקודות.
- 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.
- כתוב את כל פתרוניך, כולל טיוטה,** על דפי השאלות. אל תכתוב דבר מחוץ לדפי השאלות. יש להחזיר למשגיח על הבחינה את גליון הבחינה בשלמותו.
- 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
1	I			x		
	II		x			
	III	x				
	IV					x
2	I		x			
	II				x	
	III					x
3	I			x		
	II				x	
	III		x			
4	I			x		
	II					x
	III		x			
5	I			x		
	II					x
	III					x

שאלה מס' 1

קובייה קטנה שמסתה $m = 0.5$ ק"ג נמצאת על לוח ארוך שמסתו $M = 1.5$ ק"ג כמוראה בציר. הלוח נמצא על שולחן אופקי חלק (ללא חיכוך) ובזמן $t = 0$ מהירותו היא אפס יחסית לשולחן. באותו זמן ($t = 0$) הקובייה נעה על הלוח במהירות $v_0 = 4$ מטר לשנייה יחסית ללוח ובכיוון ימינה. מקדם החיכוך הקינטי בין הקובייה ללוח הוא $\mu_k = 0.2$. כעבור זמן מסוים נעצרת הקובייה על הלוח (לפני שהיא מגיעה לקצהו), כך ששניהם נעים יחד באותה מהירות על השולחן. הנח שתאוצת הכובד היא 10 מטר לשנייה². השאלות שלהלן מתייחסות לגדלים **במערכת המעבדה**.

סעיף I

חשב את המהירות המשותפת של הקובייה והלוח, לאחר עצירת הקובייה על הלוח כאמור לעיל. התשובה במטרים לשנייה.

- א. 0.75 ב. 1.3 ג. 1 ד. 2 ה. 0

סעיף II

מהו הכוח האופקי הפועל על הקובייה עד לרגע עצירתה על הלוח ?

- א. $\mu_k mg$ בכיוון ימינה ב. $\mu_k mg$ בכיוון שמאלה
ג. $\mu_k Mg$ בכיוון ימינה ד. $\mu_k Mg$ בכיוון שמאלה
ה. $\mu_k (m+M)g$ בכיוון שמאלה

סעיף III

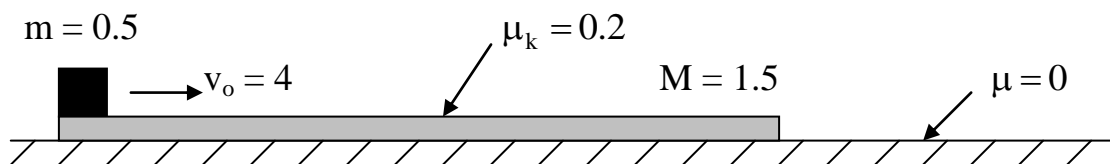
מהו הכוח האופקי הפועל על הלוח עד לרגע עצירת הקובייה עליו ?

- א. $\mu_k mg$ בכיוון ימינה ב. $\mu_k mg$ בכיוון שמאלה
ג. $\mu_k Mg$ בכיוון ימינה ד. $\mu_k Mg$ בכיוון שמאלה
ה. $\mu_k (m+M)g$ בכיוון ימינה

סעיף IV

מהו היחס בין תאוצת הקובייה, a_m , לבין תאוצת הלוח, a_M , עד להגעת הגופים למהירותם המשותפת ?

- א. $a_m = +a_M$ ב. $a_m = -a_M$ ג. $a_m = +\frac{m}{M}a_M$ ד. $a_m = -\frac{m}{M}a_M$ ה. $a_m = -\frac{M}{m}a_M$



פתרון:

$$mv_0 = (m+M)V \rightarrow V = \frac{m}{m+M}v_0 = \frac{0.5}{0.5+1.5} \cdot 4 = 1 \text{ m/s} \quad \text{I}$$

$$f_m = -\mu_k mg \quad (\text{שמאלה}) \quad \text{II}$$

$$f_M = -f_m = +\mu_k mg \quad (\text{ימינה}) \quad \text{III} \quad \text{החוק השלישי של ניוטון:}$$

$$\left. \begin{array}{l} ma_m = -\mu_k mg \\ Ma_M = \mu_k mg \end{array} \right\} \Rightarrow ma_m = -Ma_M \Rightarrow a_m = -\frac{M}{m}a_M \quad \text{IV}$$

שאלה מס' 2

מטוטלת פשוטה עשויה ממסה $m = 0.04 \text{ kg}$ המחוברת לקצה חוט בעל מסה זניחה ואורך מטר $L = 1.6$, התלוי מקצהו השני לתקרה. המטוטלת מורמת לנקודה A, שנמצאת בגובה מטר $h = 0.08$ מעל לנקודה הנמוכה ביותר של המטוטלת. משחררים את המטוטלת ממנוחה בנקודה A, והיא מבצעת תנודות הרמוניות במשערת (אמפליטודה) קטנה θ בין הנקודות A ו-B כמוראה בציור. הנח שתאוצת הכובד היא 10 מטר לשנייה^2 . הנח שהמסה היא נקודתית, כלומר הזנח את הממדים שלה ביחס לאורך החוט.

