

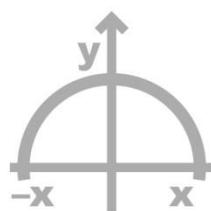
פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71060, 71059)



$$\begin{array}{c} \sqrt{2} \\ \diagdown \\ 1 & 1 \end{array}$$
A gray square containing a diagonal line from top-left to bottom-right, with the numbers 1 and $\sqrt{2}$ at the vertices.



$$\{\sqrt{x}\}^2$$
A white line drawing of the mathematical expression $\{\sqrt{x}\}^2$, set against an orange polygonal background.



תוכן העניינים

1	1. הקדמה מתמטית לקורס
5	2. מבוא
9	3. וקטורים
16	4. קינטיקה - תנועה בקו ישיר
37	5. נפילת חופשית וזריקה אנכית
45	6. קינטיקה - תנועה במישור
52	7. דינמיקה - תנועה בהשפעת כוחות (חוקי ניוטון)
85	8. תנועה מעגלית
89	9. עבודה ואנרגיה
103	10. מתחף ותנע
117	11. כבידה
131	12. הידרו-סטטיקה והידרו-דינמיקה
134	13. גלים אלקטرومגנטיים
136	14. מבוא למבנה החומר (ללא ספר)
136	15. הכוח החשמלי - חוק קולון
140	16. השדה החשמלי
143	17. חוק גאוס ברמה איקוית בלבך (ללא ספר)
145	18. תנועה בשדה חשמלי אחד
148	19. מוליכים
164	20. מתח, פוטנציאל ואנרגיה פוטנציאלית חשמלית
172	21. זרם מתח ותנגדות
177	22. אנרגיה והספק במעגל החשמלי
	23. חיבור נגדים וחוקי קירכהוף

תוכן העניינים

187	24. קבליים
202	25. השדה המגנטי (שדה של זרם)
205	26. הכוח המגנטי (חוק לורנץ)
212	27. חוק פאראדי
215	28. אופטיקה

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 1 - הקדמה מתמטית לקורס

תוכן העניינים

1	1. 0. פונקציות טרייגונומטריות
2	2. 1. משוואת הקו הימר
3	3. 2. הפרבולה

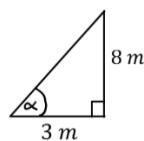
פונקציות טריגונומטריות:

שאלות:

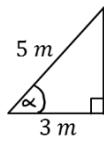
1) חישוב אלפא

חשב את הזווית אלפא במקיריים הבאים:

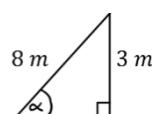
.ג.



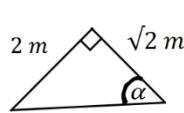
.ב.



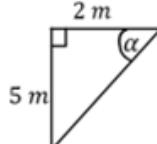
.א.



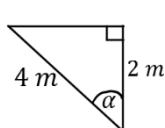
.ד.



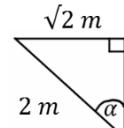
.ג.



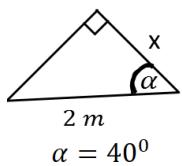
.ב.



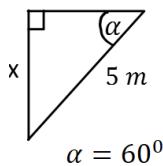
.א.



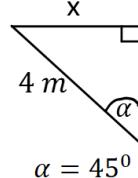
.ד.



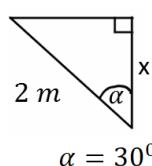
.ג.



.ב.



.א.



3) מציאת ניצבים

חשב את x במקיריים הבאים:

תשובות סופיות:

$$\alpha = 55^\circ \text{ .ד}$$

$$\alpha = 69^\circ \text{ .ג}$$

$$\alpha = 53^\circ \text{ .ב}$$

$$\alpha = 22^\circ \text{ א. (1)}$$

$$1.53m \text{ .ד}$$

$$\alpha = 68.2^\circ \text{ .ג}$$

$$\alpha = 60^\circ \text{ .ב}$$

$$\alpha = 45^\circ \text{ א. (2)}$$

$$\frac{5\sqrt{3}m}{2} \text{ .ג}$$

$$2\sqrt{2}m \text{ .ב}$$

$$\sqrt{3}m \text{ א. (3)}$$

משוואת הקו הימית:

שאלות:

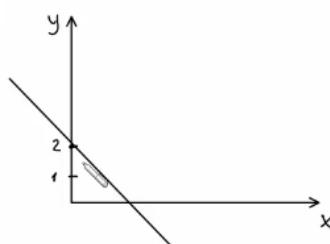
1) משוואת הישר משתי נקודות

- מצא את משוואת הקו הימית העובר דרך שתי הנקודות: $(-1, 3), (4, -2)$.
- שרטט איור עבור הקו על גבי מערכת צירים.

תשובות סופיות:

א. $y = -x + 2$ (1)

ב.



הפרבולה:

רקע

$$y = ax^2 + bx + c$$

הנחתה ופונקציית

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

פונקציית פולינומית

שאלות:

1) נתונה הפרבולה הבאה: $y = -x^2 + 2x + 3$.

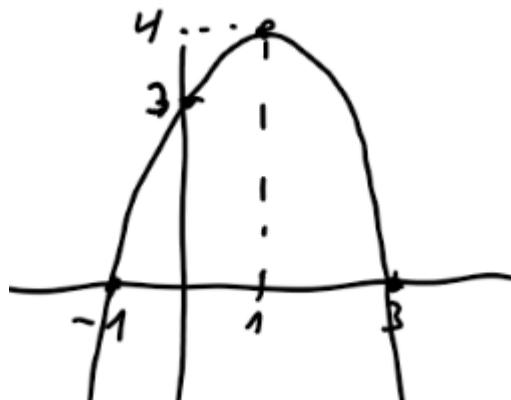
- א. מצאו את נקודות החיתוך עם הצירים ואת נקודת הקודקוד של הפרבולה.
- ב. קבעו האם הפרבולה מחייכת או עצובה, וشرطטו איזור מקורב של הפרבולה לפי הנתונים שקיבלתם.

תשובות סופיות:

1) א. חיתוך עם הציר האנכי: $(0,3)$, נקודות חיתוך עם הציר האופקי: $(-1,0)$, $(3,0)$

נקודות הקודקוד: $(1,4)$.

ב. עצובה.



פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 2 - מבוא

תוכן העניינים

1. צורת כתיבה ורמת דיק	(ללא ספר)
2. יחידות פיזיקליות.	5
3. מעברים בין יחידות.	6
4. צפיפות.	8

יחידות פיזיקליות:

שאלות:

1) תרגיל

$$\text{נתון : } A = 2 \text{m} \cdot \text{sec}, B = 3 \text{m}^2, C = 1 \frac{\text{kg}}{\text{sec}}, D = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

בדוק האם הפעולות הבאות חוקיות. במידה והן חוקיות, חשב את התוצאה שלן :

$$\frac{A}{B} + CA \quad \text{א.}$$

$$\frac{AC}{B} + D \quad \text{ב.}$$

$$\frac{C}{D} A + B \quad \text{ג.}$$

תשובות סופיות:

1) א. פעולה לא חוקית. ב. $2.66 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

מעברים בין יחידות:

שאלות:

1) דוגמה 1 - מעברים של יחידות לא בסיסיות

נתון : $A = 2\text{km}$, $B = 10\text{gr}$.
מצא את $B \cdot A = C$ ביחידות של m.k.s .

2) דוגמה 2 - מעברים של יחידות לא בסיסיות

נתון : $A = 2\text{m}^2$, $B = 3\text{gr}$, $C = 5\text{cm} \cdot \text{s}$.
חשב את הגדלים הבאים ביחידות של m.k.s :

$$\begin{aligned} \text{א. } D &= 2 \cdot A \\ \text{ב. } E &= \frac{5 \cdot B \cdot C}{A} \end{aligned}$$

3) מעבר יחידות בחזקות

מצא את הגדלים הבאים, ביחידות של ס"מ :

$$\begin{aligned} \text{א. } A &= 1\text{m}^2 \\ \text{ב. } B &= 1\text{m}^3 \end{aligned}$$

4) סנטימטר בשלישית

הבע את הערכים הנ"ל ביחידות של c.m.³ .
 א. $5 \cdot 2\text{m}^3$
 ב. 320mm^3
 ג. 0.0054km^3

5) ליטר - דוגמה

הבע את הגדלים הבאים ב-liter.

$$\begin{aligned} \text{א. } 5\text{m}^3 &\\ \text{ב. } 5\text{mm}^3 & \end{aligned}$$

תשובות סופיות:

$$20\text{m} \cdot \text{kg} \quad \text{(1)}$$

$$37.5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{sec} \cdot \text{kg}}{\text{m}} \quad \text{ב.} \quad 4\text{m}^2 \cdot \text{N} \quad \text{(2)}$$

$$10^6 \text{cm}^3 \quad \text{ב.} \quad 10^4 \text{cm}^2 \cdot \text{N} \quad \text{(3)}$$

$$5.4 \cdot 10^{12} \text{cm}^3 \cdot \text{g} \quad 0.32\text{cm}^3 \quad \text{ב.} \quad 5.2 \cdot 10^6 \text{cm}^3 \cdot \text{N} \quad \text{(4)}$$

$$5 \cdot 10^{-6} \text{liter} \quad \text{ב.} \quad 5 \cdot 10^3 \text{liter} \cdot \text{N} \quad \text{(5)}$$

צפיפות:

שאלות:

1) דיסקה עם חור

- .א. מצא את הצפיפות של דיסקה בעלת רדיוס R ומסה M .
- .ב. בדיסקה קדחו חור ברדיוס r .
- .מצא את המסה שהוצאה מהדיסקה.

תשובות סופיות:

$$M \left(\frac{r}{R} \right)^2 . \quad \text{ב.} \quad \frac{M}{\pi R^2} . \quad \text{א.} \quad (1)$$

פיהיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 3 - וקטוריים

תוכן העניינים

9	1. הגדרות סימונים והציגות.
13	2. פעולות בין וקטוריים.

הגדירות סימונים והציגות:

שאלות:

1) הצגה פולרית

צייר את הוקטוריים הבאים על גבי מערכת צירים :

שם הוקטור	גודל הוקטור	זווית הוקטור עם ציר ה- x
\vec{A}	$ \vec{A} = 2$	$\theta_A = 30^\circ$
\vec{B}	$ \vec{B} = 4$	$\theta_B = 30^\circ$
\vec{C}	$ \vec{C} = 2$	$\theta_C = 90^\circ$
\vec{D}	$ \vec{D} = 4$	$\theta_D = 120^\circ$
\vec{E}	$ \vec{E} = 2$	$\theta_E = 300^\circ$
\vec{F}	$ \vec{F} = 2$	$\theta_F = -60^\circ$

2) הצגה קרטזית

צייר על מערכת צירים את הוקטוריים הבאים, רשום את רכיבי הוקטוריים וציין באיזה ריבוע נמצא כל וקטור :

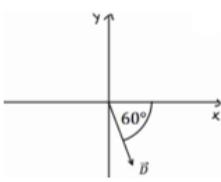
$$\vec{A} = (1, 2), \vec{B} = (-2, 3), \vec{C} = (-3, -2), \vec{D} = (2, -1)$$

3) מעבר מפולרי לקרטזי

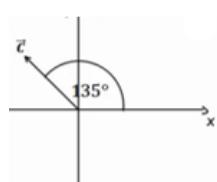
הגודל של כל אחד מהוקטוריים הבאים הוא 2.

רשום כל אחד מהוקטוריים בהצגה הקרטזית שלו (פרק את הוקטוריים הבאים לרכיבים) :

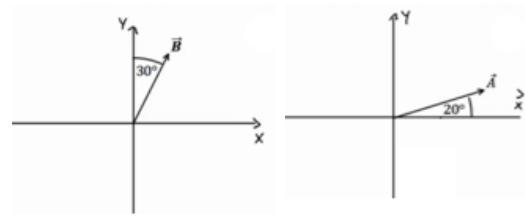
.ד.



.ג.



.ב.



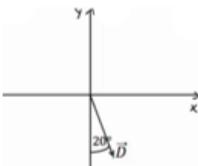
.א.

4) דרך שנייה לפירוק לרכיבים

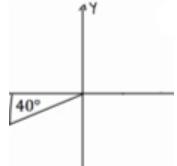
הגודל של כל אחד מהוקטורים הבאים הוא 3.

רשים כל אחד מהוקטורים הצעה הקרטזית שלו (פרק את הוקטורים הבאים לרכיבים):

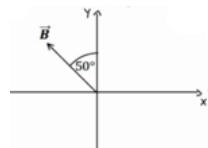
ד.



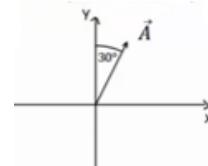
ג.



ב.

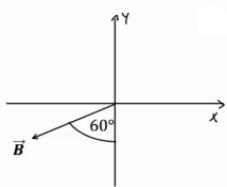


א.

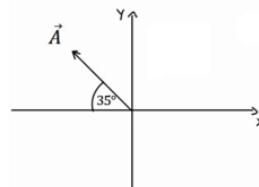
**5) פירוק לרכיבים**

באיור הבא, גודלו של הוקטור \vec{A} הוא 4, וגודלו של הוקטור \vec{B} הוא 5. מצא את הרכיבים הקרטזיזים של כל וקטור:

ב.



