

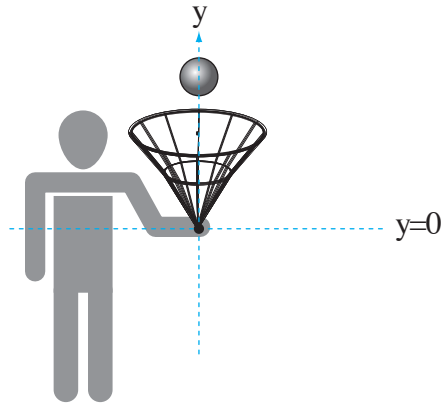
# בחינת הבגרות בפיסיקה קיץ תשס"ה

פרקי חובה ופתרונות מלאים\* עדי רוזן, המחלקה להוראת המדעים, רחובות ומשרד החינוך, ירושלים

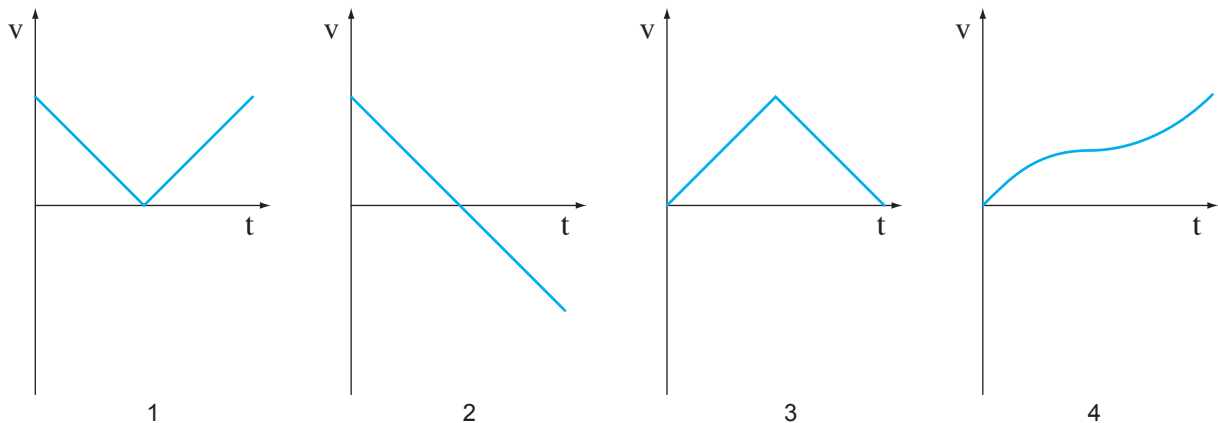


## מכניקה

1. יוסי משחק בצעצוע המורכב מסלסילה שבה כדור קטן ובתחתיתה הֶתְקֵן קפיצי (ראה תרשים). לחיצה על ההתקן הקפיצי מקפיצה את הכדור כלפי מעלה; הוא מגיע לגובה של 2.45 m מתחתית הסלסילה, ונופל בחזרה לתוך הסלסילה. כיתת תלמידים התבקשה לנתח את תנועת הכדור. לשם כך הוגדר ציר מקום  $y$ , שכיוונו החיובי כלפי מעלה וראשיתו בתחתית הסלסילה.



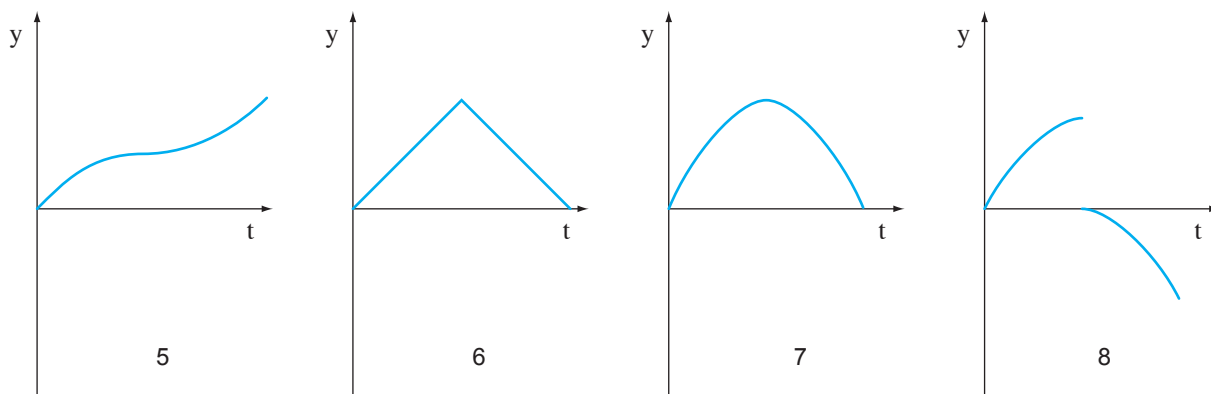
$t = 0$  הוא הרגע שבו הכדור מתחיל את תנועתו. הזנח את התנגדות האוויר, את אורך הקפיץ ואת מסת הסלסילה.  
א. התלמידים התבקשו לסרטט באופן איכותי גרף של מהירות הכדור כפונקציה של הזמן מרגע  $t = 0$  עד שובו לתחתית הסלסילה. התקבלו 4 סוגים שונים של גרפים.



איזה מבין הגרפים 1-4 מתאר נכון את התנועה? הסבר. (6 נקודות)

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

ב. התלמידים התבקשו לסרטט באופן איכותי גרף של **מקום** הכדור כפונקציה של הזמן מרגע  $t = 0$  עד שובו לתחתית הסלסילה. גם במקרה זה התקבלו 4 סוגים שונים של גרפים.



איזה מבין הגרפים 5-8 מתאר נכון את התנועה? הסבר. (6 נקודות)  
 ג. חשב את זמן התנועה של הכדור מרגע  $t = 0$  עד שובו לתחתית הסלסילה. (7 נקודות)  
 יוסי ממשיך לשחק בצעצוע שלו כשהוא נוסע על גלגליות בכיוון אופקי ימינה, במהירות קבועה של 3 m/s.  
 ד. האם גם במקרה זה הכדור המוקפץ כלפי מעלה ייפול בחזרה לתוך הסלסילה? **הסבר**. (7 נקודות)  
 ה. ברגע שהכדור הגיע לשיא הגובה, יוסי עצר ועמד במקומו. חשב את המרחק האופקי של הכדור מתחתית הסלסילה כאשר הוא הגיע ל- $y = 0$ . (7  $\frac{1}{3}$  נקודות)

$$0 - v_0^2 = -20 \cdot 2.45 = -49$$

$$v_0 = 7 \text{ m/s} \quad \text{מכאן:}$$

(ii) חישוב הזמן עד לשיא הגובה:

$$v = v_0 - 10t_1$$

$$0 = 7 - 10t_1$$

$$t_1 = 0.7 \text{ s}$$

$$t = 2t_1 = 1.4 \text{ s} \quad \text{(iii)}$$

ד. התשובה: כן.

הסברים אפשריים:

1. המהירות האופקית של הכדור זהה לזו של יוסי, לכן

המרחק האופקי שהכדור עובר זהה לזה שעובר יוסי.

2. הסבר באמצעות חישוב  $(x = v \cdot t)$ .

3. המהירות האופקית היחסית בין יוסי לכדור היא אפס.

ה. הכדור יגיע ל- $y = 0$  בזמן  $t_{1/2}$  (שחושב בסעיף ג):

$$t_{1/2} = 0.7 \text{ s}$$

$$x = v_0 t_{1/2} = 3 \cdot 0.7 = 2.1 \text{ m}$$

1. א. גרף 2.

**הסברים אפשריים:**

1. לאורך כל התנועה התאוצה קבועה ושליטית (ביחס למערכת הצירים שנבחרה).

2. לפי הכיוון שנבחר כחיובי, המהירות חיובית בעלייה ושליטית בירידה. רק גרף 2 מתאים לתיאור זה.

ב. גרף 7

**הסברים אפשריים:**

1. הנוסחה  $y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$  מתארת את תנועת הכדור. גרף 7 הוא הגרף היחיד שמתאים לנוסחה זו.

2. התנועה היא במהירות המשתנה כל הזמן.

בעלייה - מהירות חיובית (שיפוע הגרף חיובי);

בירידה - מהירות שלילית (שיפוע הגרף שלילי).