סעיף I

מהי המתיחות בחוט כשהמסה נמצאת בנקודה B ? התשובה בניוטונים.
א. 0.42 ב. 0.38 ג. 0 ד. 0.032 ה. 0.048

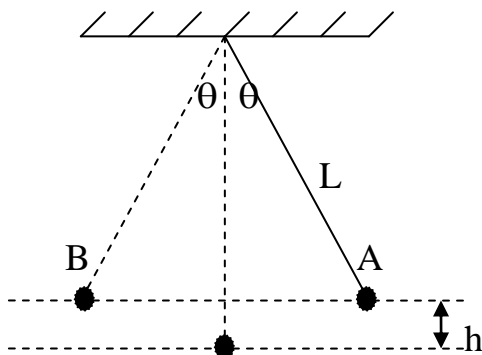
סעיף II

מהי המתיחות בחוט כשהמסה עוברת דרך הנקודה הנמוכה ביותר שלה ? התשובה בניוטונים.
א. 0.40 ב. 0 ג. 0.04 ד. 0.44 ה. 0.36

סעיף III

ציין את המשפט הנכון:

- הגדלת h פי 2 תגדיל את זמן המחזור של התנודות פי 2.
- הגדלת h פי 4 תגדיל את זמן המחזור של התנודות פי 2.
- הגדלת אורך החוט פי 2 תגדיל את זמן המחזור של התנודות פי 2.
- הגדלת המסה פי 4 תגדיל את זמן המחזור של התנודות פי 2.
- הקטנת אורך החוט פי 4 תגדיל פי 2 את מספר התנודות בשנייה.



פתרון:

$$T_B - mg \cos \theta = m \frac{v_B^2}{L} = m \frac{0^2}{L} \rightarrow T_B = mg \cos \theta = 0.04 \cdot 10 \cdot \frac{1.6 - 0.08}{1.6} = 0.38 \text{ ניוטון} \quad \text{I.}$$

$$mgh = \frac{m}{2} v^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh} \quad \text{II.}$$

$$T - mg = m \frac{v^2}{L} \rightarrow T = mg + m \frac{2gh}{L} = 0.04 \cdot 10 + 0.04 \frac{2 \cdot 10 \cdot 0.08}{1.6} = 0.44 \text{ ניוטון}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \text{תשובה (ה)} \quad \text{III.}$$

שאלה מס' 3

הציור מראה מתקן לשיגור קליע, המורכב ממוט שאורכו 14 מטר שיכול להסתובב סביב ציר אופקי קבוע במרחק מטר $L_1 = 2$ מקצהו הימני ו- מטר $L_2 = 12$ מקצהו השמאלי, כמראה בציור. הציור קבוע בגובה מטר $h = 3$ מהרצפה. הקליע שמסתו ק"ג $m = 10$ מונח במיכל פתוח הקבוע בקצהו השמאלי של המוט. משקולת שמסתה M (לא נתונה) קשורה לקצהו הימני של המוט. משחררים את המערכת ממנוחה במצב אופקי והמוט מתחיל להסתובב. קיים מנגנון (אינו מראה בציור) שעוצר את המוט כשהוא מגיע לזווית של 45° ביחס לרצפה, וזה גורם לקליע לעזוב את המיכל בזווית זו של 45° מעל לרצפה במהירות $v_0 = 30 \text{ m/s}$. מסת המוט והחיכוך זניחים. הנח שתאוצת הכובד היא 10 מטר לשנייה^2 .

I סעיף

מהי מהירות M זמן קצר ביותר לפני שהמוט נעצר בזווית של 45° ? התשובה במטר לשנייה.

- א. 180 ב. 30 ג. 5 ד. 0.83 ה. 1080

II סעיף

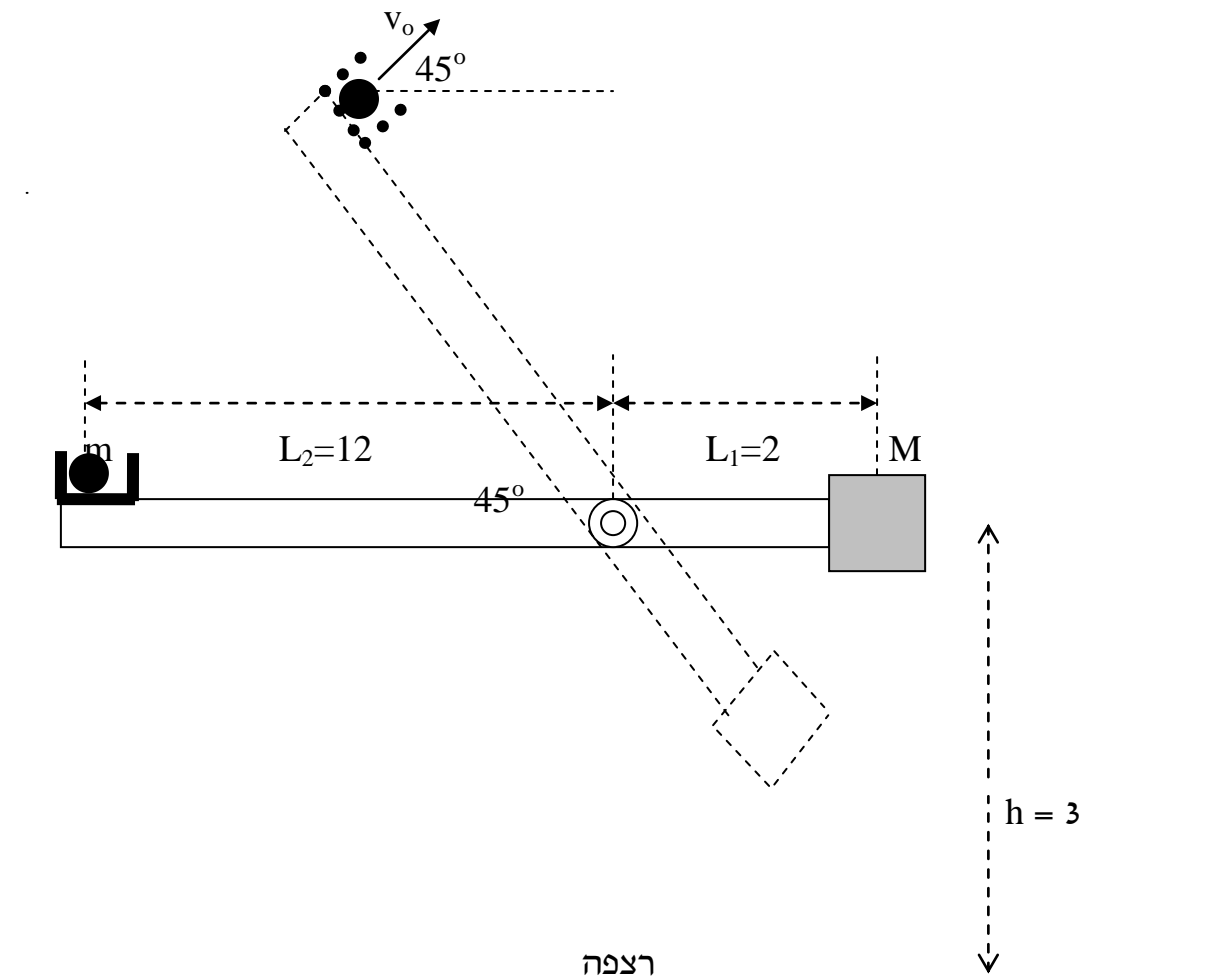
מהי מסת המשקולת, M , הדרושה כדי שהקליע יעזוב את המוט במהירות הנתונה v_0 בזווית הנ"ל? התשובה ב- ק"ג.

