

בחינת הבגרות בפיזיקה קיץ תשנ"ח

פרקי חובה ופתרונות מלאים*

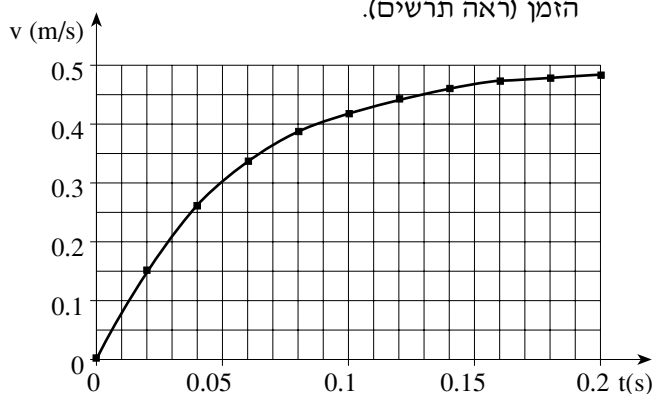
עדי רוזן, המחלקה להוראת המדעים, רחובות ומשרד החינוך, התרבות והספורט, ירושלים

מכניקה

1. גוף החל לנוע ממנוחה, ונע בקו ישר בכל מהלך תנועתו. תלמיד רשם את מקומו של הגוף במרווחי זמן של 0.02 s . את הרגע שבו החל הגוף לנוע הוא הגדיר כ- $t = 0$. ציר המקום נבחר כך שראשיתו בנקודה שבה נמצא הגוף ברגע $t = 0$, וכיוונו החיובי בכיוון תנועת הגוף. תוצאות של חלק מן המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

מקום x (m)	זמן t (s)
0.0061	0.04
0.0123	0.06
0.0196	0.08
0.0278	0.10
0.0365	0.12

א. חשב על-פי הטבלה, בקירוב הטוב ביותר, את מהירות הגוף ברגע $t = 0.08\text{ s}$. הסבר ופרט את חישוביך. (אל תניח שהתאוצה קבועה). (8 נקודות)
התלמיד חישב את מהירות הגוף ברגעים השונים, וסרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן (ראה תרשים).



* זכות היוצרים על השאלונים היא של המדינה באמצעות משרד החינוך והתרבות. התשובות לשאלות אינן מטעם משרד החינוך והתרבות אלא באחריות החתום על המאמר.

- ב. הערך, על-פי הגרף, את המרחק שעבר הגוף מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 0.02\text{ s}$. (5 נקודות)
ג. חשב, במידת הדיוק שהגרף מאפשר, את התאוצה הממוצעת של הגוף מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 0.02\text{ s}$. (5 נקודות)
ד. קבע, על-פי הגרף, אם תאוצת הגוף גדלה כפונקציה של הזמן, קטנה או אינה משתנה. **נמק.** (7 נקודות)
ה. האם גודלו של הכוח השקול שפועל על הגוף הולך וגדל, הולך וקטן או אינו משתנה? **נמק.** (5 נקודות)
ו. מהו כיוון הכוח השקול שפועל על הגוף - בכיוון תנועת הגוף, מנוגד לכיוון תנועת הגוף או מאונך לכיוון תנועת הגוף? **נמק.** (3 $\frac{1}{3}$ נקודות)

1. א. המהירות ברגע 0.08 שנייה:

$$v \approx \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v \approx \frac{0.0278 - 0.0123}{0.10 - 0.06}$$

$$v \approx 0.3875\text{ m/s}$$

הערכנו מהירות ברגע מסוים, על-פי המהירות הממוצעת בקטע קטן הכולל את הרגע המסוים. ב. נחשב את השטח המוגבל בין העקומה לציר הזמן במרווח הזמן המבוקש (שטח משולש):

$$S = \frac{0.02 \cdot 0.16}{2}$$

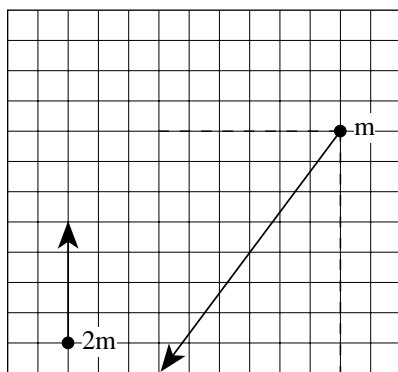
$$S \approx 1.6 \times 10^{-3}\text{ m}$$

ג. נחשב את התאוצה הממוצעת על-פי שיפוע הגרף:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \bar{a} = \frac{0.16 - 0}{0.02 - 0}$$

- לא להוריד נקודות, אם הציב גובה המשולש 0.15, או ספר בין 3 ל 3.5 משבצות.
 - לא להוריד נקודות, אם חישב על-פי נוסחה לתאוצה קבועה.
 - לא להוריד נקודות עבור חישוב המרחק עד $t = 0.2 \text{ s}$ עבור $s = \Delta x = 0.15 \cdot 0.02 = 0.003 \text{ m}$ לתת 30%.
 ג. 60% לרעיון של חישוב שיפוע העקומה.
 30% לתשובה נומרית.
 10% ליחידות.
 - אם חישב באמצעות נוסחה לתאוצה קבועה, לתת את מלוא הנקודות.
 ד. 60% לתשובה.
 40% לנימוק.
 ה. 60% לתשובה.
 40% לנימוק.
 - אם בסעיף ד קבע שהתאוצה גדלה, ולכן ענה בסעיף ה שהכוח גדל ונימק בהתאם, לתת את מלוא הנקודות לסעיף זה.
 ו. 60% לתשובה.
 40% לנימוק.

2. קרון שמסתו 4m נמצא על משטח אופקי. על רצפת הקרון נעים שני כדורים שהמסות שלהם הן m ו- 2m. החיכוך בין הקרון למשטח ובין הכדורים לרצפה זניח. מהירויות הכדורים ברגע t_0 מתוארות בתרשים א. כל משבצת מתאימה ל- $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



תרשים א

- א. הקרון קשור למשטח ואינו יכול לנוע. תרשים ב מתאר את מהירויות הכדורים לאחר שהכדור שמסתו m התנגש בדופן הקרון.

$$\bar{a} = 8 \text{ m/s}^2$$

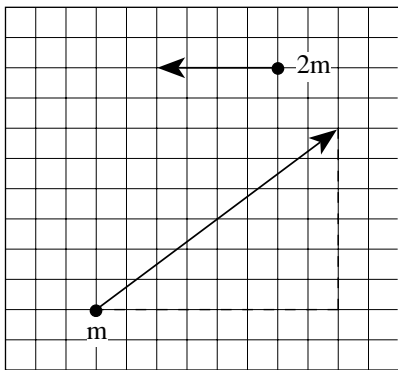
$$\bar{a} = 7.5 \text{ m/s}^2 \quad \text{או:}$$

- ד. תאוצת הגוף קטנה.
נימוק: התאוצה בכל רגע מיוצגת על-פי שיפוע המשיק. שיפוע המשיק הולך וקטן כפונקציה של הזמן.
 ה. גודלו של הכוח השקול הולך וקטן.
נימוק: גודל התאוצה הולך וקטן.
 לכן, על-פי החוק השני של ניוטון, גודלו של הכוח הולך וקטן.
 ו. הכוח השקול פועל בכיוון התנועה.
נימוק: מהירות הגוף הולכת וגדלה.