מיקום הכדור כל הזמן ב- $y > 0$ , ולכן גרף 8 נפסל.

3. כי רק גרף 7 מתאר פרבולה.

ג. דרכי פתרון אפשריות:

$$H = \frac{1}{2} g (t_{1/2})^2 \Rightarrow t_{1/2} = 0.7 \text{ s} \quad \text{דרך 1:}$$

$$t = 2(t_{1/2}) = 1.4 \text{ s}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y \quad \text{דרך 2: (i)}$$

מפתח הערכה

1. א. 50% לתשובה.  
50% להסבר.

**הערה:** כל הסבר נכון אחר יתקבל.

- התלמיד אינו מחויב לציין שהתאוצה שלילית.  
- אם ענה "גרף 1", ובהסבר התייחס ל**גודל** המהירות או לתאוצה קבועה, לתת 20% (מתוך ה-100%).

ב. 50% לתשובה.  
50% להסבר.

אם הסביר לפי  $y = v_0t + \frac{1}{2}at^2$  או  $y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$  יקבל את כל הנקודות.

ג. בדרך 1:

40% לנוסחה והצבה.

30% למציאת  $t_{1/2}$ .

30% לפתרון סופי (10% להכפלה ב-2,

10% לערך מספרי, 10% ליחידות).

בדרך 2:

50% לחישוב  $v_0$  (30% למשוואה והצבה, 20% למציאת  $v_0$ ).

50% לחישוב הזמן (30% למשוואה והצבה, 20% למציאת הזמן).

**הערה:** לקבל כל פתרון נכון אחר, כמו חישוב המהירות משיקולי אנרגיה.

ד. 30% לתשובה.

70% להסבר.

ה. 30% להצבת  $t_{1/2}$ .

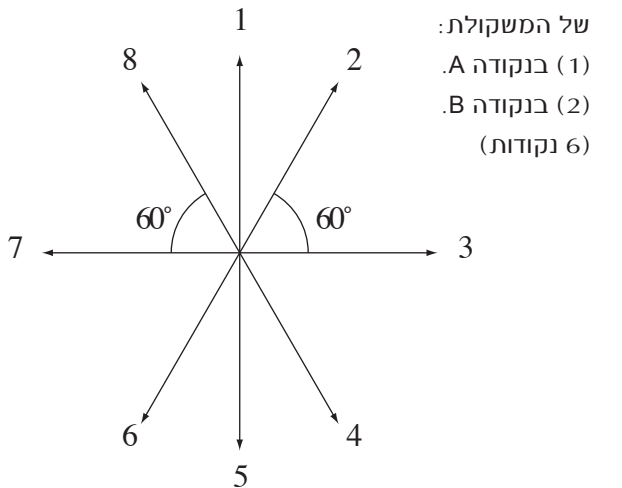
70% לפתרון סופי עם יחידות.

עם האנך היא  $60^\circ$  (ראה תרשים). כוחות החיכוך ומסת החוט זניחים.

א. חשב את מהירות המשקולת בנקודה B, הנקודה הנמוכה ביותר במסלול של תנועת המשקולת. (6 נקודות)  
ב. הכוח השקול הפועל על המשקולת בזמן תנועתה ניתן לפירוק לרכיב רדיאלי ולרכיב משיקי.

איזה מהרכיבים, הרדיאלי או המשיקי, גורם לשינוי **הגודל** של מהירות המשקולת, ואיזה מהם גורם לשינוי **כיוון** של מהירות המשקולת? (5 נקודות)

ג. המשקולת נעה **ימינה**, מנקודה A לנקודה C. ציין, בעזרת החצים ב"שושנת הכיוונים" שלפניך, את **כיוון** התאוצה של המשקולת:



של המשקולת:

(1) בנקודה A.

(2) בנקודה B.

(6 נקודות)

ד. חשב את **גודל** התאוצה של המשקולת:

(1) בנקודה A.

(2) בנקודה B.

(6 נקודות)

ה. חשב את המתיחות בחוט כאשר המטוטלת יוצרת זווית של  $30^\circ$  עם האנך. (7 נקודות)

ו. מהי העבודה שמבצע כוח המתיחות בחוט, במהלך תנועת המשקולת מנקודה A לנקודה B? נמק. (3  $\frac{1}{3}$  נקודות)

א. 2. (1)  $h = \ell(1 - \cos 60^\circ) = 0.5 \text{ m}$

(2)  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$

$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{10} = 3.162 \text{ m/s}$

ב. הרכיב המשיקי - אחראי לשינוי **גודל** המהירות.

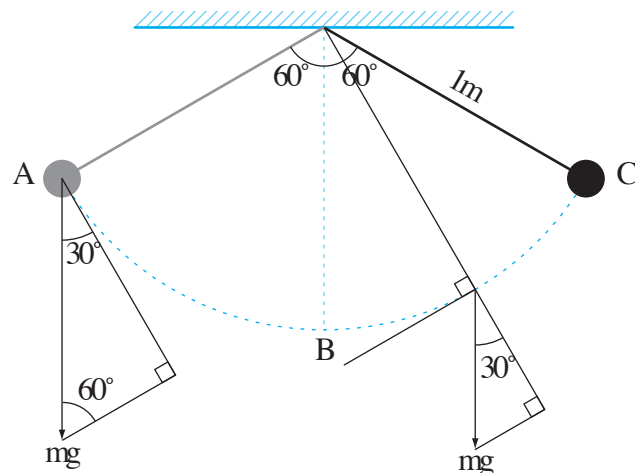
הרכיב הרדיאלי - אחראי לשינוי **כיוון** המהירות.

ג. (1) בנקודה A - 4.

(2) בנקודה B - 1.

ד. (1) בנקודה A:  $a = g \sin 60^\circ = 8.66 \text{ m/s}^2$

2. מטוטלת מורכבת ממשקולת נקודתית שמסתה  $100 \text{ gr}$ , הקשורה לתקרה בחוט שאורכו  $1 \text{ m}$ . המטוטלת מתנדדת בין נקודות A ו-C. הזווית המקסימלית שהמטוטלת יוצרת

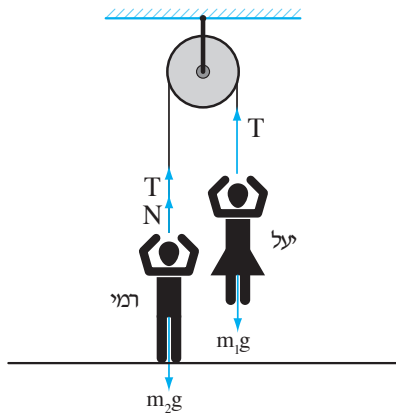


- אם ענה  $0 = T - mg \cos 30^\circ = 0$  ונימק, לתת 20% (מתוך ה-100%).

1. 50% לתשובה.  
50% לנימוק.

- אם נימק באמצעות שימור אנרגיה, לתת 20% לנימוק.

3. בתרשים שלפניך גלגלת, המחוברת לתקרה, ומסביב לה כרוך חבל. רמי, שמסתו 70 kg עומד במנוחה על הרצפה ואוחז בחבל. יעל, שמסתה 60 kg, נתלית בקצהו האחר של החבל, וגם היא נמצאת במנוחה. הזנח את מסת החבל, את מסת הגלגלת ואת כוחות החיכוך.



א. העתק למחברתך את התרשים, וסרטט בו את כל הכוחות הפועלים על רמי ואת כל הכוחות הפועלים על יעל. ליד כל כוח ציין את שמו. (7 נקודות)

ב. חשב את גודל הכוח שהרצפה מפעילה על רמי. (8 נקודות)

יעל מתחילה לטפס במעלה החבל בתאוצה קבועה של  $0.25 \text{ m/s}^2$  ביחס לרצפה. רמי נשאר במנוחה על הרצפה.