- א. 201 ב. 378 ג. 2504 ד. 3257 ה. 3675

III סעיף

באיזו מהירות יפגע הקליע ברצפה, אם הוא עוזב את המוט במהירות הנתונה בסעיף I? (זכור שהציור נמצא 3 מטר מעל הרצפה). התשובה במטר לשנייה.

- א. 26.4 ב. 33.6 ג. 34.7 ד. 39.1 ה. 45.2



$$\left. \begin{array}{l} v_0 = \omega L_2 \\ v = \omega L_1 \end{array} \right] \Rightarrow v = v_0 \frac{L_1}{L_2} = 30 \cdot \frac{2}{12} = 5 \text{ m/s} \quad . \text{I}$$

$$MgL_1 \sin 45^\circ - mgL_2 \sin 45^\circ = \frac{m}{2} v_o^2 + \frac{M}{2} v^2 \rightarrow \quad . \text{II}$$

$$M = \frac{mgL_2 \sin 45^\circ + \frac{m}{2} v_o^2}{gL_1 \sin 45^\circ - \frac{v^2}{2}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 12 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{10}{2} \cdot 30^2}{10 \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{5^2}{2}} = 3257 \text{ ק"ג}$$

$$\frac{m}{2} v_o^2 + mg(L_2 \sin 45^\circ + h) = \frac{m}{2} v^2 \rightarrow \quad . \text{III}$$

$$v = \sqrt{v_o^2 + 2g(L_2 \sin 45^\circ + h)} = \sqrt{30^2 + 2 \cdot 10 \left(12 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 3 \right)} = 33.6 \text{ m/s}$$

שאלה מס' 4

על שולחן אופקי חלק מונחים שני גופים בעלי מסות $M = 4 \text{ kg}$ ו- $m = 2 \text{ kg}$ המחוברים לקצותיו של קפיץ בעל קבוע כוח k ואורך חופשי L_0 , לא נתונים. על הגופים פועלים שני כוחות, F , שווים בגודלם והפוכים בכיוונם, והמערכת נמצאת במנוחה כאשר הקפיץ מתוח ואורכו הוא L (ראה ציור).

סעיף I

- מה תהיה המתיחות בקפיץ כאשר ניוטון $F = 20$?
- א. 40 ניוטון ב. 0 ניוטון ג. 20 ניוטון
- ד. התשובה תלויה בערכו של L_0 כלהלן:
- ככל ש- L_0 גדול יותר, המתיחות בקפיץ גדולה יותר.
- ה. התשובה תלוי בערכו של k כלהלן:
- ככל ש- k גדול יותר, המתיחות בקפיץ גדולה יותר.

סעיף II

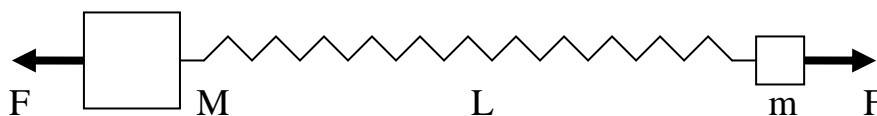
משחררים את המערכת ממצב של מנוחה כאשר $L = 0.4$ מטר ו- $L_0 = 0.3$ מטר (k ו- F לא נתונים). מה יהיה אורכו של הקפיץ כאשר הוא מגיע להתכווצותו המקסימלית לאחר השחרור ?

- א. 0.2 מטר
- ב. התשובה תלוי בערכו של k כלהלן:
- ככל ש- k גדול יותר, אורך הקפיץ (בהתכווצותו המקסימלית) יהיה קטן יותר.
- ג. ככל ש- k גדול יותר, אורך הקפיץ (בהתכווצותו המקסימלית) יהיה גדול יותר.
- ד. התשובה תלוי בערכו של F כלהלן:
- ככל ש- F גדול יותר ההתכווצות המקסימלית תהיה גדולה יותר.
- ה. ככל ש- F גדול יותר ההתכווצות המקסימלית תהיה קטנה יותר.

סעיף III

בסעיף II, מה תהיה המהירות המקסימלית של M לאחר השחרור כאשר נתון: $k = 200 \text{ N/m}$? התשובה במטר לשנייה.