א.



פתרו פעם אחת באמצעות הזווית שנותנו באיוור, ופעם אחת באמצעות הזווית עם הכיוון החיובי של ציר ה- x .

6) מקרטזי לפורי

מצא את הגודל והכיוון של הוקטורים הבאים:

א. $\vec{A} = (2, -1)$

ב. $\vec{B} = (-0.5, -2)$

7) מקרטזי לפורי

שרטטו את הוקטורים הבאים על מערכת צירים.

מצא את הגודל והכיוון של כל אחד מהוקטורים.

את הכוון תארכו עיי' הזווית של הוקטור עם ציר ה- x החיובי.

א. $\vec{A} = (2, 3)$

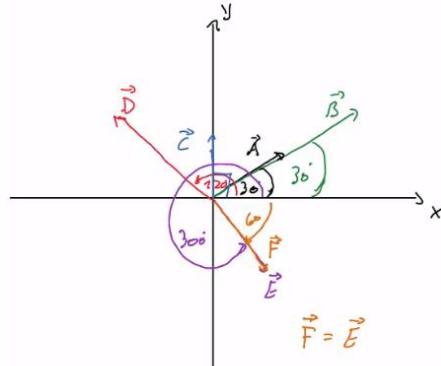
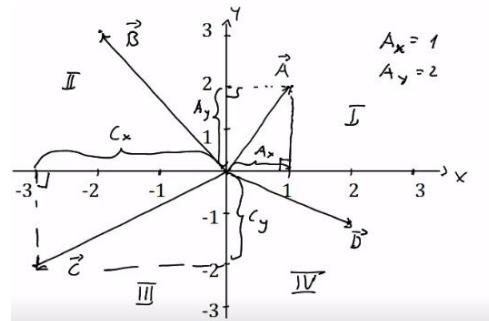
ב. $\vec{B} = (-1, 2)$

ג. $\vec{C} = (0, -3)$

ד. $\vec{D} = (2, -2)$

ה. $E_x = 2$, $|\vec{E}| = 3$. הוקטור רביע הראשון.

ו. $E_y = -1$, $|\vec{E}| = 3$. הוקטור רביע השלישי.

תשובות סופיות:**1) ראו שרטוט:****2) ראו שרטוט:**

$$\vec{A} = (1.88, 0.68), \vec{B} = (1, \sqrt{3}), \vec{C} = (-\sqrt{2}, \sqrt{2}), \vec{D} = (1, -\sqrt{3}) \quad (3)$$

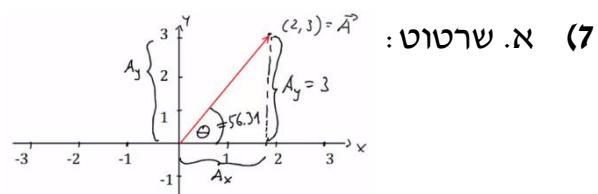
$$\vec{C} = (-2.30, -1.93) . \text{ג} \quad \vec{B} = (-2.30, 1.93) . \text{ב} \quad \vec{A} = \left(\frac{3}{2}, 2.60 \right) . \text{א} \quad (4)$$

$$\vec{D} = (-2.30, -1.93) . \text{ד}$$

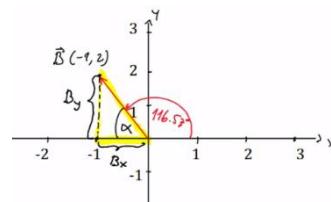
$$\vec{B} = (-4.33, -2.5) . \text{ב} \quad \vec{A} = (-3.28, 2.29) . \text{א} \quad (5)$$

$$\theta_B = 255.96^\circ; |\vec{B}| = 2.06 . \text{ב} \quad \theta_A = -26.57 = 333.43^\circ; |\vec{A}| = \sqrt{5} . \text{א} \quad (6)$$

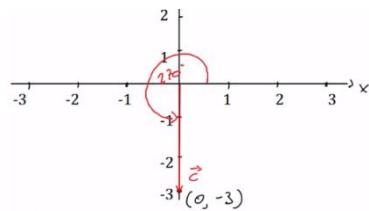
$$\theta_A = 56.31^\circ; |\vec{A}| = \sqrt{13}$$



$$\theta_B = 116.57^\circ; |\vec{B}| = \sqrt{5}$$

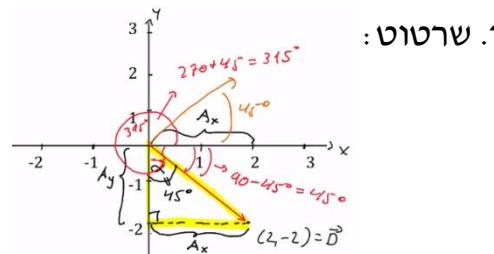
**ב. שרטוט:**

$$\theta_C = 270^\circ ; |\vec{C}| = 3$$



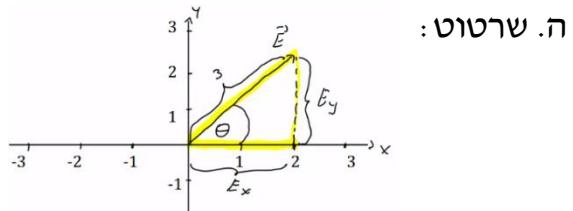
ג. שרטוט:

$$\theta_D = 315^\circ = -45^\circ ; |\vec{D}| = \sqrt{8}$$



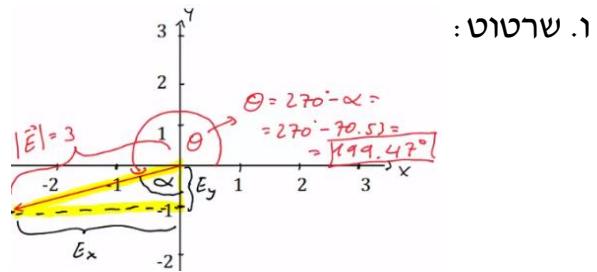
ד. שרטוט:

$$\theta_E = 48.19^\circ ;$$



ה. שרטוט:

$$\theta_E = 199.47^\circ ;$$

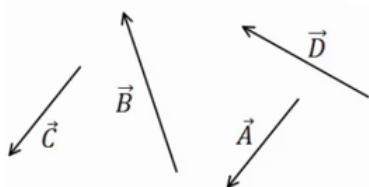


ו. שרטוט:

פעולות בין וקטורים:

שאלות:

- 1) **חיבור וקטורים לפי סימונים**
מצא את: $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = \vec{E}$.