ג. האם הכוח שהרצפה מפעילה על רמי במקרה זה גדול מהכוח שחישבת בסעיף ב, קטן ממנו או שווה לו? נמק. (5 נקודות)

ד. חשב את המתוחות בחבל בזמן תנועתה של יעל במעלה החבל. (7 נקודות)

ה. חשב את התאוצה הקטנה ביותר שבה יעל צריכה לטפס במעלה החבל, כדי שרמי יתרומם מהרצפה. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

$$(2) \text{ בנקודה B: } a = \frac{v^2}{\ell} = \frac{10}{1} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$(1) \text{ } mg\ell(1 - \cos 60^\circ) = mg\ell(1 - \cos 30^\circ) + \frac{1}{2}mv^2$$

$$g\ell - 2g\ell\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = v^2$$

$$v^2 = g\ell(-1 + \sqrt{3}) = 10 \cdot 1(-1 + \sqrt{3})$$

$$v = 2.71 \text{ m/s}$$

אפשר גם באמצעות:

$$(1) \frac{1}{2}mv_B^2 = mg\ell(1 - \cos 30^\circ) + \frac{1}{2}mv^2$$

$$(2) T - mg \cos 30^\circ = \frac{mv^2}{\ell}$$

$$T = mg \cos 30^\circ + \frac{mv^2}{\ell} = m(g \cos 30^\circ + \frac{v^2}{\ell})$$

$$T = 0.1(10 \cdot 0.866 + \frac{(2.71)^2}{1})$$

$$T = 0.1(8.66 + 7.34)$$

$$T = 1.6 \text{ N}$$

$$W = 0$$

**נימוק:**  $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \theta$

בכל נקודה במהלך התנועה כוח המתוחות מאונך להעתק, כלומר  $\theta = 90^\circ$ , ולכן  $W = 0$ .

מפתח הערכה

2. א. 30% לחישוב h.

30% ל- (2).

20% להצבה.

20% לחישוב v.

ב. 50% לרכיב המשיקי.

50% לרכיב הרדיאלי.

ג. 50% ל- (1).

50% ל- (2).

ד. 50% ל- (1).

- אם מצא תאוצה שקולה בנקודה A, יקבל 20% (מתוך ה-50%).

- אם כתב,  $a = g \cos 60^\circ$  יקבל 25% (מתוך ה-50%).

- אם ענה  $a = 0$  כי  $v = 0$ , לא יקבל נקודות.

50% ל- (2).

ה. 50% ל- (1).

30% לנוסחה והצבה.

20% למציאת המהירות עם יחידות.

50% ל- (2):

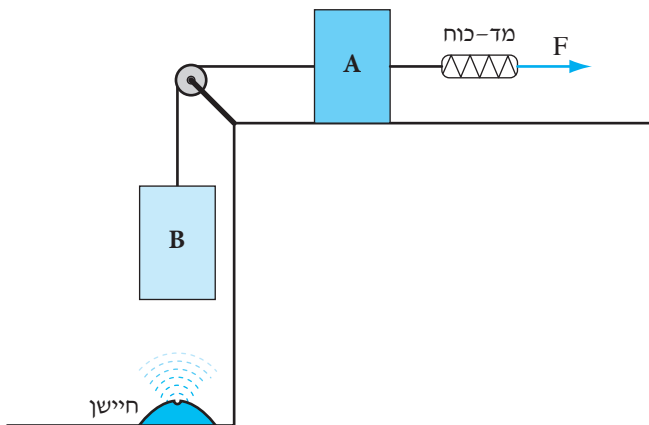
30% לנוסחה והצבה.

20% למציאת המתוחות עם יחידות.

- אם טעה בחישוב הגובה, להוריד 15%.

- 30% למשוואה (2).
- 20% למשוואה (3).
- 10% להצבה.
- 20% לפתרון סופי עם יחידות.
- אפשר כמובן לפתור תוך התייחסות למערכת הכוללת.
- ג. 30% לתשובה.
- 70% לנימוק.
- ד. 40% למשוואה (1).
- 40% להצבה.
- 20% לפתרון.
- ה. 20% למשוואה (1).
- 40% ל- $T = 700 \text{ N}$  או  $N = 0$ .
- 20% להצבה.
- 20% לפתרון.

4. תלמיד עורך ניסוי במערכת של שני גופים, A ו-B. גוף A מונח על משטח חלק, והוא קשור לגוף B באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת. כדי שהמערכת תימצא במנוחה, התלמיד מפעיל כוח F ימינה (ראה תרשים). הזנח את מסת החוט, את מסת הגלגלת ואת כוחות החיכוך.

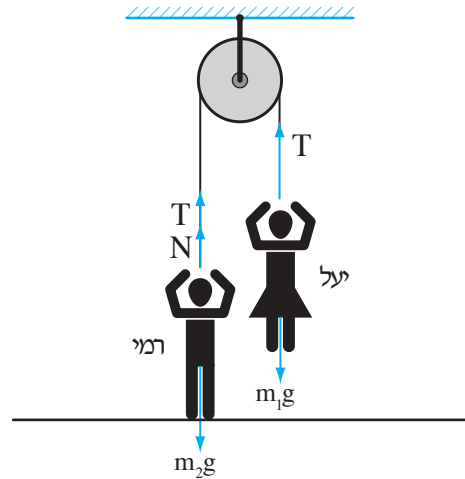


התלמיד מפעיל כוח F גדול יותר, ומודד אותו בעזרת מד כוח. בעת הפעלת הכוח המערכת נעה ימינה, והתלמיד מודד את תאוצת המערכת a, בעזרת חיישן. התלמיד חוזר ומפעיל כוחות בעוצמות שונות, מודד אותם, ומודד את התאוצות שנוצרו. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

F(N)	3.0	3.5	4	4.5	5	5.5
a(m/s <sup>2</sup> )	1.5	2.5	3.5	4	5	6

א. סרטט גרף שיתאר את תאוצת המערכת כפונקציה של הכוח המופעל. ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)

3. א.



ב. המתוחות בחבל:  $T = m_1 \cdot g$   
 הכוח השקול של רמי:

$$(2) \quad \Sigma F = T + N - m_2 \cdot g = 0$$

$$(3) \quad N = m_2 \cdot g - m_1 \cdot g = g(m_2 - m_1)$$

$$N = 10(70 - 60) = 100 \text{ N}$$

גודל הכוח שהרצפה מפעילה על רמי הוא 100N.

ג. קטן ממנו

### נימוקים אפשריים:

1. המתוחות בחבל גדלה (כי יעל נעה בתאוצה), ולכן רמי מפעיל כוח קטן יותר על הרצפה. על פי חוק פעולה ותגובה, הרצפה מפעילה על רמי כוח קטן יותר.

$$2. \text{ מסעף ב } N = g(m_2 - m_1)$$

$$\text{כעת } N = g(m_2 - m_1) - m_1 \cdot a$$

$a > 0$ , לכן N קטן.

ד. הכוח השקול על יעל:

$$(1) \quad \Sigma F = m_1 \cdot a = T - m_1 \cdot g$$

$$T = m_1(a + g) = 60(0.25 + 10) = 615 \text{ N}$$

$$(1) \quad T = m_1(a + g) \quad \text{ה. מסעף ד}$$

$$a = \frac{T}{m_1} - g$$

כדי לקבל את ערך התאוצה הקטן ביותר, נציב עבור המתוחות את המשקל של רמי, ונקבל:

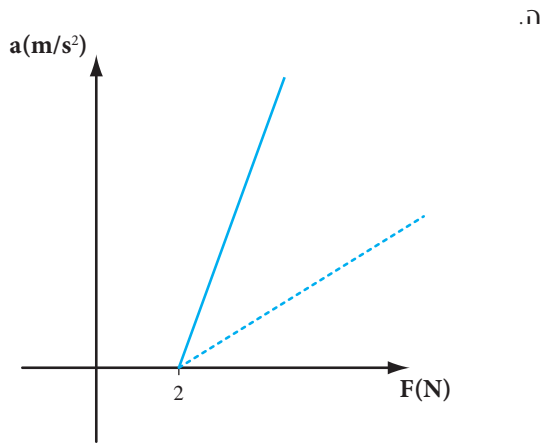
$$a = \frac{700}{60} - 10 = 1.67 \text{ m/s}^2$$

### מפתח הערכה

3. א. 20% לכל כוח.

ב. 20% למשוואה (1).