- א. $\sqrt{\frac{1}{3}}$ ב. $\sqrt{\frac{1}{6}}$ ג. $\sqrt{\frac{1}{2}}$ ד. $\sqrt{\frac{3}{4}}$ ה. $\sqrt{\frac{1}{8}}$



פתרון:

I. $T - F = 0 \rightarrow T = F = 20$ ניוטון

II. ההתכווצות המקסימלית שווה להתארכות המקסימלית: $\Delta X = L - L_0 = 0.4 - 0.3 = 0.1$
 מטר $L_{\min} = L_0 - \Delta X = 0.3 - 0.1 = 0.2$

III. $MV = mv \rightarrow v = \frac{M}{m} V$

$$\frac{k}{2} x^2 = \frac{M}{2} V^2 + \frac{m}{2} \left(\frac{M}{m} V \right)^2 = V^2 \left(\frac{M}{2} + \frac{M^2}{2m} \right) \rightarrow$$

$$V = \sqrt{\frac{kx^2}{M + \frac{M^2}{m}}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 0.1^2}{4 + \frac{4^2}{2}}} = \sqrt{\frac{1}{6}} \text{ m/s}$$

שאלה מס' 5

לוויין מקיף את הארץ במסלול מעגלי שרדיוסו $4R_0$, כאשר R_0 הוא רדיוס הארץ. בגלל החיכוך עם האוויר, איבד הלוויין גובה וכעבור זמן מסוים נכנס למסלול מעגלי שרדיוסו $2R_0$. הנח שתאוצת הכובד על פני הארץ היא 10 מטר לשנייה².

סעיף I

לגבי האנרגיה הקינטית של הלוויין, נכון לומר שבעקבות התהליך הנ"ל היא:

א. קטנה פי 2 ב. קטנה פי 4 ג. גדלה פי 2 ד. גדלה פי 4 ה. לא השתנתה

סעיף II

משקלו של גוף מסוים על פני כדור הארץ הוא 800 ניוטון. מסתו בתוך הלוויין שחג במסלול הראשון הנ"ל (ברדיוס $4R_0$) היא:

א. 80 ק"ג ב. 20 ק"ג ג. 5 ק"ג ד. 320 ק"ג ה. 0 ק"ג

סעיף III

מודדים בתוך הלוויין, בעזרת מאזני קפיץ, את משקלו של הגוף שהוזכר בסעיף II, כאשר הלוויין חג במסלול שרדיוסו $4R_0$. מה מראים מאזני הקפיץ?

א. 800 ניוטון ב. 200 ניוטון ג. 50 ניוטון ד. 3200 ניוטון ה. 0 ניוטון

פתרון:

$$\frac{GmM}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad .I$$

$$E_k = \frac{m}{2} v^2 = \frac{GmM}{2r}$$

$$\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{\frac{1}{r_2}}{\frac{1}{r_1}} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{4R_0}{2R_0} = 2$$

.II מסת הגוף על הארץ שווה למסת הגוף בכל מקום. מסתו על הארץ היא:

$$W = mg \rightarrow m = \frac{W}{g} = \frac{800}{10} = 80 \text{ ק"ג}$$

.III בתוך הלוויין כל גוף הוא חסר משקל מפני שכוח הכובד הפועל עליו מוקדש כולו לתאוצתו המרכזית. על כן הקפיץ לא נמתח כלל עקב כוח המשיכה של הארץ על הגוף.

בחינת סיווג בפיסיקה
חשמל, מגנטיות, ואופטיקה

שם משפחה: _____ שם פרטי: _____

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

הוראות לנבחן:

- הבחינה מכילה 5 שאלות, הכוללות 17 סעיפים. כל השאלות חובה ולכל הסעיפים משקל זהה.
- בכל סעיף נמצאות 5 תשובות, אשר אחת מהן (ורק אחת) נכונה.
- את התשובה יש לסמן בשלושה מקומות:**
 - לקבל אותה בחישוב מפורט, ולהקיף את התוצאה הסופית במרובע בביטוי בו התקבלה. למשל: $11a-7a=4a$
 - להקיף את התשובה בדף השאלה. (בחישובים מספריים, סמן את התשובה הקרובה ביותר).
 - לסמן X בטבלה שבעמוד זה, במקום המתאים.
- עליך לבסס את תשובתך על חישוב, או על נימוק קצר.** תשובה שתמית ללא ביסוס מתאים, לא תתקבל! **אין לסמן תשובה שתם 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 שתמי, ללא פתרון או הנמקה, יוריד נקודות.
- 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.
- כתוב את כל פתרונך, כולל טיוטה, על דפי השאלות. אל תכתוב דבר מחוץ לדפי השאלות. יש להחזיר למשגיח על הבחינה את גליון הבחינה בשלמותו.
- 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
1	I		x			
	II		x			
	III	x				
	IV			x		
2	I	x				
	II				x	
	III		x			
	IV			x		
3	I				x	
	II				x	
	III			x		
	IV			x		
4	I	x				
	II		x			
	III				x	
5	I			x		
	II					x

שאלה מס' 1

נתונות שתי קליפות כדוריות דקות, מוליכות, בעלות רדיוסים מטר $R_1 = 0.1$ ו- $R_2 = 0.2$ ומרכז משותף O, כמוראה בציור. הקליפה הפנימית טעונה במטען חשמלי קולון $Q_1 = +1 \cdot 10^{-6}$, והקליפה החיצונית טעונה במטען קולון $Q_2 = +2 \cdot 10^{-6}$. תהי P_1 נקודה מחוץ לקליפה הפנימית 1, אך קרובה מאוד אליה, ותהי P_2 נקודה מחוץ לקליפה החיצונית 2 אך קרובה מאוד אליה.

I סעיף

מהו היחס $\frac{E_1}{E_2}$ בין השדה החשמלי בנקודה P_1 לבין השדה החשמלי בנקודה P_2 ?

א. $\frac{1}{3}$ ב. $\frac{4}{3}$ ג. 4 ד. $\frac{2}{3}$ ה. $\frac{1}{4}$

II סעיף

מהו היחס $\frac{V_1}{V_2}$ בין הפוטנציאל בנקודה P_1 לבין הפוטנציאל בנקודה P_2 .