2) דוגמה 1

נתונים הווקטורים הבאים:

$$|\vec{A}| = 3, \theta_A = 30^\circ$$

$$|\vec{B}| = 2, \theta_B = -30^\circ$$

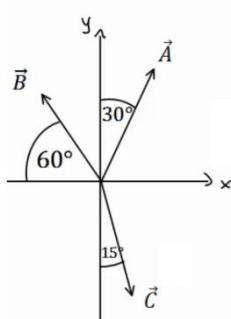
$$|\vec{C}| = 3, \theta_C = 180^\circ$$

א. שרטט את הווקטורים על גבי מערכת צירים.

ב. שרטט את גודלו וכיומו של הווקטור: $\vec{D} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$.
شرط את הווקטור \vec{D} על אותה מערכת צירים.

3) דוגמה 2

הגודל של הווקטורים באירור הבא הוא: $|\vec{A}| = 5, |\vec{B}| = 4, |\vec{C}| = 5$:
מצא את הווקטור השקול (סכום הווקטורים):

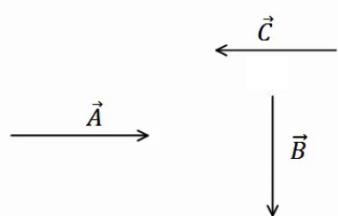


$\vec{D} = \vec{C} + \vec{A} + \vec{B}$

מצא את הווקטור השקול (סכום הווקטורים):

4) חישור לפי סימונים

בציר נתונים הווקטורים: $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$:
מצא את: $\vec{D} = \vec{B} - \vec{C} - \vec{A}$.



5) דוגמה 1

נתונים הווקטורים הבאים : $\vec{A} = (3, 5), \vec{B} = (-1, 4), \vec{C} = (0, 2)$

מצא את :

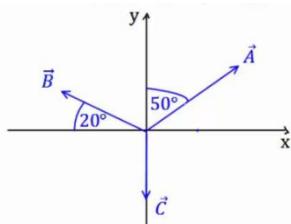
א. $\vec{D} = -2\vec{B}$

ב. $\vec{E} = 3\vec{A} - 2\vec{C} - \vec{B}$

ג. $\vec{F} = -2(\vec{A} + \vec{B}) + 3\vec{C}$

6) דוגמה 2

גודלם של הווקטורים באיוור הבא הם : $|\vec{A}| = 5, |\vec{B}| = 4, |\vec{C}| = 3$



א. מצא את גודלו וכיונו של $\vec{D} = -2\vec{B}$.

شرطט את \vec{D} על מערכת ציריים.

ב. מצא את גודלו וכיונו של $\vec{E} = 2\vec{A} - 3\vec{B} - 4\vec{C}$.

شرطט את \vec{E} על מערכת הציריים.

7) דוגמה 3

גודלו של הווקטור \vec{A} הוא 2 והזווית שהוא יוצר עם ציר ה- x חיובי היא 30° .

א. שרטט את הווקטור במערכת הציריים.

ב. מצא את $\vec{A} \cdot 3 = \vec{B}$ ללא פירוק של \vec{A} לרכיבים. שרטט את \vec{B} על אותה מערכת.

ג. מצא את הרכיבים של \vec{A} .

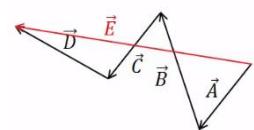
ד. חשב שוב את $\vec{A} \cdot 3 = \vec{B}$. הפעם דרך הרכיבים של \vec{A} .

ה. מצא את גודלו וכיונו של \vec{B} מהרכיבים שמצאת בסעיף ד'.

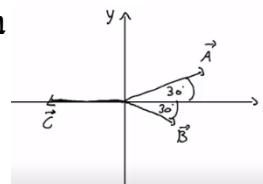
הראה כי התוצאה זהה לסעיף ב'.

תשובות סופיות:

(1)

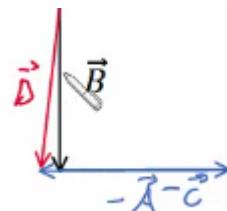


(2)



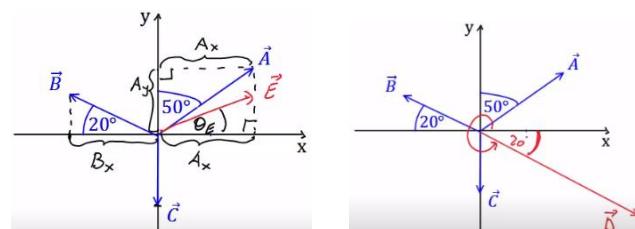
$$|\vec{D}| = 3.46, \theta_D = 58.84^\circ \quad (3)$$

(4)

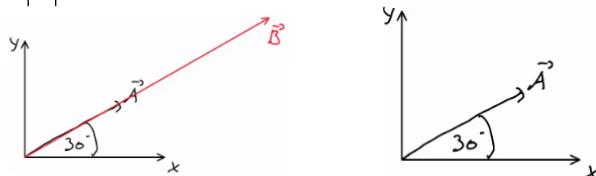


$$\vec{F} = (-4, -12) \text{ .ג} \quad \vec{E} = (10, 7) \text{ .ב} \quad \vec{D} = (2, -8) \text{ .נ} \quad (5)$$

$$|\vec{E}| = 23.75, \theta_E = 37.23^\circ \text{ .ב} \quad |\vec{D}| = 8, \theta_D = -20^\circ \text{ .נ} \quad (6)$$



$$\vec{A} = (\sqrt{3}, 1) \text{ .ג} \quad |\vec{B}| = 6, \theta_B = \theta_A = 30^\circ \text{ .ב} \quad .\text{נ} \quad (7)$$



ה. ראה סרטוון. $\vec{B} = (3\sqrt{3}, 3) \text{ .ט}$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71060, 71059)

פרק 4 - קינמטיקה - תנועה בקו ישר

תוכן העניינים

16	1. העתק
17	2. תנועה ב מהירות קבועה
21	3. מהירות ממוצעת
23	4. תאוצה
28	5. תרגול
34	6. מהירות רגעית ותאוצה רגעית
36	7. מהירות רגעית ותאוצה רגעית - אינטגרלים

העתק:**שאלות:****1) כדור**

חשב את העתק של כדור המתחילה תנועתו ב- $x = 2m$, ומסיים את תנועתו

ב- $x = 1m$.

מהו כיוון תנועתו של הכדור?

2) דני ודנה

הבתים של דני ודנה נמצאים ברחוב ישר. דני בחר את ראשית הצירים בסוף הרחוב, ואת הכיוון החיובי ימינה.

הבית של דני נמצא ב- $x = -50m$, והבית של דנה ב- $x = -20m$, ביחס לראשית.