מפתח הערכה

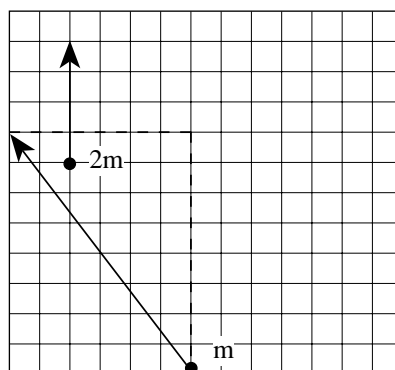
1. א. 85% לשיטת החישוב.
 8% לתשובה נומרית.
 7% ליחידות.
לפניך ניקוד לפי דרכים נוספות לפתרון:
דרך ב: ממוצע מהירויות ממוצעות:
 חישוב המהירות הממוצעת \bar{v}_1 מרגע $t = 0.06 \text{ s}$ עד רגע $t = 0.08 \text{ s}$. חישוב המהירות הממוצעת \bar{v}_2 מרגע $t = 0.08 \text{ s}$ עד רגע $t = 0.10 \text{ s}$ (מתקבלת התוצאה 0.41 m/s); חישוב ממוצע המהירויות \bar{v}_1 ו- \bar{v}_2 .
 - לדרך זו לתת את מלוא הנקודות.
דרך ג: על-פי צד אחד של הנקודה
 רק חישוב של המהירות הממוצעת מ- $t = 0.06 \text{ s}$ עד $t = 0.08 \text{ s}$.
 - לתת 65% לשיטת החישוב, במקום 85%.
דרך ז: תנועה שוות תאוצה בכל מרווח הזמן
 התנועה מ- $t = 0$ עד $t = 0.08 \text{ s}$ היא שוות תאוצה. (מתקבל 0.49 m/s).
 - לתת 40% לשיטת החישוב, במקום 85%.
דרך ה: תנועה שוות מהירות
 חישוב המהירות מ- $t = 0$ עד $t = 0.08 \text{ s}$ על-ידי חילוק ההעתק בזמן. (מתקבל 0.245 m/s).
 - לתת 15% לשיטת החישוב, במקום 85%.
 ב. 60% לרעיון של חישוב שטח משולש (נוסחה או ספירת משבצות).
 30% לתשובה נומרית.
 10% ליחידות.

(2) בתרשים ד הקרון נמצא במנוחה ומהירויות הכדורים הן כמתואר בתרשים זה. הסבר מדוע תרשים ד אינו יכול לתאר את מצב המערכת לאחר שהתרחשו בה רק התנגשויות אלסטיות. (8 $\frac{1}{3}$ נקודות)



תרשים ד

(1) האם התנע הכולל של שני הכדורים בתרשים ב שווה לתנע הכולל שלהם בתרשים א ? נמק. (8 נקודות)
 (2) האם האנרגיה הקינטית הכוללת של שני הכדורים בתרשים ב שווה לאנרגיה הכוללת שלהם בתרשים א ? נמק. (8 נקודות)



תרשים ב

2. א. (1) לא.

נימוק: הרכיב האנכי של התנע הכולל של שני הכדורים בתרשים א הוא:

$$2m \cdot 4 - m \cdot 8 = 0$$

הרכיב האנכי של התנע הכולל בתרשים ב:

$$2m \cdot 4 + m \cdot 8 = 16m$$

הרכיב האנכי של התנע הכולל אינו נשמר, לכן התנע הכולל אינו נשמר.

(2) גודל המהירות של כל כדור בתרשים א שווה לזה שבתרשים ב, לכן האנרגיה הקינטית הכוללת שווה בשני התרשימים.

ב. (1) **תרשים ג אינו יכול לתאר את מצב המערכת,**

כי האנרגיה הקינטית הכוללת אינה נשמרת האנרגיה

הקינטית של הכדורים בשני התרשימים שווה, אך בתרשים ג יש אנרגיה קינטית גם לקרון.

(2) תרשים ד אינו יכול לתאר את מצב המערכת, כי התנע הכולל בשני התרשימים שונה.

התנע האנכי בתרשים ד:

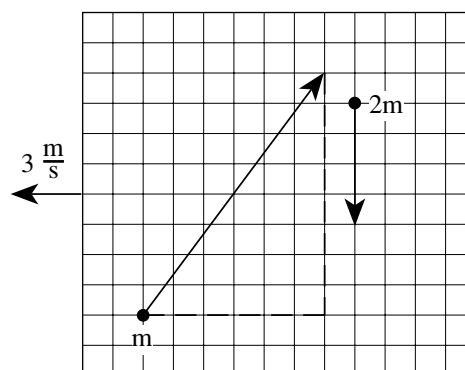
$$2m \cdot 0 + m \cdot 6 = 6m$$

ואילו התנע האנכי בתרשים א (ראה תשובה א (1)) הוא אפס.

ב. הפעם הקרון אינו קשור והוא חופשי לנוע לכל הכיוונים. (ברגע t_0 מהירויות הכדורים הן כמתואר בתרשים א ומהירות הקרון היא אפס). הכדורים התנגשו זה בזה ובדופנות הקרון בהתנגשויות אלסטיות (לחלוטין).

(1) בתרשים ג מהירות הקרון (שמסתו $4m$) היא $3 \frac{m}{s}$

שמאלה, ומהירויות הכדורים ביחס לכדור הארץ הן כמתואר בתרשים זה. הסבר מדוע תרשים ג אינו יכול לתאר את מצב המערכת (הכדורים והקרון) לאחר שהתרחשו בה רק התנגשויות אלסטיות. (9 נקודות)



תרשים ג

מפתח הערכה

2. א. (1) 50% ל-(1):

25% לתשובה;

25% לנימוק (בתנאי שהתשובה נכונה).

- יכול לנמק מילולית בלי חישובים.

(2) 50% ל-(2):

25% לתשובה;

25% לנימוק (בתנאי שהתשובה נכונה).

- יכול לנמק על-ידי חישובים.