א. $\frac{1}{3}$ ב. $\frac{4}{3}$ ג. 4 ד. $\frac{2}{3}$ ה. $\frac{1}{4}$

III סעיף

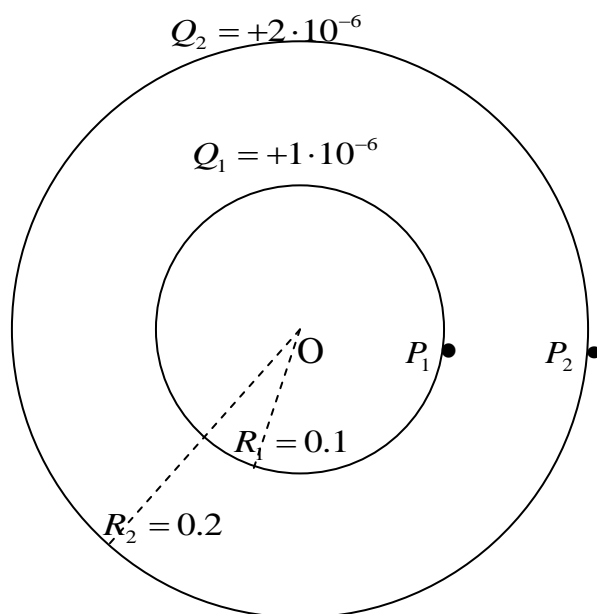
מחברים את הקליפות הכדוריות בעזרת חוט מוליך שמאפשר זרימת מטען ביניהן. מחכים עד להפסקת הזרם בין הקליפות, ומנתקים את החיבור הנ"ל ביניהן. מה יהיה היחס $\frac{Q_1'}{Q_2'}$ בין המטענים על הקליפות לאחר ניתוק החיבור ביניהן ?

א. 0 ב. $\frac{R_2}{R_1}$ ג. $\frac{R_1}{R_2}$ ד. $(\frac{R_1}{R_2})^2$ ה. $(\frac{R_2}{R_1})^2$

IV סעיף

ענה על סעיף III כאשר הקליפה הכדורית הקטנה נמצאת מחוץ לקליפה הגדולה ורחוקה מאוד ממנה.

א. 0 ב. $\frac{R_2}{R_1}$ ג. $\frac{R_1}{R_2}$ ד. $(\frac{R_1}{R_2})^2$ ה. $(\frac{R_2}{R_1})^2$



$$E_1 = k \frac{Q_1}{R_1^2} \quad ; \quad E_2 = k \frac{Q_1 + Q_2}{R_2^2} \quad .I$$

$$\rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} \cdot \frac{R_2^2}{R_1^2} = \frac{1}{1+2} \cdot \left(\frac{0.2}{0.1}\right)^2 = \frac{4}{3}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{Q_1}{R_1} + \frac{Q_2}{R_2}}{\frac{Q_1 + Q_2}{R_2}} = \frac{\frac{1}{1} + \frac{2}{2}}{\frac{1+2}{2}} = \frac{4}{3} \quad .II$$

$$\frac{Q_1'}{R_1} + \frac{Q - Q_1'}{R_2} = \frac{Q}{R_2} \quad \rightarrow \quad Q_1' = 0 \quad ; \quad Q_2' = Q - Q_1' = Q_1 + Q_2 \quad .III$$

$$\rightarrow \frac{Q_1'}{Q_2'} = 0$$

.VI כשהגופים מרוחקים מאד זה מזה הפוטנציאל של כל גוף נקבע ע"י המטען שלו בלבד, ומאחר שהגופים מחוברים בעזרת חוט מוליך הפוטנציאלים שלהם שווים זה לזה. על כן:

$$k \frac{Q_1'}{R_1} = k \frac{Q_2'}{R_2} \quad \rightarrow \quad \frac{Q_1'}{Q_2'} = \frac{R_1}{R_2}$$

שאלה מס' 2

כדור בעל רדיוס $R = 2$ מטר, מבודד מבחינה חשמלית, טעון על פניו בצפיפות מטען אחידה קולון למטר² $\sigma_1 = 10 \cdot 10^{-9}$. במרחק $d = 4$ מטר ממרכז הכדור נמצא משטח מישורי גדול מבודד, הטעון בצפיפות מטען אחידה קולון למטר² $\sigma_2 = 20 \cdot 10^{-9}$. הנקודות P_1 ו- P_2 שבציר נמצאות מחוץ לכדור, אך קרוב מאד לשפתו. הישר המחבר את הנקודות P_3 ו- P_4 ניצב למשטח ומרוחק $D = 4$ מטר ממרכז הכדור. P_4 היא נקודה בצד ימין של המשטח, אך קרובה מאד אליו. שטח הפנים של כדור בעל רדיוס R נתון ע"י $4\pi R^2$.

I סעיף

מה ערכו של השדה החשמלי השקול בנקודה P_2 ? התשובה בוולט למטר.

- א. 0 ב. 565 ג. 1130 ד. 2260 ה. 1696

II סעיף

מהו הפרש הפוטנציאלים $V_2 - V_1$ בין הנקודות P_2 ו- P_1 בהתאמה? התשובה בוולט.