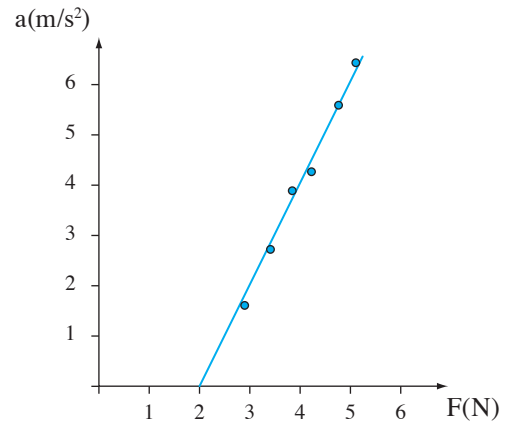
- ב. הסבר את משמעות נקודת החיתוך של הגרף עם ציר הכוח. (6 נקודות)
- ג. מצא את מסת הגוף B, בעזרת הגרף ששרטטת, ונמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. היעזר בגרף ששרטטת, ומצא מה הייתה המתיחות בחוט המקשר בין שני הגופים, אילו הפעיל התלמיד כוח של 6 ניוטון. (7 נקודות)
- ה. התלמיד מגדיל את מסת הגוף A, ומבצע שוב את הניסוי. הוסף לגרף ששרטטת בסעיף א גרף **מקווקו**, שיתאר באופן איכותי את המקרה החדש. (6 נקודות)



#### מפתח הערכה

4. א. 10% לבחירה נכונה של הצירים ולסימונם.  
 10% ליחידות על הצירים.  
 10% לשימוש בסרגל לסרטוט.  
 20% לקנה-מידה סביר.  
 20% לסימון הנקודות.  
 30% להעברת קו ישר שלא דרך הראשית.
- ג. לקבל תשובה בין 0.17 kg ל-0.23 kg.  
 בדרך 1: 50% ל-(1).  
 50% ל-(2).  
 בדרך 2:  
 20% למשוואה כללית.  
 20% להצבה ראשונה.  
 20% להצבה שנייה.  
 40% לפתרון סופי עם יחידות.
- ד. 20% לקריאה מהגרף.  
 40% למשוואה.  
 20% להצבה.  
 20% לפתרון.  
 לקבל תשובה בין 3.3 N ל-3.8 N.
- אם הציב את משקל גוף B במקום את מסתו, להוריד 10%.
- ה. 50% לנקודת חיתוך זהה של שני הקווים (הרצוף והמקווקו)  
 50% לשיפוע קטן יותר של הקו המקווקו.  
 - לא להוריד נקודות על טעות שנגררת מסעיף א.

#### 4. א.



#### ב. תשובות אפשריות:

- הנקודה מייצגת את הכוח F שיש להפעיל כדי שהתאוצה תהיה אפס, כלומר כדי שהמערכת תימצא בשיווי-משקל.
  - הנקודה מייצגת את הכוח F שהתלמיד הפעיל במצב המקורי, כדי שהמערכת תימצא במנוחה.
- ג. דרך 1: נקודת החיתוך של הגרף עם ציר ה-x מתאימה לכוח המינימלי הדרוש כדי להתגבר על כוח המשיכה הפועל על הגוף B.

$$(1) F_{\min} = m_B \cdot g$$

$$\text{מתוך הגרף } F_{\min} = 2 \text{ N}$$

$$(2) m_B \cdot g = 2$$

$$m_B = \frac{2}{g} = 0.2 \text{ kg}$$

דרך 2: על פי 2 נקודות מתוך הגרף, או על פי השיפוע ונקודת החיתוך.

ד. מתוך הגרף:

$$a = 7 \text{ m/s}^2, F = 6 \text{ N}$$

$$T - m_B \cdot g = m_B \cdot a$$

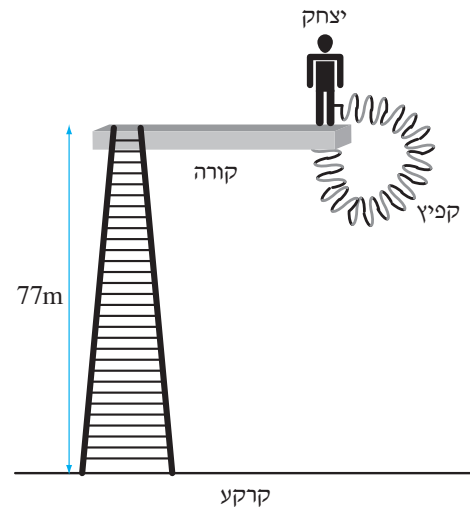
$$T = m_B \cdot g + m_B \cdot a$$

$$T = 0.2(10 + 7) = 3.4 \text{ N}$$

אפשר גם להשתמש במשוואת הישר

(אם פותחה בסעיף ג).

5. יצחק, קופץ באנג"י מנוסה, עומד לבצע קפיצה מיוחדת מקורה שנמצאת בגובה 77 m מעל הקרקע. יצחק קשור במותניו לקפיץ. הקפיץ נמצא במצב רפוי ומחובר בצדו האחר לקורה, כמתואר בתרשים. מסתו של יצחק 60 kg. א. קבוע הכוח של הקפיץ הוא  $k = 100 \text{ N/m}$ . הסבר את המשמעות של נתון זה. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



יצחק נופל מקצה הקורה בנפילה חופשית אנכית כלפי מטה; מנקודה מסוימת במהלך תנועתו, הקפיץ מתחיל להימתח. ברגע שיצחק מגיע לגובה 2m מהקרקע, הקפיץ מחזיר אותו כלפי מעלה. הזנה את הממדים של יצחק ושל הקורה, את מסת הקפיץ ואת החיכוך. ב. חשב את האורך של הקפיץ במצבו הרפוי (לפני שהוא מתחיל להימתח). (7 נקודות) ג. מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) הפועל על יצחק, כשהוא נמצא בגובה 2m מהקרקע? (6 נקודות) ד. באיזה גובה מעל הקרקע יצחק נמצא, כאשר הכוח השקול הפועל עליו שווה ל-0? (7 נקודות) ה. חשב את הזמן הנדרש ליצחק לעלות מהנקודה הנמוכה ביותר של תנועתו לנקודה הגבוהה ביותר שלה. (8 נקודות)

$$\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot \Delta \ell^2 = 60 \cdot 10 \cdot 75$$

$$\Delta \ell^2 = 900$$

$$\Delta \ell = 300$$

$$\ell_0 = H - \Delta \ell = 75 - 30 = 45 \text{ m}$$

ג. הכוח השקול על יצחק:  $F = k \cdot \Delta \ell - mg$   
מהסעיף הקודם  $\Delta \ell = 30 \text{ m}$ , לכן

$$F = 100 \cdot 30 - 60 \cdot 10 = 2,400 \text{ N}$$

הכיוון: למעלה.

ד. נגדיר:  $\Delta y_0$ : התארכות הקפיץ בנקודת שיווי המשקל  $H_0$  הגובה מעל הקרקע בנקודת שיווי המשקל  $H$  גובה הקרש מעל הקרקע

$$(1) \quad mg = k \Delta y_0$$

$$60 \cdot 10 = 100 \cdot \Delta y_0$$

$$\Delta y_0 = \frac{600}{100} = 6 \text{ m}$$

$$H_0 = H - (\ell_0 + \Delta \ell_0) = 77 - (45 + 6)$$

$$H_0 = 26 \text{ m}$$

ה. פתרונות אפשריים:

1. זהו חצי זמן המחזור:

$$t = \frac{1}{2} \tau = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{60}{100}}$$

$$t = 2.43 \text{ s}$$

2. פתרון המבוסס על ההנחה שהקפיץ אינו מתכווץ, והגוף זרק אנכית כלפי מעלה מהנקודה שבה הקפיץ רפוי.

### מפתח הערכה

5. ב. 40% למשוואה (1).

40% להצבה ומציאת  $\Delta \ell$

20% למציאת  $\ell_0$

ג. 70% לגודל הכוח (30% למשוואה,

40% להצבה ופתרון עם יחידות).

30% לכיוון הכוח.

ד. 40% למשוואה (1).

40% לחישוב  $\Delta y_0$ .

20% למציאת  $H_0$ .

ה. בדרך 1:

40% להבנה שמדובר בחצי זמן מחזור.

30% לשימוש בנוסחה של זמן מחזור.

30% להצבה ומציאת  $t$ .

בדרך 2:

50% לחישוב רבע זמן מחזור.

25% לחישוב הזמן עד לנקודה שבה הקפיץ רפוי.

25% לחישוב הזמן מהנקודה שבה הקפיץ רפוי עד

הנקודה הגבוהה ביותר של התנועה.

5. א. דרוש כוח של 100N כדי לשנות את אורכו של הקפיץ במטר אחד.

ב. נגדיר:  $\Delta \ell$  התארכות הקפיץ מהמצב הרפוי.