מה העתק שביבצע דני בהלוך ומה העתק שיביצع בדרך חזרה?

מה כיוון העתק בכל אחד מהמקרים?

3) העתק ודרך

מכונית נוסעת מת"א לחיפה, וחוזרת חזרה לת"א. המרחק בין הערים הוא 100 ק"מ.

מצא את העתק שביצעה המכונית ואת הדרך שעשתה.

(הנחתה שהכביש בין הערים ישר).

תשובות סופיות:

1) $-3m$

2) בדרך הלוך: $30m$, הכוון חיובי; בדרך חזרה: $-30m$, הכוון שלילי.

3) העתק: $\Delta x = 0$, דרך: $s = 200$.

תנועה ב מהירות קבועה:

שאלות:

1) יוסי מאחר לשיעור

יוסי מאחר לשיעור, ביתו נמצא בקו ישר ממול שער הכניסה לאוניברסיטה. המרחק בין ביתו לשער הוא 100 מטרים. נמצא את מהירות ריצתו של יוסי, אם הוא הגיע תוך 20 שניות מביתו לשער האוניברסיטה.

2) מיקומו של גוף

מיקומו של הגוף ב- $t = 2\text{sec}$ הוא $3\text{m} = x$. לאחר 4 שניות מיקומו הוא: $x = -2\text{m}$. נמצא את מהירותו, אם ידוע שהוא קבועה.

3) תנועה ביחס ל-A

גוף נע בקו ישר ב מהירות קבועה של: $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$. ברגע $t = 0$ הגוף חולף בנקודה A.

- א. מהו מיקומו של הגוף ברגעים: $t = 2\text{sec}$ ו- $t = 8\text{sec}$ ביחס לנקודה A?
- ב. כעבור כמה זמן חלף הגוף במרחק 200 מטר מהנקודה A?

4) גוף חולף דרך שתי נקודות

גוף נע ב מהירות קבועה לאורך קו ישר, ברגע $t = 2\text{sec}$ מיקומו הוא $2\text{m} = x$ וברגע $t = 6\text{sec}$ הוא חולף בנקודה שעשויה $x = 10\text{m}$.

- א. מהי מהירות הגוף?
- ב. היכן יהיה הגוף ברגע $t = 0$?
- ג. נמצא את הנוסחה עבור מיקום הגוף כפונקציה של הזמן.
- ד.מתי יהיה הגוף בראשית הצירים?
- ה. כמה העתק ביצעה הגוף מהרגע שבו $t = 0$ עד לרגע שבו $t = 10\text{sec}$?

5) גוף נע שמאלה

גוף נע בקו ישר ב מהירות קבועה שגדלה $\frac{\text{m}}{\text{sec}}$. ברגע $t = 0$ מיקום הגוף הוא: $x = 50\text{m}$. בחר את כיוון ציר ה- x ימינה והנץ שהגוף נע שמאלה.

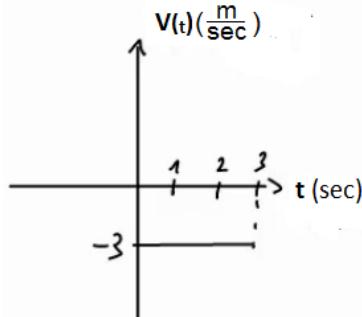
- א. מהו מיקום הגוף כתלות בזמן?
- ב. היכן נמצא הגוף ב- $t = 2\text{sec}$ ו- $t = 3\text{sec}$?
- ג.מתי יהיה הגוף במרחק $20\text{m} = x$ מהראשית ומהי יהיה במרחק של $-10\text{m} = x$?

6) מהירות שלילית

נתון הגרף הבא של מהירות של גוף כתלות בזמן.

א. מצא את העתק של הגוף בין הזמן $t = 1\text{sec}$

ל- $t = 3\text{sec}$.



ב. מצא נוסחה למקומות, כתלות בזמן של הגוף,

אם ידוע שב- $t = 0$ מיקומו היה $x = 2\text{m}$.

ג. שרטט גרף מקום כתלות בזמן של הגוף.

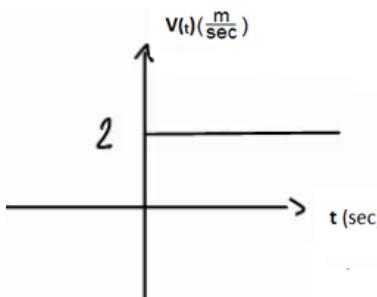
7) מיקום שלילי

נתון הגרף הבא של מהירות של גוף כתלות בזמן.

א. מצא נוסחה למקומות כתלות בזמן של הגוף,

אם ידוע שב- $t = 2\text{sec}$ מיקומו היה $x = -4\text{m}$.

ב. שרטט גרף מקום כתלות בזמן של הגוף.

**8) מהירות מתחלפת**

נתון הגרף הבא של מהירות של גוף כתלות בזמן.

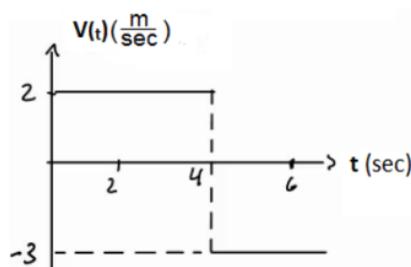
א. מצא את העתק של הגוף בין הזמן $t = 1\text{sec}$

ל- $t = 6\text{sec}$.

ב. מצא נוסחה למקומות כתלות בזמן של הגוף,

אם ידוע שב- $t = 0$ מיקומו היה $x = 2\text{m}$.

ג. שרטט גרף מקום כתלות בזמן של הגוף.

**9) שתי מכוניות זו לקראת זו**

שתי מכוניות נעות זו לקראת זו לאורך כביש דו נתיבי ישר.

מכונית א' יוצאת מנקודה המרוחקת 140 מטר מימין בראשית, ונעה במהירות $8 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ומכונית ב' יוצאת מנקודה המרוחקת 40 מטר משמאלי לראשית ונעה במהירות $10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

א. متى חולפות המכוניות זו על יד זו? ומהן מיקומן ביחס לראשית ברגע זה?

ב. متى המרחק בין המכוניות יהיה 40 מטר?

10) מכוניות נוסעת מת"א לירושלים

מכונית נוסעת מTEL אביב לירושלים בmphירות של 90 קמ"ש, חונה בירושלים למשך שעה אחת, וחוזרת לתל אביב בmphירות של 45 קמ"ש. המרחק בין הערים תל אביב וירושלים הוא 45 ק"מ. לשם הפשטות, נניח כי התנועה מתנהלת לאורך קו ישר.