- א. 0 ב. 565 ג. 1130 ד. 2260 ה. 4524

III סעיף

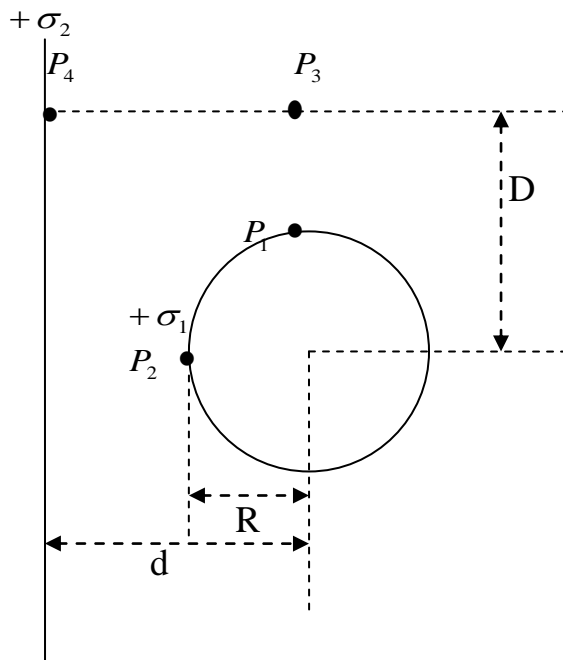
מטען קטן חיובי קולון $q = +1 \cdot 10^{-9}$ נמצא בנקודה P_3 . מהו ערכו של הכוח החשמלי הפועל על המטען בנקודה זו? התשובה בניוטון.

- א. $1.6 \cdot 10^{-6}$ ב. $1.2 \cdot 10^{-6}$ ג. $2.3 \cdot 10^{-6}$ ד. $1.4 \cdot 10^{-6}$ ה. $8.5 \cdot 10^{-7}$

IV סעיף

מהי העבודה הדרושה, כנגד הכוחות החשמליים, כדי להעביר את q מהנקודה P_3 לנקודה P_1 ? התשובה בג'אול.

- א. 656 ב. $2.5 \cdot 10^{-9}$ ג. $1.1 \cdot 10^{-6}$ ד. $4.1 \cdot 10^3$ ה. $2.2 \cdot 10^{-9}$



$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} = 2\pi k\sigma_2 - 4\pi k\sigma_1 = 2\pi k(\sigma_2 - 2\sigma_1) = 2\pi \cdot 9 \cdot 10^9 (20 - 2 \cdot 10) \cdot 10^{-9} = 0 \quad .I$$

.II הפרש הפוטנציאלים הוא סכום התרומות ממטען הכדור וממטען הלוח. תרומת מטען הכדור להפרש הפוטנציאלים היא אפס. תרומת מטען הלוח להפרש הפוטנציאלים היא:

$$V_2 - V_1 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}(d - R) = 2\pi k\sigma_2(d - R) = 2\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 20 \cdot 10^{-9} (4 - 2) = 720\pi = 2262 \text{ וולט}$$

$$F_3 = qE_3 = q\sqrt{\left(\frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}\right)^2 + \left(k\frac{\sigma_1 \cdot 4\pi R^2}{D^2}\right)^2} \quad .III$$

$$= 10^{-9} \sqrt{(2\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 20 \cdot 10^{-9})^2 + [9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \cdot 4\pi \left(\frac{2}{4}\right)^2]^2} = 1.17 \cdot 10^{-6} \text{ ניוטון}$$

.IV העבודה היא סכום התרומות ממטען הלוח וממטען הכדור. התרומה ממטען הלוח היא אפס. תרומת מטען הכדור לעבודה היא:

$$W_{2 \rightarrow 1} = q \cdot kQ_1 \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{D}\right) = q \cdot k \cdot \sigma_1 4\pi R^2 \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{D}\right)$$

$$= 10^{-9} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \cdot 4\pi \cdot 2^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4}\right) = 1.13 \cdot 10^{-6} \text{ ג'אול}$$

שאלה מס' 3

במעגל שבציור א' נתונים נגד R_2 ושני מקורות מתח $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ בעלי התנגדויות פנימיות הרשומות בציור.

I סעיף

מהו הזרם בנגד R_2 ? התשובה באמפר.

- א. 3 ב. 6 ג. 5 ד. 2 ה. 1

II סעיף

מהו מתח ההדקים של מקור המתח ε_2 ? התשובה בוולט.

- א. 8 ב. 10 ג. 6 ד. 12 ה. 14

למעגל שבציור א' הוסיפו מקור מתח ε_3 , קבל c_3 , ונגד R_3 כמוראה בציור ב'. עבור המעגל שבציור ב' :

III סעיף

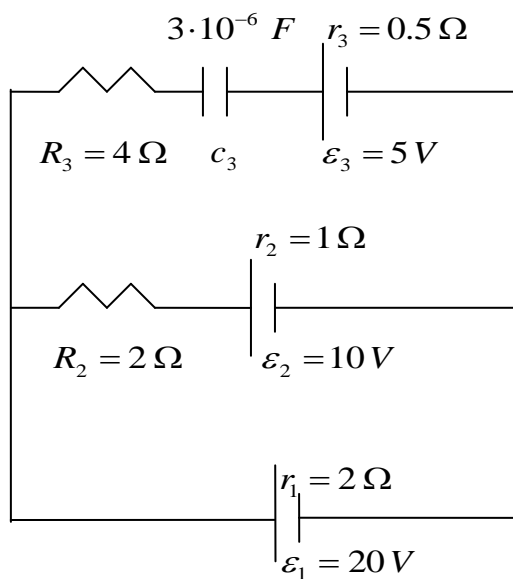
מהו מתח ההדקים של מקור המתח ε_1 ? התשובה בוולט.

- א. 8 ב. 10 ג. 16 ד. 12 ה. 24

IV סעיף

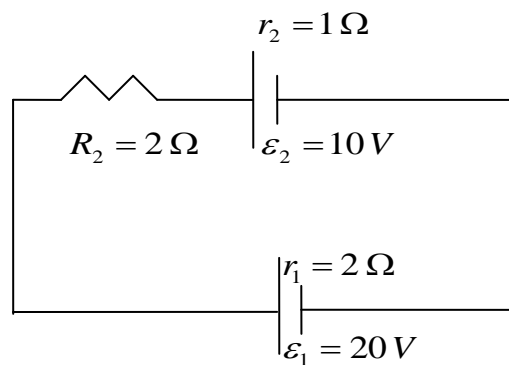
מהו המתח על הקבל c_3 ? התשובה בוולט.