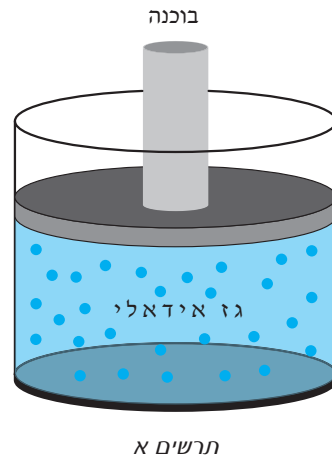
$\ell_0$  האורך של הקפיץ במצבו הרפוי.

שימור אנרגיה מכנית:

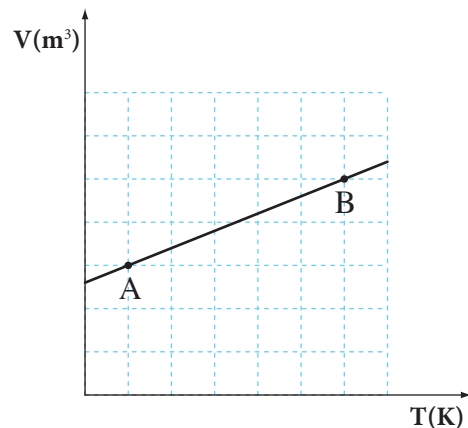
$H$  הוא המרחק של יצחק מהקורה אחרי נפילתו

$$(1) \quad \frac{1}{2} k \Delta \ell^2 = mgH$$

6. גז אידיאלי כלוא בתוך מכל גלילי ומוחזק באמצעות בוכנה, כמתואר בתרשים א. נפח הגז  $2 \text{ m}^3$ , הטמפרטורה שלו  $27^\circ\text{C}$ , והוא מוחזק בלחץ של  $2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ .



א. הסבר מהו מקור הלחץ שהגז מפעיל על הדפנות של המכל. (7 נקודות)  
 ב. חשב את מספר מולקולות הגז הנמצאות במכל. (7 נקודות)  
 ג. באמצעות הבוכנה דוחסים את הגז לנפח של  $0.5 \text{ m}^3$ . הטמפרטורה שבה הגז מוחזק אינה משתנה. חשב את לחץ הגז לאחר הדחיסה. (7 נקודות)  
 ד. רדיוס הבוכנה הוא  $20 \text{ cm}$ . חשב את הכוח שהגז מפעיל על הבוכנה במצב המתואר בסעיף ג. ( $7 \frac{1}{3}$  נקודות)  
 ה. בתרשים ב מסומנות שתי נקודות, A ו-B, במערכת צירים של נפח וטמפרטורה (במעלות קלווין). הנקודות מתארות מצבים שונים של הגז האידיאלי שבמכל. היעזר בתרשים ב, וקבע אם לחץ הגז במצב B גדול מהלחץ שלו במצב A, שווה לו או קטן ממנו. **נמק** את קביעתך. (5 נקודות)



תרשים ב

נוסחה:  $PV = NkT$ ,  $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

א. מולקולות הגז מתנגשות בדפנות של המכל, ובהתנגשותן הן מפעילות עליהן כוח, ולחץ הוא כוח ליחידת שטח.  
 ב. הטמפרטורה במעלות קלווין:

$$(1) T = 27 + 273 = 300\text{K}$$

$$(2) PV = NkT \quad \text{משוואת המצב:}$$

$$2 \cdot 10^5 \cdot 2 = N \cdot 1.381 \cdot 10^{-23} \cdot 300$$

$$N = 9.65 \cdot 10^{25}$$

במכל יש  $9.65 \cdot 10^{25}$  מולקולות.

ג. דרכי פתרון אפשריות:

$$PV = \text{const} \quad \text{על פי חוק בויל:}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{לכן:}$$

$$2 \cdot 10^5 \cdot 2 = P_2 \cdot 0.5$$

$$P_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad .2$$

$$P_2 = \frac{NkT}{V_2} =$$

$$\frac{9.65 \cdot 10^{25} \cdot 1.381 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{0.5}$$

$$P_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

לחץ הגז לאחר הדחיסה הוא  $8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .

$$S = \pi r^2 = 0.126 \text{ m}^2 \quad .\text{ד}$$

$$F = P_2 \cdot S = 8 \cdot 10^5 \cdot 0.126 \approx 10^5 \text{ N}$$

ה. לחץ הגז במצב B גדול מהלחץ שלו במצב A.

נימוקים אפשריים:

1. שיפוע התהליך המתחיל בראשית ומגיע ל-A גדול יותר מזה המגיע ל-B.

שיפוע יחסי ל  $\frac{1}{P}$  (לפי  $PV = NkT$  כלומר

$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{Nk}{P}$  שיפוע הגרף), לכן הלחץ ב-B גדול יותר.

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B} \quad .2$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{V_A T_B}{T_A V_B} = \left(\frac{V_A}{V_B}\right) \left(\frac{T_B}{T_A}\right) =$$

$$= \left(\frac{3}{5}\right) \left(\frac{6}{1}\right) = 3.6$$

$$P_B > P_A \quad \text{מכאן נובע}$$

מפתח הערכה

6. א. לקבל גם אם הזכיר רק התנגשות או רק כוח.

ב. 30% ל-(1).

20% לנוסחה (2).

30% להצבה (10% ל-P, 10% ל-y, 10% ל-k).

20% לפתרון.

- להוריד 30% מהניקוד לסעיף ב, אם נתן תשובה

במולים.



ג. 30% לנוסחה.

40% להצבה.

20% לפתרון.

10% ליחידות.

ד. 30% לחישוב שטח הבוכנה (S).

30% לקשר  $F = P \cdot S$

30% להצבה.

10% לפתרון.

ה. 30% לתשובה.

70% להסבר.

הערה: לקבל כל נימוק נכון אחר.

### חשמל

1. נתון כדור מוליך מלא, שרדיוסו 4.5 cm. טוענים את הכדור עד לפוטנציאל של 1,000V.

א. חשב את מטען הכדור. (6 נקודות)

ב. היכן נמצא המטען שחישבת - במרכז הכדור, בכל נפח הכדור או רק על פניו? (5 נקודות)

מציבים כדור מוליך חלול, שאינו טעון, במרחק גדול מאוד מהכדור המוליך המלא. רדיוס הכדור החלול הוא 9 cm. מחברים את שני הכדורים זה לזה בחוט מוליך ארוך ודק, ומככים זמן ארוך מאוד.

ג. חשב את פוטנציאל הכדור המלא במצב זה. (9 נקודות)  
מנתקים את החוט המחבר בין הכדורים, ומכניסים את הכדור המלא אל תוך הכדור החלול, כך שלשניהם מרכז משותף.

ד. חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה C, הנמצאת במרחק 6 cm מהמרכז המשותף. פרט בתשובתך איזה חלק מעוצמת השדה בנקודה זו יוצר כל אחד מהכדורים.

(7 נקודות)

ה. חשב את הפוטנציאל בנקודה C. ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)

$$\frac{kq'_1}{r_1} = \frac{kq'_2}{r_2} \Rightarrow q'_1 = \frac{r_1}{r_2} q'_2 = \frac{4.5}{9} q'_2 = \frac{1}{2} q'_2$$

$$5 \cdot 10^{-9} = 1.5q'_2 \quad \text{נציב ב-(1)}$$

$$q'_2 = 3.33 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$q'_1 = \frac{1}{2} q'_2 = 1.67 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$V'_1 = \frac{kq'_1}{r_1} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1.67 \cdot 10^{-9}}{4.5 \cdot 10^{-2}}$$

$$V'_1 = 333\frac{1}{3} \text{ V}$$

ד. סימון: 1 הכדור מלא  
2 הכדור החלול

$$E = E_1 + E_2$$

$$E_2 = 0$$

$$q_1 = 1.67 \cdot 10^{-9} \text{ C} \quad \text{מסעיף ג.}$$

$$E_1 = \frac{kq'_1}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1.67 \cdot 10^{-9}}{(6 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$E_1 = 4,175 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$(1) \quad V_C = V_1 + V_2 \quad \text{ה.}$$

$$(2) \quad V_1 = \frac{kq'_1}{0.06}$$

$$(3) \quad V_2 = \frac{kq'_2}{0.09}$$

$$V_C = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5}{3} \cdot 10^{-9}}{0.06} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10}{3} \cdot 10^{-9}}{0.09} =$$

$$= 250 + 333\frac{1}{3} \text{ V}$$

$$V_C = 583\frac{1}{3} \text{ V}$$

### מפתח הערכה

א. 40% לנוסחה.