א. שרטט גרפ' מקום-זמן של תנועת המכונית.

אייזה גודל פיסיקלי מייצגים שיפועי היישרים?

ב. רשום נוסחת מקום-זמן של תנועת המכונית.

ג. שרטט גרפ' מהירות-זמן.

11) אופנוו ומכונית מת"א לאילת

אופנוו יוצא לדרכו מת"א לאילת בmphירות קבועה שגודלה 80 ק"מ לשעה. חצי שעה לאחר צאת האופנוו יוצא מכונית מאילת לת"א בmphירות קבועה של 120 ק"מ לשעה. המרחק בין שתי הערים הוא 340 ק"מ, ונניח שהכביש המחבר ביניהם הוא ישר.

א. הגדר ציר מיקום עבור תנועת האופנוו והמכונית.

ב. כתוב נוסחת מקום-זמן עבור תנועת האופנוו.

ג. כתוב נוסחת מקום-זמן עבור תנועת המכונית.

ד. כמה זמן לאחר צאת האופנוו לדרכו הוא יחלוף על פני המכונית?
מה מיקומם של האופנוו והמכונית ברגע זה?

תשובות סופיות:

$$5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (1)$$

$$-\frac{5}{4} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (2)$$

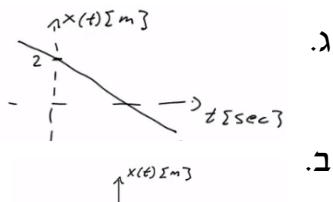
$$t = 40 \text{ sec} \quad \text{ב.} \quad x(t=2) = 10 \text{ m}, x(t=8) = 40 \text{ m} \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$\Delta x = 20 \text{ m} \quad \text{ה.} \quad t = 1 \text{ sec} \quad \text{ג.} \quad x(t) = 2 + 2(t-2) \quad \text{ד.} \quad x_3 = -2 \text{ m} \quad \text{ב.} \quad 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$x(t=2) = 38 \text{ m}, x(t=3) = 32 \text{ m} \quad \text{ב.} \quad x(t) = 50 - 6t \quad \text{א.} \quad (5)$$

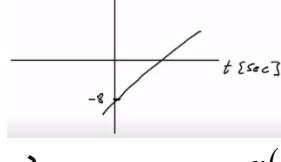
$$t(x=20) = 5 \text{ sec}, t(x=-10) = 10 \text{ sec} \quad \text{ג.}$$

$$x(t) = 2 - 3t \quad \text{ב.} \quad S = -6 \text{ m} \quad \text{א.} \quad (6)$$



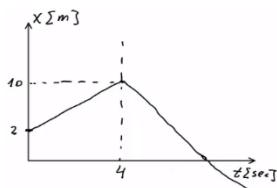
ב.

$$x(t) = -8 + 2t \quad \text{א.} \quad (7)$$



ב.

$$x(t) = \begin{cases} 2 + 2t & 0 \leq t \leq 4 \\ 22 - 3t & t \geq 4 \end{cases} \quad \text{ב.} \quad \Delta x = 0 \quad \text{א.} \quad (8)$$

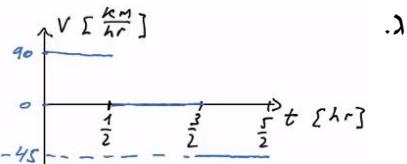
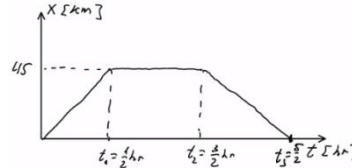


$$\text{א. חולפות ב-} \quad x_{a,b}(t=10) = 60 \text{ m} \quad \text{ו מיקומן הוא} \quad t = 10 \text{ sec} \quad \text{ב.} \quad (9)$$

$$\cdot t_2 \approx 12.22 \quad \text{או} \quad t_1 \approx 7.78 \text{ sec}$$

$$x(t) = \begin{cases} 90t & 0 \leq t \leq \frac{1}{2} \\ 45 & \frac{1}{2} \leq t \leq \frac{3}{2} \\ 45 - 45\left(t - \frac{3}{2}\right) & \frac{3}{2} \leq t \leq \frac{5}{2} \end{cases} \quad \text{ב.} \quad (10)$$

א. השיפועים מייצגים מהירות.



א. נגידר את ראשית הצירים בת"א $x=0$, ואת הכיוון החיוובי לאילת.

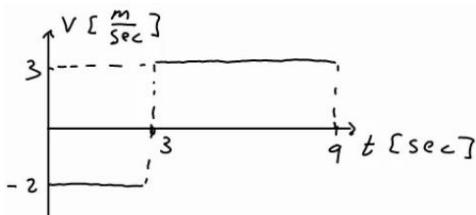
$$x = 160 \text{ km} ; t = 2 \text{ hr} \quad \text{ד.} \quad x(t) = 340 + \left(-120\right)\left(t - \frac{1}{2}\right) \quad \text{ג.} \quad x(t) = 80t \quad \text{ב.}$$

מהירות ממוצעת:

שאלות:

1) דני נסע מחיפה לטבריה

דני נסע ברכבו מחיפה לטבריה. הוא התחיל בנסיעה ב מהירות של 80 קמ"ש, נסע במשך חצי שעה, ואז עצר לאכול צורריים למשך שעה. לאחר מכן המשיך בנסיעה ב מהירות של 100 קמ"ש במשך שעה, עד אשר הגיע לטבריה.
מהי מהירות הנסיעה הממוצעת של דני?



2) מהירות ממוצעת מתוך גוף

מהירותו של גוף נתונה בגרף הבא.
מהי המהירות הממוצעת בה נע הגוף?

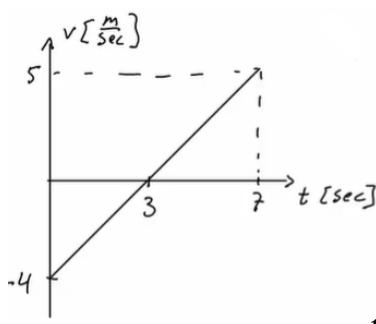
3) מת"א לב"ש דרך חיפה

אוריה נסע מת"א לבאר שבע דרך חיפה. הנח שחיפה נמצאת 60 ק"מ צפונה ממת"א וbara שבע נמצאת 100 ק"מ דרומה ממת"א. הנח שכל הערים נמצאות על אותו קו ישר. בדרך לחיפה נסע אוריה ב מהירות של 90 ק"מ לשעה. בדרך לחיפה לבאר שבע נסע אוריה ב מהירות של 120 ק"מ לשעה.

- א. מצא את המהירות הממוצעת של אוריה (velocity).
ומצא את ממוצע גודל המהירות של אוריה (speed).