ב. (1) 52% ל-(1):

- יכול להסביר על-ידי חישובים.

- אם מצא שהתנע נשמר ולא המשיך, לתת 15% לסעיף.

- אם הראה שהמצב לא יתכן לאחר התנגשות אחת של כל כדור עם הדופן - לתת 26%.

(2) 48% ל-(2):

- אם מצא שהאנרגיה נשמרת ולא המשיך, לתת 15% לסעיף.

- אם הראה שהמצב לא יתכן לאחר התנגשות אחת של כל כדור עם הדופן - לתת 24%.

3. מכונית נוסעת על כביש ישר ואופקי בתאוצה קבועה.

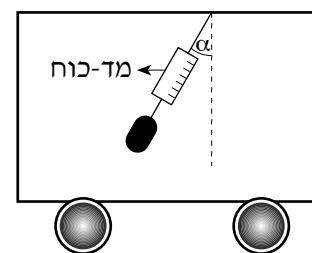
משקולת שמסתה m תלויה על דינמומטר (מד-כוח) שקשור

באמצעות חוט לתקרת המכונית, כמתואר בתרשים א.

מסות הדינמומטר והחוט זניחות ביחס למסה של

המשקולת. המשקולת נמצאת במנוחה ביחס למכונית,

והזווית בין החוט לבין האנך לתקרה היא α .



א. האם הכוח השקול הפועל על המשקולת שווה לאפס?

אם כן – נמק. אם לא – ציין מהו כיוון הכוח השקול.

(7 נקודות)

ב. האם הכוח שהדינמומטר מראה קטן מ- mg , גדול מ-

mg או שווה ל- mg ? **נמק.** (10 נקודות)

ג. האם כיוון התנועה של המכונית יכול להיות:

(1) ימינה? **נמק.** (5 נקודות)

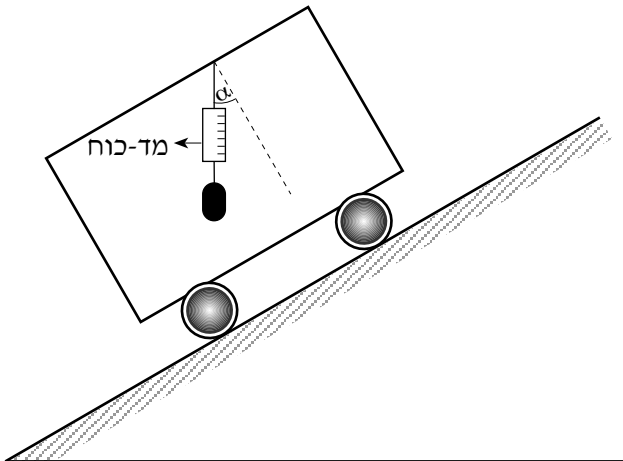
(2) שמאלה? **נמק.** (5 נקודות)

ד. בשלב מסוים של תנועתה, המכונית נוסעת על כביש

ישר במעלה גבעה במהירות קבועה. גם במצב זה

הזווית בין החוט לבין האנך לתקרת המכונית היא α

(תרשים ב).



האם הכוח שהדינמומטר מראה קטן מ- mg , גדול מ-

mg או שווה ל- mg ? **נמק.** ($\frac{1}{3}6$ נקודות)

3. א. הכוח השקול שונה מאפס.

כיוונו - ימינה (במקביל לכביש).

ב. הדינמומטר מראה את המתיחות בחוט. הרכיב האנכי

של המתיחות שווה ל- mg , לכן המתיחות גדולה מ- mg

והכוח שהדינמומטר מראה גדול מ- mg .

ג. (1) **כן.** אם המכונית נוסעת ימינה ומגבירה את

מהירותה - התאוצה תהיה ימינה.

(2) **כן.** אם המכונית נוסעת שמאלה ומקטינה את

מהירותה - התאוצה תהיה ימינה.

ד. הכוח שהדינמומטר מראה שווה ל- mg .

$\Sigma F = 0$ כי המהירות קבועה, ולכן $T = mg$.

מפתח הערכה

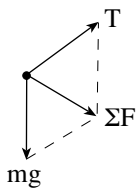
3. א. 30% לקביעה שהכוח שונה מאפס.

70% לקביעת כיוון הכוח.

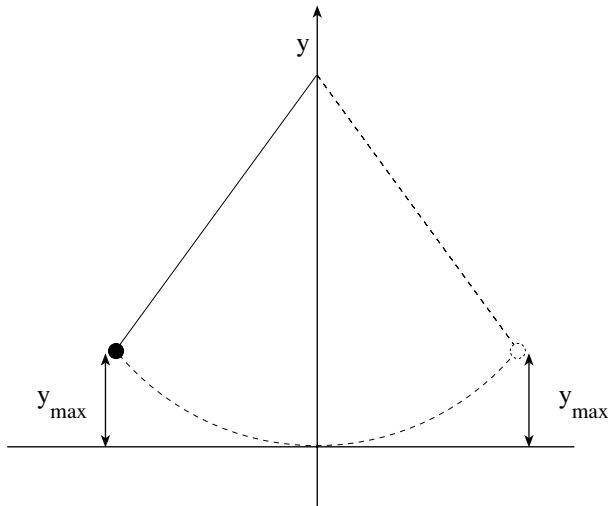
- אם תלמיד רשם:

לתת 30% לכיוון, במקום 70%.

- לתת את מלוא הנקודות, אם כתב שהכוח השקול



ג. עבור המטוטלת שאורכה 1.0 m וזמן המחזור שלה הוא 2.0 s, מדד התלמיד את הרכיב האנכי y (ראה תרשים) של מקום המשקולת כפונקציה של הזמן. התלמיד גילה כי מתקבלת פונקציה מחזורית. מהו זמן המחזור של פונקציה זו? **הסבר**. (5 נקודות)



ביחס לקרונית שווה לאפס בגלל כוח מערכת. - לתת 50% לסעיף, אם כתב שהכוח השקול שווה לאפס כי התאוצה ביחס לקרונית היא אפס.

ב. 65% לקביעה $T_y = mg$.
35% לקביעה $T > mg$

כי $(T = \frac{mg}{\cos \alpha})$.

ג. (1) 50% ל- (1).

25% לתשובה;

25% לנימוק.

(2) 50% ל- (2).

25% לתשובה;

25% לנימוק.

הערה לסעיף ג(1) ו-(2):

אפשר להסתפק בנימוק - כי כיוון התאוצה אינו חייב להיות בכיוון המהירות.

ד. 40% לתשובה.

60% לנימוק.