40% להצבה: 10% ל-V; 10% ל-k; 20% ל-r

(10% לנתון, 10% ליחידות).

10% לתשובה.

10% ליחידות.

ג. 30% למשוואת שימור מטען.

30% למשוואת שוויון פוטנציאלים.

20% להצבה.

20% לפתרון.

גם פתרון הכולל את השיקול שהמטען מתחלק לפי יחס

הרדיוסים יתקבל, ואז:

60% לשיקול.

20% להצבה.

20% לפתרון.

$$r = 4.5 \text{ cm} \quad \text{א. 1}$$

$$V = 1,000 \text{ V}$$

$$V = \frac{kq}{r}$$

$$q = \frac{V \cdot r}{k} = \frac{10^3 \cdot 4.5 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

ב. המטען נמצא רק על פני הכדור.

ג. סימון: 1 הכדור המלא

2 הכדור החלול

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \quad \text{שימור מטען:}$$

$$(1) \quad 5 \cdot 10^{-9} = q'_1 + q'_2$$

$$V'_1 = V'_2 \quad \text{שוויון פוטנציאלים}$$

ד. 30% למי שכתב  $E_2 = 0$ , בביטוי או במילים.

30% לנוסחה של  $E_1$ .

20% להצבה.

20% לפתרון.

הערה: אם פתר נכון, ולא ציין  $E_2 = 0$  להוריד רק 10%.

ה. 30% לביטוי לפוטנציאל הכדור המלא.

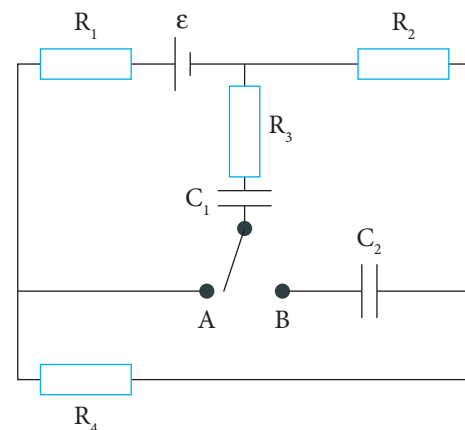
30% לביטוי לפוטנציאל הכדור החלול.

20% לחיבור של שני הפוטנציאלים.

10% להצבה.

10% לפתרון.

2. המעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך כולל מקור מתח של  $\varepsilon = 6V$  שהתנגדותו הפנימית זניחה, ארבעה נגדים:  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega$ , שני קבלים שאינם טעונים: המתג למצב A או למצב B,  $C_2 = 6 \cdot 10^{-6} F$ ,  $C_1 = 2 \cdot 10^{-6} F$ . אפשר להעביר את המתג למצב B, כמתואר בתרשים.



מעבירים את המתג למצב A, ומחכים זמן רב.

א. חשב את עוצמת הזרם העובר בנגד  $R_1$ . (6 נקודות)

ב. חשב את המטען על כל אחד משני הקבלים. (8 נקודות)  
פורקים את הקבלים, מעבירים את המתג למצב B, ומחכים זמן רב.

ג. מצא את עוצמת הזרם העובר בנגד  $R_1$ . (6 נקודות)

ד. חשב את המטען על כל אחד משני הקבלים. (8 נקודות)

ה. איזה מהנגדים אינו משפיע על עוצמת הזרם העובר בנגד  $R_1$ ? נמק.  $(5 \frac{1}{3})$  נקודות)

2. א.  $R_T = R_1 + R_2 + R_4 = 6\Omega$

עצמת הזרם  $I = \frac{\varepsilon}{R_T} = \frac{6}{6} = 1A$

ב. דרך 1: המתח על  $C_1$  הוא:

$V_1 = \varepsilon - IR_1 = 6 - 1 \cdot 2 = 4V$

$Q_1 = C_1 V_1 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 8 \mu C$

הקבל השני לא נטען, לכן  $Q_2 = 0$

דרך 2: המתח על  $C_1$  הוא:

$V_1 = I(R_2 + R_4) = 1 \cdot (2 + 2) = 4V$

והשאר כמו בדרך 1.

ג.  $R_T = R_1 + R_2 + R_4 = 6\Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R_T} = \frac{6}{6} = 1A$

ד.  $C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} =$

$= \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6} + 6 \cdot 10^{-6}} = 1.5 \mu F$

המתח על שני הקבלים יחד:

$V = IR_2 = 1 \cdot 2 = 2V$

$Q = C_T V = 3 \mu C$

הקבלים מחוברים בטור, ולכן המטענים על כל אחד מהקבלים שווים זה לזה.

כלומר:  $Q_1 = 3 \mu C$

$Q_2 = 3 \mu C$

ה. הנגד  $R_3$ .

נימוק: כשהקבלים טעונים לא זורם זרם בענף שבו נמצא הנגד  $R_3$ , כי הקבלים מהווים נתק.

### מפתח הערכה

2. א. 34% לחישוב ההתנגדות השקולה.

$I = \frac{\varepsilon}{R_T}$  33% לנוסחה

33% לחישוב I.

ב. 30% לחישוב  $V_1$ .

30% לחישוב  $Q_1$  לפי  $C \cdot V$ .

40% לתשובה  $Q_2 = 0$ .

ג. 34% לחישוב ההתנגדות השקולה.

$I = \frac{\varepsilon}{R_T}$  33% לנוסחה

33% לחישוב I.

ד. 25% לחישוב המתח על הקבלים.

25% לחישוב הקיבול הכולל או לחלוקת המתח ביחס

הפוך לקיבול.

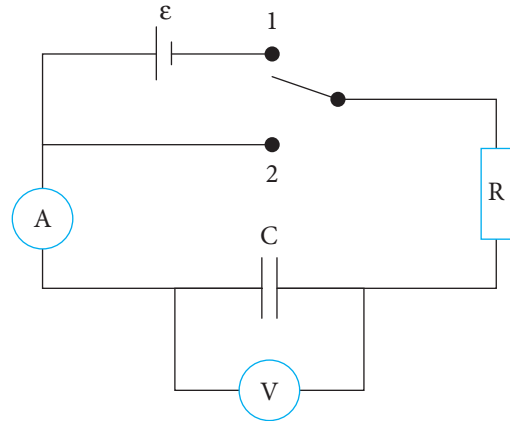
25% ל- $Q_1$ .

25% ל- $Q_2$ .

ה. 50% לתשובה.

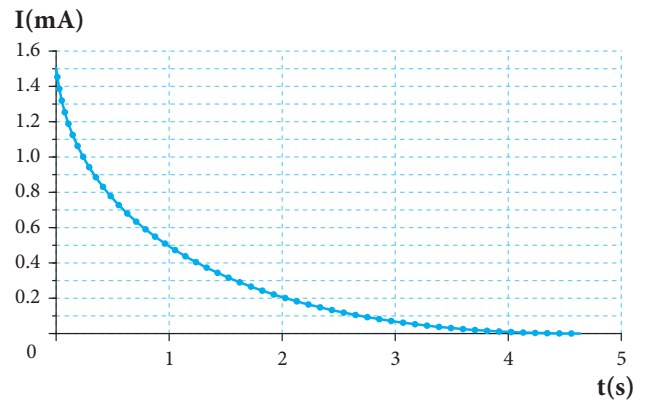
50% לנימוק.

3. בתרשים א שלפניך מתואר מעגל חשמלי שבאמצעותו טוענים את הקבל C. לאחר זמן רב מעבירים את המתג ממצב 1 למצב 2, וכך פורקים את הקבל. מכשירי המדידה - הוולטמטר והאמפרמטר - אידיאליים, וקריאותיהם מועברות ישירות למחשב. הזנח את ההתנגדות הפנימית של הסוללה.



תרשים א

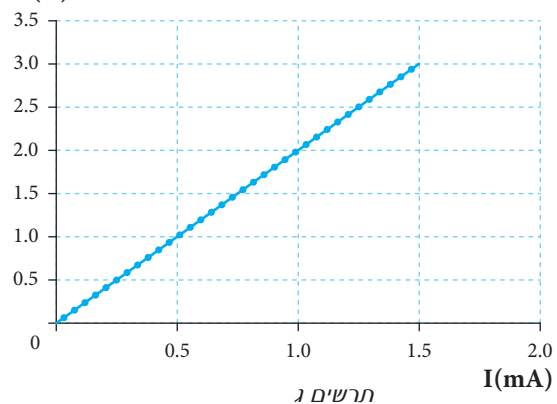
א. בתרשים ב שלפניך מוצג גרף של הזרם (ב-mA) כפונקציה של הזמן (ב-s), כפי שנמדד באמפרמטר.