- א. 0 ב. 14 ג. 11 ד. 15 ה. 21



ציור ב'

שייך לסעיפים III ו- IV



ציור א'

שייך לסעיפים I ו- II

פתרון:

$i_2 = \frac{\sum \varepsilon}{\sum r} = \frac{20-10}{2+2+1} = 2$ אמפר I.

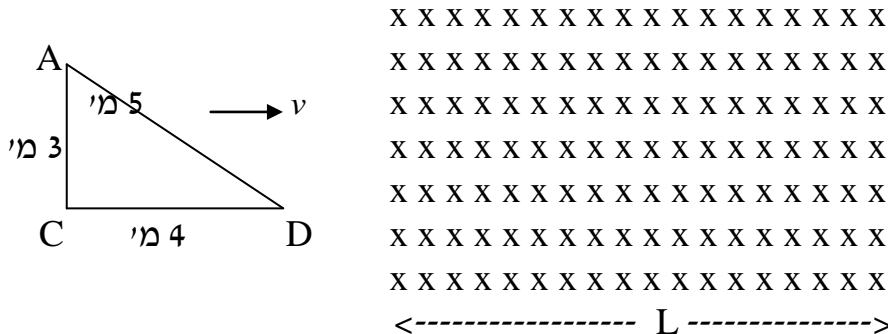
$V_2 = \varepsilon_2 + i_2 r_2 = 10 + 2 \cdot 1 = 12$ וולט II.

$V_1 = \varepsilon_1 - i_1 r_1 = 20 - 2 \cdot 2 = 16$ וולט III.

$V_{c3} = V_1 - \varepsilon_3 = 16 - 5 = 11$ וולט IV.

שאלה מס' 4

תייל מוליך שאורכו 12 מטר והתנגדותו הכוללת $R = 12 \Omega$ מכופף כך שהוא יוצר משולש ישר-זווית ACD במישור הדף כמוראה בציור. שדה מגנטי קבוע ואחיד שערכו $B = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Tesla}$, ניצב למישור הדף בכיוון מהקורא אל תוך הדף, ובעל גבול המקביל לצלע AC של המשולש. מניעים את המשולש ימינה במישור הדף במהירות קבועה $v = 2 \text{ m/s}$. ברגע $t = 0$ מתחיל המשולש להכנס לאזור השדה המגנטי דרך הקודקוד D.



סעיף I

בטא את ערכו של השטף המגנטי דרך המשולש כתלות בזמן t (נתון בשניות) שחולף מרגע כניסת המשולש לאזור השדה המגנטי. מהו ערכו של השטף, על פי הביטוי שקיבלת, ברגע $t = 1.5 \text{ s}$? התשובה בובר.

- א. $6.75 \cdot 10^{-4}$ ב. $4.5 \cdot 10^{-4}$ ג. $3 \cdot 10^{-4}$ ד. $3.375 \cdot 10^{-4}$ ה. $2.7 \cdot 10^{-3}$

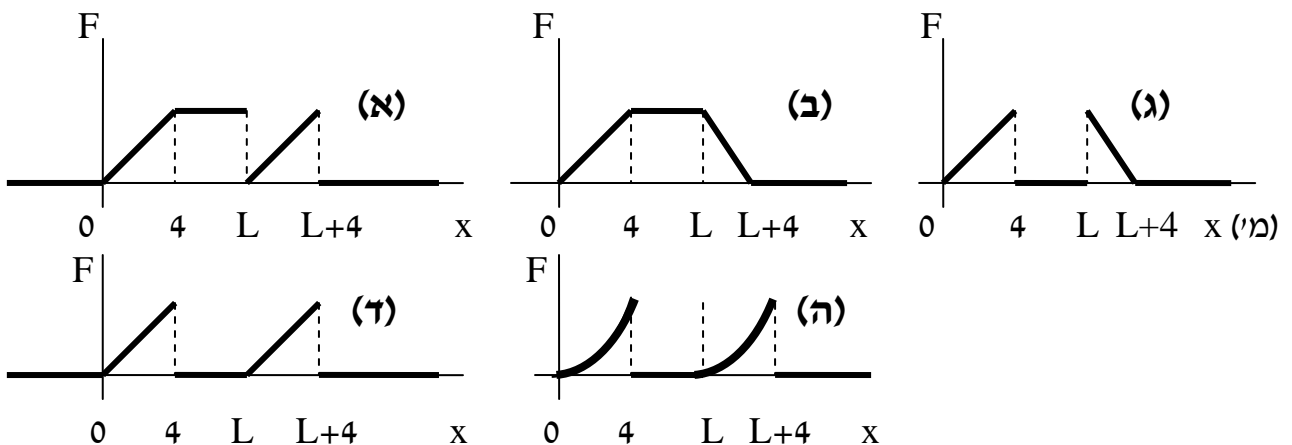
סעיף II

מה ערכו של הזרם החשמלי דרך התייל ברגע $t = 1.5 \text{ s}$? התשובה באמפר.

- א. 0 ב. $7.5 \cdot 10^{-5}$ ג. 10^{-4} ד. $4.5 \cdot 10^{-4}$ ה. $2.5 \cdot 10^{-3}$

סעיף III

נסמן ב- x את מרחק הקודקוד D מהגבול השמאלי של אזור השדה המגנטי, וב- L את רוחב האזור שבו שורר השדה המגנטי (נתון: $L > 4$ מ', ראה ציור). איזה מהגרפים שלהלן יתאר איכותית את התלות ב- x של ערך הכוח השקול, F , הדרוש להנעת המשולש במהירות קבועה כאמור בשאלה? (בגרפים, הקטעים שאינם קווים ישרים הם קטעים של פרבולה).