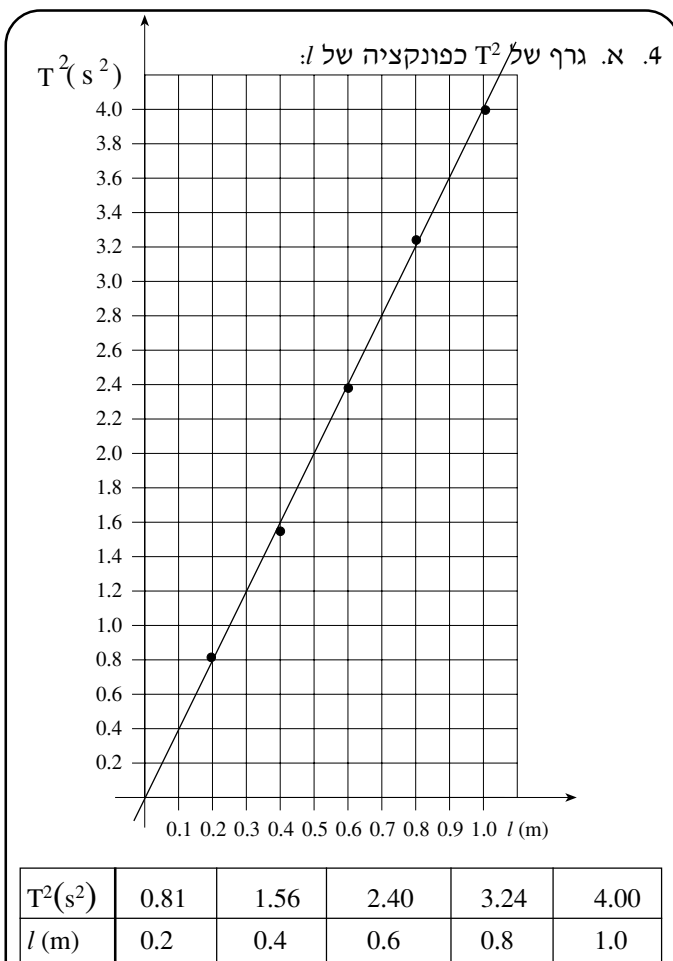
4. תלמיד מדד את זמני המחזור (T) של מטוטלות פשוטות בעלות אורכים שונים (l). כל אחת מן המטוטלות התנוודדה בזוויות קטנות. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

זמן המחזור T (s)	אורך המטוטלת l (m)
0.90	0.2
1.25	0.4
1.55	0.6
1.80	0.8
2.00	1.0

א. סרטט גרף מתאים, שבעזרתו תוכל לחשב את תאוצת הנפילה החופשית.

רשום בטבלה את שיעורי הנקודות שעל-פיהן סרטטת את הגרף. (15 נקודות)

ב. חשב על-פי הגרף את תאוצת הנפילה החופשית. (13 $\frac{1}{3}$ נקודות)



ב. שיפוע הגרף הוא:

$$\text{שיפוע} = \frac{4-0}{1-0} = 4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

נוסחת זמן המחזור של מטוטלת:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

לאחר העלאה בריבוע:

$$(1) \quad T^2 = \frac{4\pi^2 l}{g}$$

מהשוואת שיפוע הגרף לשיפוע על-פי נוסחה (1):

$$\frac{4\pi^2}{g} = 4 \Rightarrow g \approx \pi^2$$

$$g = 9.86 \text{ m/s}^2 \quad \text{לכן:}$$

ג. זמן המחזור של פונקציה זו הוא **1 שנייה** (מחצית זמן המחזור של תנועת המטוטלת).

הסבר: כאשר המטוטלת יוצאת לדרכה מקצה המסלול, היא נמצאת בקואורדינטה y_{\max} ובמהירות 0.

כאשר היא מגיעה לקצה האחר של המסלול, היא חוזרת לאותו מצב: קואורדינטה y_{\max} ומהירות 0.

כלומר התנועה בין שני קצות המסלול היא מחזור שלם של הרכיב האנכי של המקום.

מפתח הערכה:

4. א. 10% לטבלה.

90% לגרף:

30% לגרף שמשני הצירים שלו הם T^2 -ו- l .

8% ליחידות של משתני הצירים.

40% לקביעת הנקודות במערכת הצירים

12% לסרטוט הישר.

- אם סרטוט גרף של T כפונקציה של l , לתת לכל

היותו 70% לסעיף.

ב. 30% לחישוב שיפוע הגרף.

50% להשוואת שיפוע הגרף ל- $\frac{4\pi^2}{g}$.

15% לתשובה נומרית (לקבל כל תשובה בין

9.5 ל-10.5).

5% ליחידות.

אם חישוב את g על-פי נקודה אחת שעל הגרף לתת

80%.

ג. 80% לתשובה.

20% לנימוק.

- התשובה 2s לא תזכה בנקודות.

- לא נדרשת התייחסות למהירות המטוטלת.

5. א. נער חיבר קפיץ A לקיר, ומשך אותו בכוח של 20 N.

הקפיץ התארך ב-0.4 m. סרטוט גרף המתאר את הכוח,

F, שהקפיץ מפעיל על הנער כפונקציה של התארכותו

Δl , כאשר הכוח משתנה מ- $F = 0$ ל- $F = 20 \text{ N}$.

הנח כי קבוע הקפיץ אינו משתנה ומסתו ניתנת

להזנחה. (10 נקודות)

ב. על סמך הגרף שסרטטת, מצא את העבודה שעשה הנער

במהלך מתיחת הקפיץ. (10 נקודות)

ג. שני נערים אוחזים בשני קצותיו של הקפיץ A, וכל

אחד מהם מושך אותו בכוח של 20 N.

האם התארכות הקפיץ במצב זה תהיה שונה מזו

שבסעיף א? **הסבר**. (7 נקודות)

ד. הנער חיבר קפיץ B לקיר, ומשך אותו בכוח של 20 N.

הקפיץ התארך ב-0.5 m. לאחר שהנער הרפה מהקפיץ

B הוא חיבר לקצה החופשי שלו את הקפיץ A, ומשך

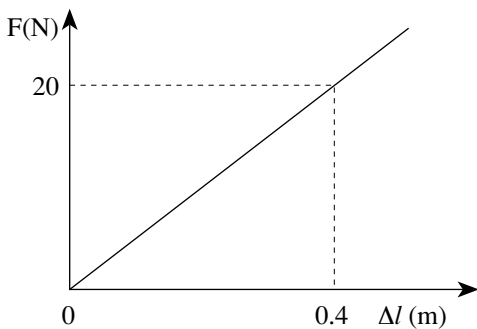
את הקצה החופשי של קפיץ A בכוח של 20 N. הנח כי

גם קבוע הקפיץ B אינו משתנה ומסתו ניתנת להזנחה.

מה יהיה סך כל ההתארכות של הקפיצים המחוברים?