תרשים ב

האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או לא ניתן לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך. (4 נקודות)

ב. בתרשים ג שלפניך מוצג גרף של המתח כפונקציה של הזרם. V(V)



תרשים ג

- האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או לא ניתן לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך. (4 נקודות)
- ג. היעזר באחד הגרפים או בשניהם וחשב את התנגדות הנגד R. הסבר את חישוביך. (8 נקודות)
- ד. היעזר באחד הגרפים וחשב את קבוע הזמן τ. (6 נקודות)
- ה. הסבר מה משמעותו של קבוע הזמן τ. (5 נקודות)
- ו. חשב את קיבול הקבל C. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

3. א. לא ניתן לקבוע.

**נימוק:** גם בתהליך הטעינה וגם בתהליך הפריקה, הזרם דועך אקספוננציאלית (על פי  $I = I_0 e^{-t/RC}$ ). ב. פריקה

**נימוקים אפשריים:**

1. בזמן הפריקה  $V_C = V_R = IR$

והגרף המתקבל הוא קו ישר עולה.

2. בזמן הטעינה  $V_C + V_R = \varepsilon$

$V_C = \varepsilon - IR$

ולכן גרף של טעינה הוא קו ישר יורד.

3. רק בפריקה הזרם במעגל מקסימלי כשהמתח על הקבל מקסימלי.

ג. תשובות אפשריות:

1. מהגרף  $V(I)$  (תרשים ג):

לפי הסעיף הקודם וחוק אוהם ( $V = IR$ ), שיפוע הגרף

$V(I)$  הוא התנגדות הנגד:

$$R = \frac{3-0}{1.5 \cdot 10^{-3} - 0} = 2,000 \Omega$$

2. מהגרף  $I(t)$  (תרשים ב)

אפשר לפתור באמצעות פתרון שתי משוואות בשני נעלמים.

ד. מהגרף של  $I(t)$  (תרשים ב) רואים ש:

$$I(t = \tau) \approx 0.37 I_0 = 0.37 \cdot 1.5 = 0.555 \text{ mA}$$

וזוה מתאים ל-  $t \approx 1 \text{ s}$

כלומר  $\tau = 1 \text{ s}$ .

ה. תשובות אפשריות:

פרק הזמן שבו עוצמת הזרם יורדת ל-37% ( $\frac{1}{e}$ ) מערכה ההתחלית, או פרק הזמן שבו הקבל נטען ל-

63% מהמטען המקסימלי.  $I = I_0 e^{-t/RC} \approx 0.37 I_0$

אפשריות לפתרון:

1.  $\tau = RC$  (1)

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{1}{2,000} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ F}$$

2.  $I = I_0 e^{-t/RC}$  (1)

- מסת התיל AC היא  $m$ , והוא נמצא בשיווי-משקל בגובה  $h_1$  מעל הקטע QS.
- א. ציין מה הם הכוחות הפועלים על התיל AC במצב זה. (6 נקודות)
- ב. נתון כי  $I = 50 \text{ A}$ ,  $h_1 = 0.2 \text{ cm}$ ,  $d = 30 \text{ cm}$ . חשב את  $m$ . (10 $\frac{1}{3}$  נקודות).
- מוסיפים שדה מגנטי אחיד בניצב למישור הדף, ובעקבות זאת נקודת שיווי-המשקל של התיל AC היא בגובה  $h_2 = 0.15 \text{ cm}$  מעל הקטע QS.
- ג. מהו כיוון השדה הנוסף - לתוך הדף או החוצה ממנו? נמק. (7 נקודות)
- ד. חשב את עוצמת השדה הנוסף. (10 $\frac{1}{3}$  נקודות)

4. א. על התיל AC פועלים שני כוחות:

1. כוח הכובד (כלפי מטה).
2. כוח מגנטי (כלפי מעלה).

ב. דרך I  $\Sigma F = 0$  (1)

(2)  $mg = IB\ell$

מ (2):  $m = \frac{IB\ell}{g} = \frac{I\ell}{g} \cdot B$

(3)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi h_1}$

$m = \frac{I\ell}{g} \cdot B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I^2 \ell}{h_1 g}$

$m = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50^2 \cdot 0.3}{2\pi \cdot 0.2 \cdot 10^{-2} \cdot 10} = 7.5 \text{ g}$

דרך II

על פי הכוח בין תילים,

(1)  $\Sigma F = 0$

(2)  $mg = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I^2 \ell}{h_1}$

$m = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I^2 \ell}{h_1 g}$

$m = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50^2 \cdot 0.3}{2\pi \cdot 0.2 \cdot 10^{-2} \cdot 10} = 7.5 \text{ g}$

ג. כיוון השדה הנוסף הוא החוצה מן הדף.

נימוקים אפשריים:

1. התיל מחליק כלפי מטה, ולכן הכוח הנוסף פועל כלפי מטה. על פי כלל יד ימין (שמאל) כיוון השדה הגורם לכוח כזה צריך להיות החוצה מן הדף.
2. כדי להחליש את הכוח המגנטי על התיל AC, כיוון של השדה החדש צריך להיות הפוך מזה של השדה שיוצר התיל QS. כיוון של השדה הנוסף הוא לתוך הדף, ולכן כיוון של השדה הנוסף הוא החוצה מן הדף.
- ד. סימון: B השדה הקודם.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-t/RC}$$

$$\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \frac{-t}{RC}$$

$$C = \frac{t}{R} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{I_0}{I}\right)} = e^{-t/RC}$$

נציב:  $t = 1 \text{ s}$ ,  $I = 0.555 \text{ mA}$

$R = 2000 \Omega$ ,  $I_0 = 1.5 \text{ mA}$

ונקבל  $C = 5.03 \cdot 10^{-4} \text{ F}$

מפתח הערכה

3. א. 50% לתשובה.

50% לנימוק.

ב. 50% לתשובה.

50% לנימוק.

ג. 60% לתשובה  $R = 2,000 \Omega$

40% להסבר.

- להוריד 20% אם השתמש באמפר ולא במיליאמפר.  
ד. 70% לשימוש נכון בגרף  $I(t)$  או פתרון בעזרת מערכת משוואות.

30% לתשובה נומרית נכונה עם יחידות. ( $\approx 1 \text{ s}$ ).

ניתן לקבל תשובות בתחום  $0.9 \leq \tau \leq 1.1$ .

ה. 40% למי שכתב רק  $\tau = RC$ , כאן או בסעיף אחר.

70% למי שכתב "ז קובע את קצב הטעינה והפריקה של הקבל".

א. 40% לביטוי (1).

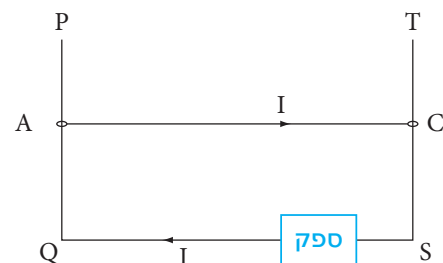
40% להצבה.

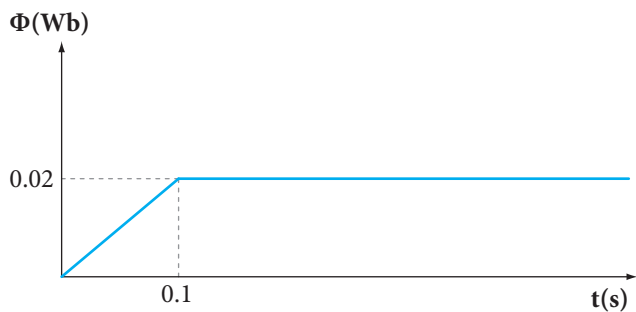
20% לפתרון.