ב. שילה יצא מת"א לבאר שבע חצי שעה לאחר אוריה, שילה נסעה בדרך הקצרה ביותר.

באיזו מהירות ממוצעת (velocity) צריכה שילה לנסוע על מנת שתגיע לבאר שבע באותו זמן שבו יגיע אוריה?
מה ממוצע גודל המהירות של שילה (speed)?



4) מהירות ממוצעת בוגר לינארי

מהירותו של גוף נתונה בגרף הבא :

- א. מצא את המהירות הממוצעת של הגוף (average velocity) ואת ממוצע גודל המהירות (average speed) עבור כל התנועה.

ב. מצא את המהירות הממוצעת של הגוף (average velocity) בקטע שבין $t = 3\text{ sec}$ ל- $t = 7\text{ sec}$.

תשובות סופיות:

$$\bar{V} = 56 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad (1)$$

$$\bar{V} = 1.33 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (2)$$

$$\bar{V} = -66.67 \frac{\text{km}}{\text{hr}} , |\bar{V}| = 66.67 \frac{\text{km}}{\text{hr}} . \text{ ב.} \quad (3)$$

$$2.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} . \text{ ב.} \quad (4)$$

$$\bar{V} = -50 \frac{\text{km}}{\text{hr}} , |\bar{V}| = 110 \frac{\text{km}}{\text{hr}} . \text{ א.} \quad (3)$$

$$\bar{V} = \frac{4}{7} \frac{\text{m}}{\text{sec}} , |\bar{V}| = \frac{16}{7} \frac{\text{m}}{\text{sec}} . \text{ א.} \quad (4)$$

תאוצה:**שאלות:****1) מטוס מאיץ בתאוצה קבועה**

מטוס מתחילה להা�יץ ממנוחה בתאוצה קבועה.

לאחר 10 שניות הגיע המטוס למהירות 150 מטר לשניה.

מהי תאוצה המטוס?

2) משאית מאיצה

משאית נוסעת ב מהירות של 72 קמ"ש ומאיצה תוך 10 שניות למהירות של 90 קמ"ש.

מהי תאוצה המשאית?

3) אופנווע מאיצ' ממנוחה

אופנווע מתחילה את נסיעתו ממנוחה, בתאוצה של 2 מטר לשניה בריבוע.

א. מצא את נוסחת מהירות-זמן עבור האופנווע.

ב. מה תהיה מהירותו לאחר 7 שניות?

ג.מתי תהיה מהירותו 20 מטר לשניה?

4) אופנווע מאיצ' אחרי מכוניות

מכונית נוסעת ב מהירות קבועה של 20 מטר לשניה.

ברגע מסויים מתחילה המכונית להা�יץ בתאוצה קבועה של 2 מטר לשניה בריבוע.

אופנווע מתחילה את תנועתו שנייה לאחר המכונית ומאיצ' בתאוצה של 3 מטר לשניה
בריבוע, ממנוחה.

מתי תהיה מהירות האופנווע שווה ל מהירות המכונית?

5) תאיטה

לפניך מספר מקרים בהם רכב משנה את מהירותו. מצא בכל מקרה את תאוצה
הרכב וציין האם הרכב האיצ' או שהרכב נמצא בתאיטה:

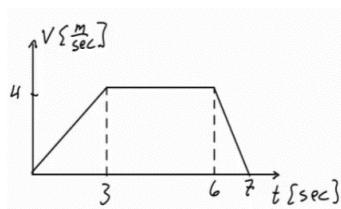
א. רכב משנה את מהירותו מהירות של 20 מטר לשניה, למהירות של 10
מטר לשניה, תוך 5 שניות.

ב. רכב משנה את מהירותו מהירות של 20 מטר לשניה ומהירות של 10
מטר לשניה, תוך 4 שניות.

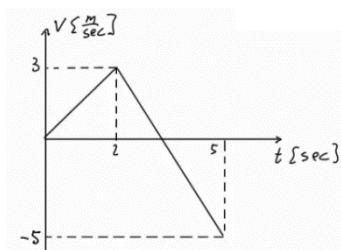
ג. רכב משנה את מהירותו מ-5 מטר לשניה ל-15 מטר לשניה תוך 2 שניות.

ד. רכב משנה את מהירותו מ-5 מטר לשניה ל-15 מטר לשניה תוך 5 שניות.

ה. רכב משנה את מהירותו מ-10 מטר לשניה ל-5 מטר לשניה, תוך 4 שניות.



- 6) גרפ' מהירות**
 בגרף הבא מתוארת מהירותו של גוף, כתלות בזמן.
 מצא את התאוצה בכל אחד מחלקי התנועה
 וشرط גרפ' עבור התאוצה כתלות בזמן.
 ציין עבור כל חלק האם הגוף נמצא או נמצא בתאוצה.

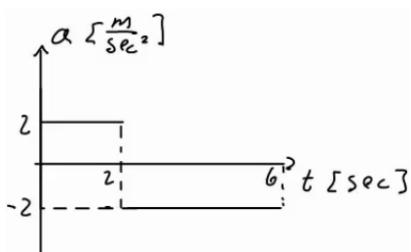


- 7) גרפ' מהירות שלילית**
 בגרף הבא מתוארת מהירותו של גוף כתלות בזמן.
 מצא את התאוצה בכל אחד מחלקי התנועה
 וشرط גרפ' עבור התאוצה כתלות בזמן.
 ציין עבור כל חלק האם הגוף נמצא או נמצא בתאוצה.

- 8) דנה רצתה בתאוצה קבועה**
 דנה מתחילה לרוֹץ ממנוחה בתאוצה קבועה השווה ל-2 מטר לשנייה בריבוע.
 א. מצא את המהירות של דנה לאחר 1, 2 ו-3 שניות.
 ב. מצא את המיקום של דנה לאחר 1, 2, 3 ו-4 שניות.
 ג. שרטט על גבי ציר את המיקום של דנה בכל אחד מהרגעים.

- 9) אופנוו מושג מכונית**
 מכונית נוסעת ב מהירות קבועה של 30 מטר לשנייה.
 ברגע מסוים המכונית חולפת על פני אופנוו הנמצא במנוחה. שתי שניות לאחר
 מכון מתחילה האופנוו נסעה בתאוצה קבועה של 4 מטר לשנייה בריבוע.
 متى יSEG האופנוו את המכונית?

- 10) דני ודנה רצים זה ל夸ראט זו**
 דני ודנה רצים זה ל夸ראט זו. שניהם מתחילה לרוֹץ ממנוחה.
 דני רץ בתאוצה של 0.5 מטר לשנייה בריבוע ודן רצה בתאוצה של 1 מטר לשנייה בריבוע.
 המרחק ההתחלתי ביןיהם הוא 50 מטר.
 א. متى והיכן יפגשו דני ודן?
 ב. מה מהירותם כל אחד מהם ברגע המפגש?