הסבר. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

5. א.



ב. העבודה שווה ל"שטח" שמוגבל בין הישר לבין הציר האופקי.

$$\text{השטח: } \frac{0.4 \cdot 20}{2} = 4 \text{ J}$$

ג. לא.

הסבר: בשני המצבים על כל קצה של הקפיץ פועל

כוח של 20N (בכיוון הגורם להימתחות הקפיץ).

ד. לפתרון בדרך א:

30% לתשובה.

70% להסבר.

לפתרון בדרך ב:

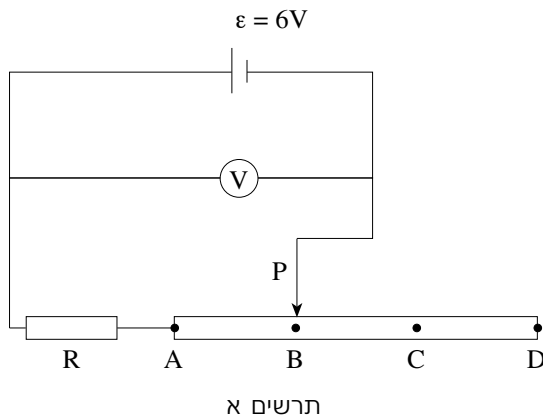
40% לחישוב k_1 ו- k_2 .

40% לחישוב k כולל.

20% לחישוב Δl .

חשמל

1. מקור מתח, שהכא"מ שלו הוא 6 V והתנגדותו הפנימית אינה ידועה, מחובר לנגד שהתנגדותו R ולנגד משתנה AD. הנגדים מחוברים בטור (ראה תרשים א).



הנקודות B ו- C מחלקות את הנגד המשתנה לשלושה קטעים שהתנגדותם שווה. כאשר מחברים את המגע הנייד P ל- A, מראה הוולטמטר מתח של 5 V, וכמות החום שנוצרת בנגד R במשך 30 s היא 300 J. כאשר מעבירים את המגע הנייד לנקודה B, מראה הוולטמטר 5.5 V. (התנגדות הוולטמטר גדולה מאוד).

- א. חשב את התנגדות הנגד R. (10 נקודות)
ב. חשב את ההתנגדות הפנימית של המקור. (6 נקודות)
ג. מהי ההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה? (10 נקודות)
ד. מחברים את הנגד המשתנה במקביל לנגד R (ראה תרשים ב), ומעבירים את המגע מ- D ל- C, אחר-כך ל- B ואחר-כך ל- A. האם המתח שמראה הוולטמטר ילך ויגדל, ילך ויקטן או לא ישתנה? **הסבר**. (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

ד. פתרון בדרך א

בקצוות של כל אחד משני הקפיצים פועל כוח של 20 ניוטון (בכיוון הגורם להימתחות הקפיץ), לכן קפיץ א יתארך ב-0.4 מטר, קפיץ ב יתארך ב-0.5 מטר. ההתארכות הכוללת תהיה:

$$0.4 + 0.5 = 0.9 \text{ m}$$

פתרון בדרך ב:

הקבוע של קפיץ א:

$$k_1 = \frac{F}{\Delta l} = \frac{20}{0.4} = 50 \text{ N/m}$$

הקבוע של קפיץ ב:

$$k_2 = \frac{F}{\Delta l} = \frac{20}{0.5} = 40 \text{ N/m}$$

קבוע הקפיץ הכולל:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{50} + \frac{1}{40}$$

$$k = 22.22 \text{ N/m}$$

לכן סך כל ההתארכות של הקפיצים:

$$\Delta l = \frac{F}{k} = \frac{20}{22.22}$$

$$\Delta l = 0.9 \text{ m}$$

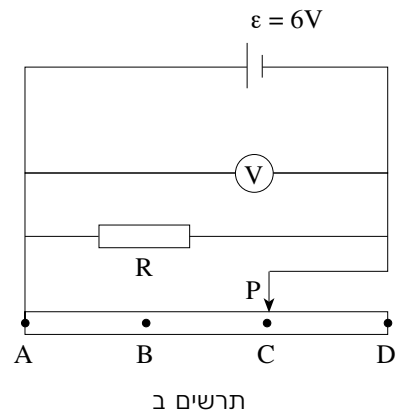
מפתח הערכה:

5. א. 10% ליחידות של המשתנים.
80% לסרטוט הישר.
10% לערכים מספריים על הצירים.
- לקבל גם Δl כפונקציה של F.
- לקבל גרפים ברביע השני והרביעי.
ב. - אם חישב את קבוע הקפיץ, וחישב את העבודה על-פי הנוסחה $\frac{1}{2} k \Delta l^2$, לתת 100% לסעיף.
80% לרעיון של חישוב שטח.
10% לתשובה נומרית.
10% ליחידות.
- אם חישב על-פי $W = F \cdot \Delta l = 8 \text{ J}$, לתת 20% לסעיף.
ג. 70% לתשובה.
30% לנימוק.

הפנימית, לכן להקטנת המתח על ההתנגדות החיצונית.
לכן המתח שמראה הוולטמטר ילך ויקטן.

מפתח הערכה

1. א. 30% לרעיון של שימוש בהספק.
50% לחישוב I.
20% לחישוב R.
ב. 45% לנוסחה (1).
45% להצבה נכונה (להצבה נכונה בלי הנוסחה באותיות - יקבל 80% במקום 90%).
10% לחישוב נומרי של r.
ג. $2 \times 35\%$ **לשתיים** מבין הנוסחאות (2), (3), (4) (כולל הצבה).
- לא כתב נוסחה כללית - להוריד $2 \times 5\%$.
15% לחישוב נומרי של R_{AB} .
15% לחישוב נומרי של R_{AD} .
ד. 40% להזות $P \Leftarrow$ הקטנת התנגדות חיצונית R_{ex} .
20% להקטנת $R_{ex} \Leftarrow$ הגדלת I.
20% להגדלת $I \Leftarrow$ הגדלת Ir.
20% להגדלת $Ir \Leftarrow$ הקטנת V.
2. בתרשים א מתואר מעגל חשמלי המאפשר טעינה ופריקה של קבל.
התנגדות האמפרמטרים זניחה.
א. מחברים את המתג S ל-A.
מהו המתח על הקבל C לאחר זמן רב? (5 נקודות)
ב. לאחר זמן רב מעבירים את המתג S מ-A ל-B.
מהו הזרם המרבי שיראה האמפרמטר A_2 ? (6 נקודות)
ג. תרשים ב שלפניך מתאר את הזרם שנמדד על-ידי אחד האמפרמטרים כפונקציה של הזמן.
האם הגרף שבתרשים ב עשוי להתאים לזרם שנמדד על-ידי האמפרמטר A_1 או לזרם שנמדד על-ידי האמפרמטר A_2 ? **נמק.** (6 נקודות)
ד. חשב את קיבול הקבל C. (11 נקודות)
ה. מחליפים את הקבל C בקבל אחר שקיבולו גדול יותר וחוזרים על הניסוי.
האם השטח, המוגבל על-ידי הגרף שבתרשים ב ועל-ידי הצירים, גדל, קטן או אינו משתנה? **נמק.**
($5\frac{1}{3}$ נקודות)