4. בתרשים שלפניך מוצג תיל TSQP המחובר לספק, ותיל AC

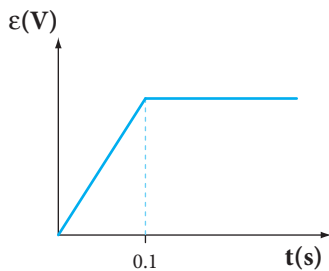
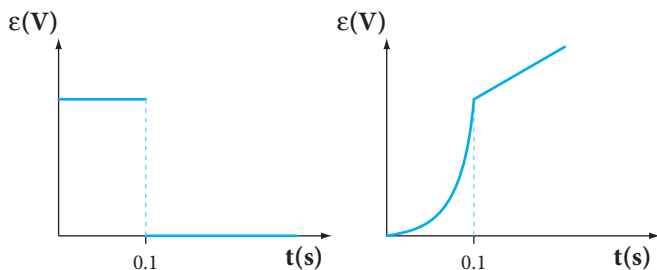
שאורכו  $d$ . הקטע QS בתיל TSQP מהודק למשטח אופקי והזרועות TS, ו-PQ ניצבות למשטח. התיל AC חופשי לנוע ללא חיכוך לאורך הזרועות TS ו-PQ, במקביל ל-QS. במעגל CSQA שנוצר זורם זרם  $I$ .

הזנח את השדה המגנטי של כדור הארץ ואת השדות המגנטיים שיוצרים הקטעים הניצבים של התיל. כמו כן, הנח כי  $AQ \gg QS$ , כלומר אפשר להתייחס אל השדה המגנטי שהתיל QS יוצר כאל שדה הנוצר על ידי תיל אינסופי.





- א. מדוע חל שינוי בשיפוע הגרף בנקודה  $t = 0.1$  s? (7 נקודות)
- ב. בעזרת הנתונים בגרף, חשב את הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת בזמן  $0 < t < 0.1$  s. (7 נקודות)



- ג. הראה באמצעות חישוב ש-  $\ell_0 = 0.2$  m (7 נקודות)
- ד. חשב את B, עוצמת השדה המגנטי. (7 נקודות)
- ה. איזה מבין שלושת הגרפים שלפניך מתאר את הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת? נמק את תשובתך. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

5. א. כי מרגע זה ( $t = 0.1$  s) כל המסגרת כבר בתוך השדה המגנטי, ואין יותר שינוי בשטף.

ב. לפי הגרף  $\Phi(t) = 0.2t$

$$(1) \quad \varepsilon = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = 0.2V$$

(1)  $\varepsilon = B \cdot \ell_0 \cdot v \cdot \sin \alpha$  **דרך נוספת:**

$\ell_0 = 0.2$  m מסעיף ג:

$B = 0.5$  T מסעיף ד:

B' השדה הנוסף.

$$(1) \quad mg = IB\ell - IB'\ell$$

$$(2) \quad mg = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I^2 \ell}{h_1} - IB'\ell$$

$$(3) \quad B' = \frac{\mu_0 I}{2\pi h_1} \cdot \frac{mg}{I\ell}$$

$$B' = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50}{2\pi \cdot 0.15 \cdot 10^{-2}} - \frac{7.5 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{50 \cdot 0.3}$$

$$B' = 1.67 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

מפתח הערכה

4.א. 50% לכל אחד משני הכוחות.

אין חובת סרטוט.

ב. 40% ל- (1) ו- (2).

30% להצבה.

20% לפתרון.

10% ליחידות.

ג. 60% לתשובה.

לנימוק: 1:

20% למשפט "הכוח הנוסף פועל כלפי מטה".

20% לשימוש בכלל יד ימין/שמאל למציאת כיוון השדה.

לנימוק: 2:

40% לכל הנימוק.

ד. 50% ל- (1).

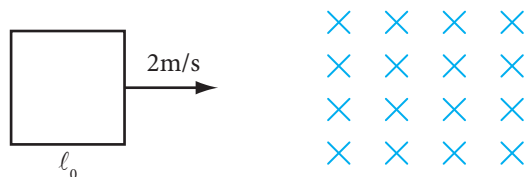
30% להצבה נכונה (כולל יחידות).

20% לפתרון.

אם חישוב את השדה המגנטי במצב החדש, ולא חישוב את

ההפרש, יקבל 60%.

5. מסגרת בצורת ריבוע, שאורך צלעה  $\ell_0$  נעה ימינה במהירות קבועה של 2 m/s. ברגע  $t_0 = 0$  המסגרת נכנסת לאזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B. כיוון השדה הוא לתוך הדף (ראה תרשים).



הגרף שלפניך מתאר את השטף שעבר דרך המסגרת מהרגע  $t_0 = 0$ .

מפתח הערכה

5. א. - אם רשם ביטוי לשטף, וכתב שאין שינוי בשטח, יקבל

את מלוא הנקודות.

ב. 30% לנוסחה (1) (לא להוריד נקודות למי שכתב  $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ )

40% להצבה.

20% לתשובה סופית.

10% ליחידות.

**בדרך הנוספת:**

30% לנוסחה (1).

40% להצבה.

20% לתשובה סופית.

10% ליחידות.

ג. 25% לשימוש בנתון  $v = 2 \text{ m/s}$ .

25% לשימוש בזמן  $t = 0.1 \text{ s}$ .

50% לשימוש בנוסחה  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , או בביטוי  $\ell_0 = vt$

**בדרך הנוספת:**

30% למשוואה (1).

30% למשוואה (2).

20% להצבה.

20% לפתרון.

ד. 30% לנוסחה (1).

15% לשימוש בתוצאה מסעיף ב (גם אם אינה נכונה).

15% לשימוש ב-  $\ell_0$  מסעיף ג.

30% למציאת B.

10% ליחידות.

בדרך הנוספת:

30% לנוסחה (1).

15% לשימוש ב-  $\Phi = 0.02 \text{ Wb}$ .

15% לשימוש ב-  $\ell_0$  מסעיף ג.

30% למציאת B.

10% ליחידות.

ה. 50% לתשובה.

50% לנימוק.

תהודה

אחזרנו אוליקס אושר  
בצאתך אל האואו  
זרכות ואיחולאים  
בזרכך החזטה

לפי הנתונים:  $\alpha = 90^\circ, v = 2 \text{ m/s}$

ולכן  $\varepsilon = 0.5 \cdot 0.2 \cdot 2 \cdot 1$

$\varepsilon = 0.2 \text{ V}$

ג. בדיוק ברגע  $t = 0.1 \text{ s}$  הצלע השמאלית של המסגרת נכנסה לשדה המגנטי, כלומר המסגרת עברה מרחק  $\ell_0$  מטר ב-0.1 שניות.

נתון שמהירות המסגרת היא  $2 \text{ m/s}$ , ולכן:

$$2 = v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\ell_0}{0.1}$$

$$\ell_0 = 2 \cdot 0.1 = 0.2 \text{ m}$$

**דרך נוספת:**

$$(1) \quad \varepsilon = vB\ell_0$$

כשכל המסגרת בתוך השדה השטף הוא, על פי הגרף,

$$(2) \quad \Phi = B\ell_0^2 = 0.02 \text{ Wb}$$

פתרון שתי המשוואות (1) ו-(2) נותן:

$$\ell_0 = 0.2 \text{ m}$$

$$B = 0.5 \text{ T}$$

$$(1) \quad \varepsilon = B\ell_0 v$$

$$B = \frac{\varepsilon}{\ell_0 v}$$

$$\varepsilon = 0.2 \text{ V}$$

מסעיף ב

$$B = 0.2 \cdot \frac{1}{0.2 \cdot 2}$$

לכן

$$B = 0.5 \text{ T}$$

**דרך נוספת:**

A שטח המסגרת

$$(1) \quad \Phi = AB = \ell_0^2 B$$

$$B = \frac{\Phi}{\ell_0^2}$$

$$B = \frac{0.02}{(0.2)^2}$$

$$B = 0.5 \text{ T}$$

ה. גרף 2.

**נימוקים אפשריים:**

1. הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת הוא שיפוע (נגזרת) הגרף הנתון בראש השאלה.

2. כאשר אין שינוי בשטף, לא נוצר כא"מ מושרה.

3. כשכל המסגרת בשדה המגנטי, הכא"מ המושרה הכולל (משתני צלעות הריבוע) מתאפס.

4. לפי המשוואה  $\varepsilon = B\ell_0 v$ , בחלק הראשון של הגרף  $0 < t < 0.1 \text{ s}$ ,  $B, \ell_0, v$  קבועים, ולכן  $\varepsilon$  קבוע.