פתרון שאלה 4 :

$$\phi = B \left[\frac{1}{2} (vt) \cdot (vt \cdot \frac{3}{4}) \right] = \frac{3}{8} B v^2 t^2 = \frac{3}{8} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 2^2 \cdot 1.5^2 = 6.75 \cdot 10^{-4} \text{ וובר} \quad .I$$

$$i = \frac{1}{R} \cdot \frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{R} \cdot B v^2 \cdot \frac{3}{4} t = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot 2^2 \cdot \frac{3}{4} \cdot 1.5}{12} = 7.5 \cdot 10^{-5} \text{ אמפר} \quad .II$$

$$F_v = \frac{\varepsilon^2}{R} \rightarrow F = \frac{\left(\frac{d\phi}{dt}\right)^2}{Rv} = \frac{\left(\frac{3}{4} B v^2 \cdot t\right)^2}{Rv} = \frac{\left(\frac{3}{4} B v^2 \cdot \frac{x}{v}\right)^2}{Rv} = \frac{9}{16} \cdot \frac{B^2 v}{R} \cdot x^2 \rightarrow \text{III. תשובה (ה)}$$

שאלה מס' 5

ציור א' מתאר עיין שנמצאת ימינה מעדשה מרכזת ומתבוננת דרך העדשה בעצם AB המונח על הציור האופטי של העדשה, במקביל למישורה, ובמרחק 2 ס"מ שמאלה ממרכזה. העיין רואה את הדמות A'B' של העצם במרחק 8 ס"מ שמאלה ממרכז העדשה כמוראה בציור א'.

I סעיף

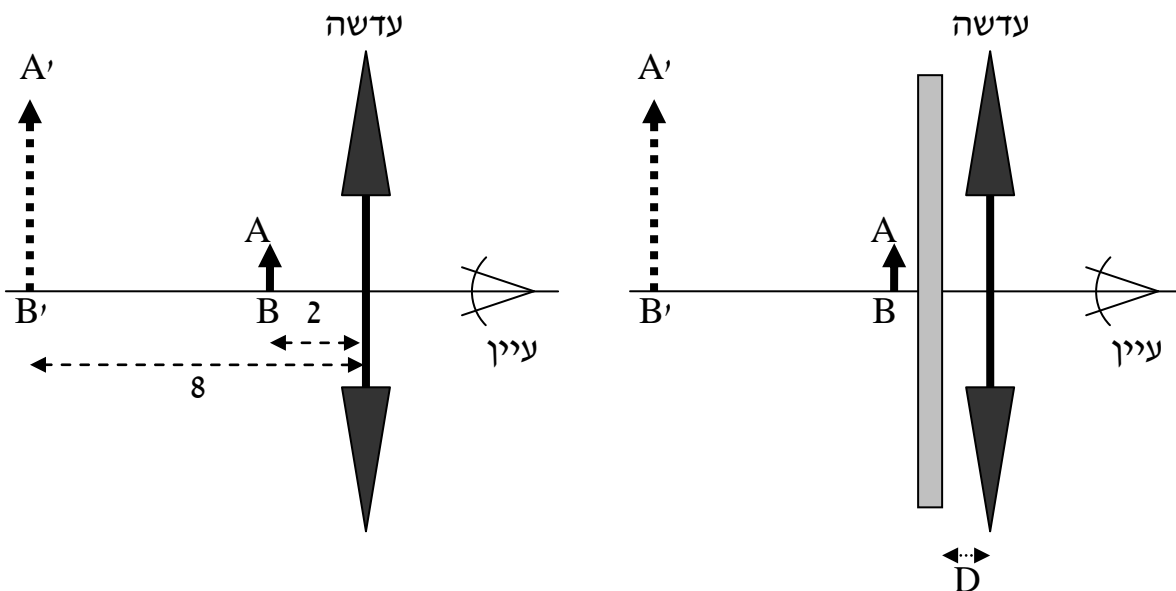
מהי עוצמת העדשה? התשובה בדיופטר (מטר/1=דיופטר).

- א. 7.5 ב. 62.5 ג. 37.5 ד. 3.5 ה. -6

II סעיף

מציבים לוח אטום לאור, שגובהו מעל ציר העדשה עולה על גובה הדמות A'B', בצד שמאל של העדשה, במקביל למישור שלה, ובמרחק D, ממרכזה (ראה ציור ב'). ציין את המשפט הנכון:

- א. כאשר $2 < D < 8$ ס"מ העיין לא תראה את דמות הגוף, וכאשר $8 > D > 2$ ס"מ העיין תראה את הדמות.
 ב. העיין לא תראה את הדמות עבור כל ערך של D בין 0 (אפס) ל- 8 ס"מ.
 ג. העיין תראה את הדמות עבור כל ערך של D בין 0 (אפס) ל- 8 ס"מ.
 ד. העיין תראה את הדמות רק כאשר: $D > 8$.
 ה. העיין תראה את הדמות רק כאשר הלוח האטום נמצא מצד ימין של העדשה, בין העדשה לבין העיין.



ציור א'

ציור ב'

פתרון:

I. $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{2} + \frac{1}{-8} = \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{8}{3} \text{ cm} = \frac{8}{300} \text{ meter}$

עוצמת עדשה = $\frac{1}{f(\text{meter})} = \frac{1}{\frac{8}{300}} = 37.5$ דיופטר

II. כאשר הלוח האטום מוצב שמאלה מהעיין, אזי כל עוד הוא נמצא שמאלה מהעצם הוא לא יפריע לראיית הדמות, וכאשר הוא נמצא ימינה מהעצם העיין לא תראה דמות. מצב זה מתקיים במשפט (א).