תרשים ב

1. א. לגבי המצב שבו המגע P נמצא בנקודה A:
(1) $E = V \cdot I \cdot t$
 $300 = 5 \cdot I \cdot 30$
 $I = 2 \text{ A}$
 $R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{5}{2}$
 $R = 2.5 \Omega$
ב. לגבי המצב שהמגע P נמצא ב-A:
(1) $\varepsilon = I(R + r)$
 $6 = 2(2.5 + r)$
 $r = 0.5 \Omega$
ג. לגבי המצב שהמגע P נמצא ב-B:
(2) $\varepsilon = I'(R + R_{AB} + r)$
 $6 = I'(2.5 + R_{AB} + 0.5)$
(3) $\varepsilon = V + I'r$
 $6 = 5.5 + I' \cdot 0.5$
(4) $5.5 = I'(R + R_{AB})$
 $5.5 = I'(2.5 + R_{AB})$
משתי משוואות מבין (2), (3), (4) מקבלים:
 $R_{AB} = 3 \Omega$
ההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה:
 $R_{AD} = 3 \cdot R_{AB} = 3 \cdot 3$
 $R_{AD} = 9 \Omega$
ד. העברת המגע P מ-D ל-C ואחר-כך ל-A מקטינה את התנגדות הנגד המשתנה.
הקטנת התנגדות הנגד המשתנה גורמת להקטנת ההתנגדות החיצונית של המעגל החשמלי.
הקטנת ההתנגדות החיצונית גורמת להגדלת הזרם.
הגדלת הזרם גורמת להגדלת המתח על ההתנגדות

פתרון המשוואה:

$$C \approx 1.9 \text{ mF}$$

ה. השטח מייצג את כל המטען Q שעובר דרך האמפרמטר. $Q = VC$, לכן כאשר C גדל ו- V קבוע $\Rightarrow Q$ גדל והשטח גדל.

נימוק אחר:

C גדל, לכן $e^{-\frac{t}{RC}}$ גדל. I_0 אינו משתנה.

מכאן לפי $I = I_0 e^{-\frac{t}{R_1 C}}$, הדעיכה של הגרף אטית יותר או הגרף החדש מופיע מעל לגרף הקודם.

מפתח הערכה:

ג. 20% לתשובה.

80% לנימוק.

ד. 40% למשוואה (1) כולל הצבה.

(להוריד 5%, אם לא כתב נוסחה).

40% למשוואה (2) כולל הצבה.

(להוריד 5%, אם לא כתב נוסחה).

20% לסיום חישוב C.

ה. 25% לתשובה.

75% לנימוק:

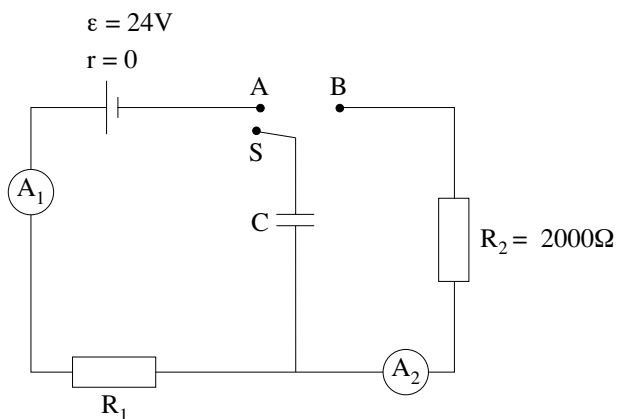
50% לשטח המייצג את המטען הכולל, או לקביעה מנומקת שלכל t יש I גדול יותר.

25% לקביעה מנומקת שהמטען הכולל גדל, או לקביעה שהגרף "גבוה יותר".

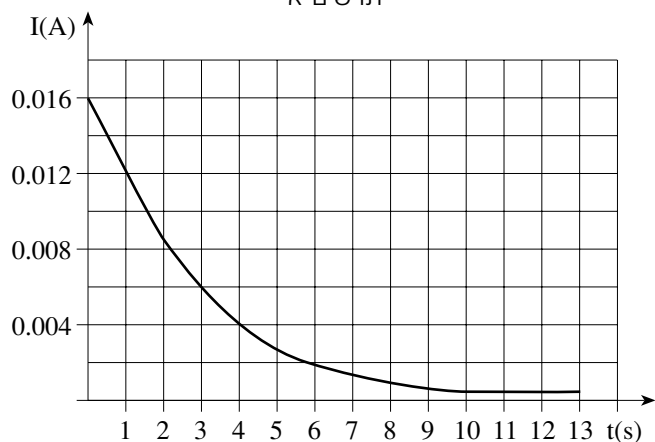
3. תלמיד רצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא בנה סילונית שבה צפיפות הליפופים (מספר הליפופים ליחידת אורך) היא

$$\frac{N}{l} = 79 \text{ m}^{-1}$$

הוא שם מצפן במרכז הסילונית, וסובב אותה עד שציר הסילונית היה בכיוון מאונך למחט המצפן. התלמיד חיבר בטור אל הסילונית נגד משתנה, אמפרמטר ומקור מתח. הוא הזרים זרמים שונים במעגל החשמלי, ובכל פעם מדד את עוצמת הזרם I (במיליאמפר) ואת זווית הסטייה α של מחט המצפן מכיוון צפון. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.



תרשים א



תרשים ב

2. א. המתח על הקבל יהיה 24 וולט.

$$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{R} \quad \text{ב.}$$

$$I_{\max} = \frac{24}{2000}$$

$$I_{\max} = 12 \text{ mA}$$

ג. הגרף מתאים לזרם שנמדד על-ידי A_1 , כי הזרם המרבי שמראה A_2 (על פי סעיף ב) הוא 12mA.

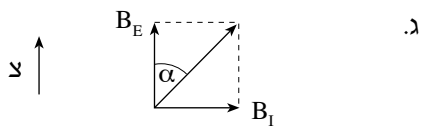
ד. חישוב R_1 :

$$(1) \quad R_1 = \frac{\varepsilon}{I_{\max}} \Rightarrow R_1 = \frac{24}{0.016}$$

$$R_1 = 1500 \Omega$$

$$(2) \quad I = I_0 e^{-\frac{t}{R_1 C}} \quad \text{בטעינת קבל מתקיים:}$$

$$\text{נציב ב- (2) ערכים עבור הטעינה ברגעה } t = 4\text{s} \quad 0.004 = 0.016 e^{-4/1500C}$$



ג. ד. (1) על-פי התרשים בסעיף ג:

$$(1) \quad \tan \alpha = \frac{B_I}{B_E}$$

עוצמת השדה בסילונית:

$$(2) \quad B_I = \mu_0 \frac{NI}{l}$$

ממשוואות (1) ו-(2):

$$(3) \quad \tan \alpha = \frac{\mu_0}{B_E} \cdot \frac{N}{l} \cdot I$$

$$(2) \quad \text{שיפוע הגרף שסורטט בסעיף ב הוא } 2.9 \frac{1}{\text{A}}$$

$$\frac{\mu_0}{B_E} \cdot \frac{N}{l} = 2.9 \quad \text{מכאן:}$$

$$\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{B_E} \cdot 79 = 2.9$$

$$B_E = 3.4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

ה. השדה המגנטי בקצה הסילונית שונה מהשדה המגנטי האחיד שבתוך הסילונית.

מפתח הערכה

3. א. 50% עבור מעגל ראוסטטי (במקום פוטנציומטרי).

ב. 10% ל- $\tan \alpha$ כפונקציה של I.

35% לקנה מידה מתאים.

35% לקביעת הנקודות במערכת הצירים.

10% לסרטוט הישר.

10% לשמות צירים ויחידות.

ג. 40% לווקטור B_E .

40% לווקטור B_I .

10% לסימון α .

10% לסימון כיוון צפון.

ד. 60% עבור (1):

30% עבור ביטוי (1);

20% עבור ביטוי (2);

10% עבור ביטוי (3).

40% עבור (2):

20% עבור חישוב השיפוע.

15% עבור השוואת השיפוע לביטוי המתאים.

5% לתשובה נומרית עם יחידות.

$\tan \alpha$	α (°)	I (mA)
0.14	8	50
0.29	16	100
0.44	24	150
0.58	30	200
0.73	36	250

א. סרטט תרשים של המעגל החשמלי. ($3 \frac{1}{3}$ נקודות)

ב. סרטט גרף של $\tan \alpha$ כפונקציה של I. (8 נקודות)

ג. סרטט את כיווני השדות המגנטיים הפועלים על מחט המצפן (במצב שבו עובר זרם במעגל החשמלי). סמן בתרשים זה את הכיוון צפון ואת הזווית α . (7 נקודות)

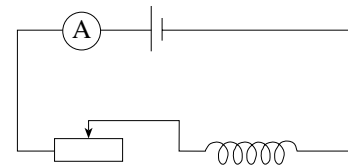
ד. (1) פתח ביטוי ל- $\tan \alpha$ כפונקציה של I.

(2) חשב בעזרת הגרף, שסרטטת בסעיף ב, את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ.

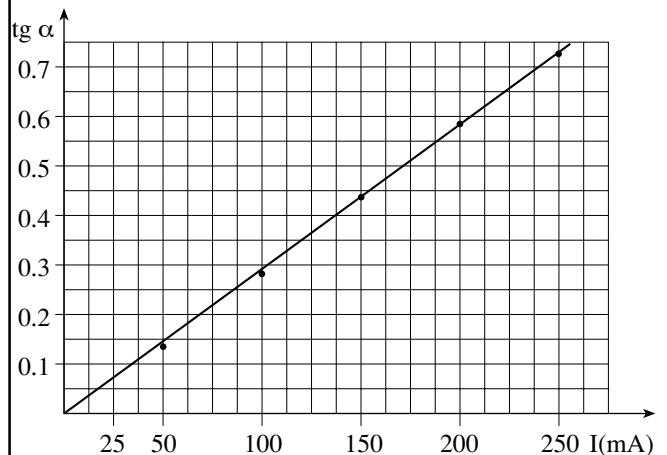
(11 נקודות)

ה. התלמיד הציב את המצפן בקצה הסילונית והזרים בה זרם. זווית הסטייה של מחט המצפן מכיוון צפון הייתה שונה מזווית הסטייה שהייתה במצב שבו המצפן היה במרכז הסילונית. הסבר מדוע השתנתה זווית הסטייה של מחט המצפן. (4 נקודות)

3. א.



ב.



המסופקת בשנייה:

$$\frac{16,000}{2 \cdot 10^6} \cdot 100\% = 0.8\%$$

מפתח הערכה:

4. ד. 70% עבור "הקטנת הפסדים"
 30% עבור תיאור של מה שקורה.
 ה. 75% עבור חישוב ההספק המבוזבז.
 25% עבור חישוב האחוז.

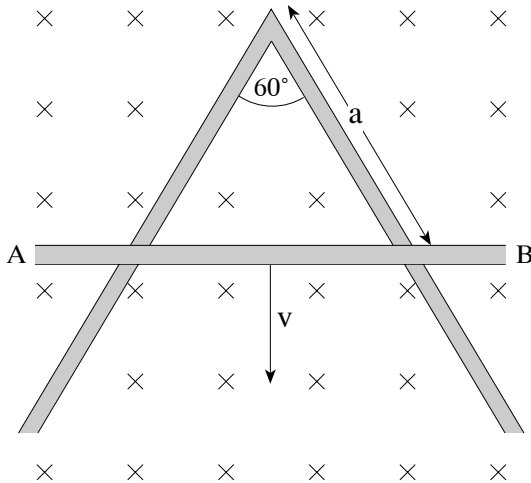
5. מוט נחושת אורך הכפוף בזווית בת 60° נמצא במישור אופקי. שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B = 0.5T$ מאונך למישור המוט.

מוט נחושת אורך AB נע על פני המוט הכפוף כך שהמוטות יוצרים בכל רגע משולש שווה-צלעות. ברגע $t = 0$ אורך צלע המשולש הוא $a = 0.1m$.

מהירות המוט AB היא קבועה וגודלה $v = 0.3 \frac{m}{s}$ (ראה תרשים).

ההתנגדות ליחידת אורך של מוטות הנחושת היא

$$\lambda = 0.1 \frac{\Omega}{m}$$



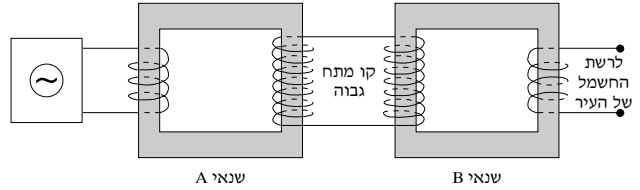
א. האם הכא"מ המושרה הנוצר בין נקודות המגע, שבין המוט הנע למוט הכפוף, נשאר קבוע עם הזמן? **נמק.**

$$(8 \frac{1}{3} \text{ נקודות})$$

ב. מצא את הכא"מ המושרה ברגע $t = 4s$. (15 נקודות)

ג. מצא את עוצמת הזרם במוטות ברגע $t = 4s$. (10 נקודות)

4. גנרטור בתחנת כוח מייצר מתח חילופין, שערכו האפקטיבי הוא $20,000V$, בהספק של $2 \cdot 10^6 W$. הגנרטור מחובר לשנאי A, שמתח היציאה שלו מסופק לקו מתח גבוה. התנגדות קו המתח הגבוה היא 10Ω , וזורם בו זרם שערכו האפקטיבי הוא $40A$. בקרבת עיר מסוימת קו המתח הגבוה מחובר לשנאי B, שמתח היציאה שלו מתאים לרשת החשמל של העיר (ראה ציור).



א. הסבר מהו עקרון פעולתו של גנרטור לזרם חילופין. (7 נקודות)

ב. מהי משמעות המשפט "הערך האפקטיבי של מתח החילופין הוא $20,000V$ "? (7 נקודות)

ג. כיצד נוצר הזרם בסליל משני של שנאי? (7 נקודות)

ד. הסבר מדוע משתמשים בשנאי לצורך העברת חשמל למרחקים גדולים. (7 נקודות)

ה. חשב איזה אחוז מהוה האנרגיה, ה"אובדת" במשך שנייה בקו המתח הגבוה, מהאנרגיה המסופקת על-

ידי הגנרטור במשך שנייה. $(5 \frac{1}{3} \text{ נקודות})$

4. א. תנועה יחסית בין סליל לשדה מגנטי גורמת לזרם (או לכא"מ) מושרה בסליל.

ב. ההספק המתפתח שווה להספק שנוצר על-ידי מתח ישר של $20,000V$.

ג. - בסליל הראשי עובר זרם משתנה.

- השדה המגנטי, הנוצר על-ידי הזרם, משתנה גם הוא.

- השטף המגנטי בסליל המשני משתנה.

- בסליל המשני נוצר זרם משתנה.

ד. בעזרת השנאי מעלים את המתח בקצות קו המתח הגבוה. כיוון שההספק קבוע, העלאת המתח גורמת להקטנת הזרם בקו המתח הגבוה. בזכות הזרם הנמוך קטנים הפסדי ההספק בקו המתח הגבוה.

ה. האנרגיה "אובדת" במשך שנייה בקו המתח הגבוה:

$$P_{\text{loss}} = I^2 R = 40^2 \cdot 10$$

$$P_{\text{loss}} = 16,000 W$$

השיעור (באחוזים) שהספק זה מהווה מהאנרגיה

5. א. הכא"מ משתנה.

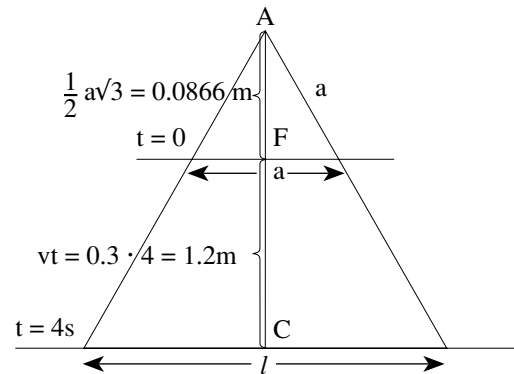
נימוק: $\varepsilon = B/v$; v ו- B קבועים, l גדל עם הזמן.

ב.

המרחק AC: $0.0866 + 1.2 = 1.2866 \text{ m}$

$$\tan 30^\circ = \frac{l/2}{1.2866}$$

$$l \approx 1.48$$



$$\varepsilon = B/v = 0.5 \cdot 1.48 \cdot 0.3$$

$$\varepsilon = 0.222 \text{ V}$$

ג. אורך מוטות הנחושת: $3l$

(1) $R = 3l\lambda$ התנגדות מוטות הנחושת:

(2) $I = \frac{\varepsilon}{R}$ עוצמת הזרם:

$$I = \frac{B/v}{R} = \frac{B/v}{3l\lambda} = \frac{Bv}{3\lambda}$$

$$I = \frac{0.5 \cdot 0.3}{3 \cdot 0.1}$$

$$I = 0.5 \text{ A}$$

מפתח הערכה:

5. ב. 15% לחישוב AF.

25% לרעיון $FC = v \cdot t$

10% לחישוב AC.

15% לחישוב l .

35% לחישוב ε .

ג. 50% למשוואה (1).

50% להצבה נכונה בנוסחה (2) וחישוב I.

תהודה

לידיעת המורים!

בהתאם לכתוב בחוזר מיוחד ה' תשנ"ה יזכו מאמרים שלכם שיפורסמו ב"תהודה" בגמול השתלמות כפי שפורסם בחוברת "זכויותיך", (אוקטובר-נובמבר 94, עמ' 47, אוקטובר 1994) סעיף ג'. להלן הקטע הרלבנטי:

עבודת מחקר או פרסום מדעי

עובד הוראה, שכתב עבודת מחקר או חיבור מדעי, שפורסם בכתב-עת או בקלטת, תיבדק זכותו לגמול השתלמות ע"י ועדה מיוחדת הפועלת ליד גף דירוג והסמכה באגף כוח-אדם בהוראה. זאת בתנאי שהעבודה הנדונה לא זיכתה את עובד ההוראה בדרגת שכר או בתואר. הוועדה תחליט על מספר הגמולים לפי שיקול דעתה ועפ"י הכללים כלהלן: עריכה, ליקוט או תרגום אינם מזכים בגמול השתלמות.

עובד הוראה המועסק באגף תוכניות לימודים, במרכז להוראת המדעים (מל"מ), במרכז לטכנולוגיה חינוכית (מט"ח) וכיו"ב, לא יזכה בגמול בעד כתיבה בתוקף תפקידו.

עובד המועסק בהוראה בהיקף של 2/3 ממשרה מלאה לפחות, והוא מועסק גם בכתיבה באחת המסגרות הנ"ל בהיקף של עד 1/3 משרה, יהיה זכאי להגיש בקשה לגמול בעבור כתיבת חומר לימודי. לשם כך עליו להמציא אישור על שיעור משרתו משני מקומות העבודה.

משרד החינוך לא יתחייב להחזיר את הפרסומים. חלקם נשארים בספריות שונות של המשרד, אך רובם מוחזרים לבעליהם. בקשות עפ"י סעיף זה יוגשו ע"ג טופס מיוחד מס' ח"ת 050.202, שניתן לקבלו בלשכות המחוזיות של משרד החינוך.