- 11) גרפים של תאוצה, מהירות ומיוקם**
 גוף מתחילה לנעו ממנוחה מראשית הצירים.
 תאוצתו של הגוף נתונה בגרף הבא:
 א. מצא נוסחת מהירות-זמן עבור הגוף.
 ב. מצא נוסחת מיקום-זמן עבור הגוף.
 ג. שרטט גרפים עבור המהירות והמיוקם,
 כתלות בזמן.

12) מסלול המראה של ססנה

מטוס ססנה צריך להגיע למהירות של 150 קמ"ש על מנת להמריא.
חשב מה אורך מסלול ההמראה הדרוש למטוס, אם תאוצתו היא 5 מטר לשנייה בריבוע.

13) מרחק בלימה

יוסי נוסע במכוניתו במהירות של 100 קמ"ש.
לפתע הוא מבחין באוטובוס המשתלב בתווך התנועה שלו.
האוטובוס נוסע במהירות של 60 קמ"ש.
מהו "מרחק הבלימה" (המרחק הדרוש לIOSI בשבייל להאט ל-60 קמ"ש),
אם הוא מאט בקצב של 4 מטר לשנייה בריבוע?

14) עומר עוצר לפני רמזו

עומר נוסע במכוניתו במהירות של 50 קמ"ש.
לפתע הבחן כי הרמזו שלפני התחלף לאודום.
עומר התחיל לבטום את רכבו, עד שהגיע לעצירה מוחלטת.
הנץ שהעצירה נעשית בקצב קבוע.
א. מהי המהירות המומוצעת במהלך העצירה?
ב. ברגע העצירה היה מרחקו של עומר מהרמזו 35 מטר.
הזמן שלקח לעומר להגיע לעצירה מוחלטת היה 5 שניות.
האם יספיק עומר לעצור לפני הרמזו?

תשובות סופיות:

$$15 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad (1)$$

$$0.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad (2)$$

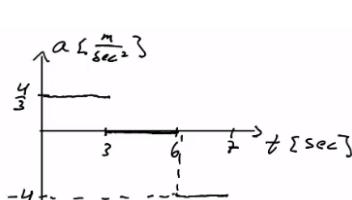
$$t = 10 \text{ sec} \quad \text{ג.} \quad 14 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad V(t) = 2 \cdot t \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$t = 23 \text{ sec} \quad (4)$$

$$\text{ג. } 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}; \text{ א. } 2.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}; \text{ ב. } -2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}; \text{ תאוצה. א. } \quad (5)$$

$$\text{ה. } (V \geq 0); \text{ המהירות חיובית - בתאוצה. } \text{ ג. } (-3.75 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}); \text{ המהירות חיובית - בתאוצה. } \text{ ד. } (-2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}). \quad (6)$$

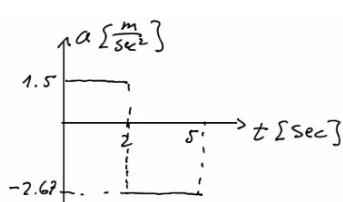
המהירות שלילית - בתאוצה ($V < 0$).



6) חלק 1 - כאשר $0 \leq t \leq 3$ אז $a_1 = \frac{4}{3} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ マイץ. שרטוט:

חלק 2 - כאשר $3 \leq t \leq 6$ אז $a_2 = 0$ - לאマイץ ולאamate; מהירות קבועה.

חלק 3 - כאשר $0 \leq t \leq 3$ אז $a_3 = -4 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ - בתאוצה.



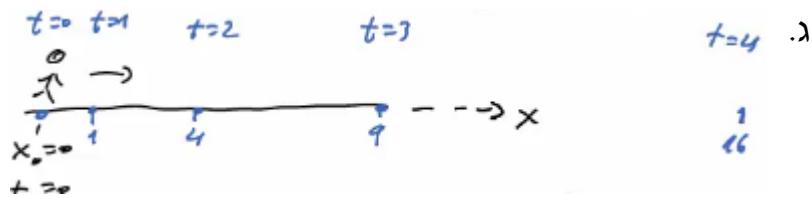
7) חלק 1 - כאשר $0 \leq t \leq 2$ אז $a_1 = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ マイץ. שרטוט:

חלק 2 - כאשר $2 \leq t \leq 5$ אז $a_2 = \frac{-8}{3} \approx -2.67 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ כשהמהירות חיובית - בתאוצה ($V \geq 0$),

וכשהמהירות שלילית - בתאוצה ($V < 0$).

$$V(t=1) = 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, V(t=2) = 4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, V(t=3) = 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (8)$$

$$X(t=1) = 1^2 \text{ m}, X(t=2) = 4 \text{ m}, X(t=3) = 9 \text{ m}, X(t=4) = 16 \text{ m} \quad \text{ב.}$$



$$t_1 = 18.79 \quad (9)$$

. 16.65m : t = 8.16sec , המיקום :

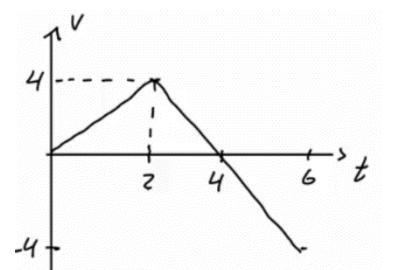
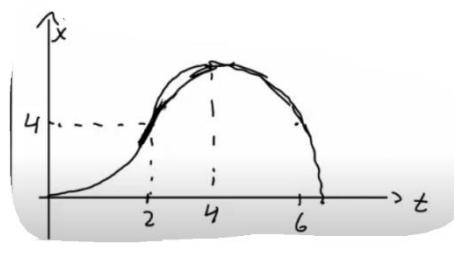
$$V_{Dana}(t=8.16) = -8.16 \frac{\text{m}}{\text{sec}} , V_{Dani}(t=8.16) = 4.08 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

. 11) א. כאשר $2 < t < 6$; $V(t) = 2t$, הנוסחה היא :

$$\text{היא} : V(t) = 8 - 2t$$

$$\cdot X(t) = 4 + 4(t-2) + \frac{1}{2}(-2)(t-2)^2 - 2 < t < 6 ; \text{ כאשר } X(t) = t^2 - 0 < t < 2$$

شرطוט עבור מיקום :



$$\Delta x = 173.61\text{m} \quad (12)$$

$$\Delta x = 61.73\text{m} \quad (13)$$

ב. כנ.

$$\bar{v} = 25 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad \text{א.} \quad (14)$$

תרגום:

שאלות:

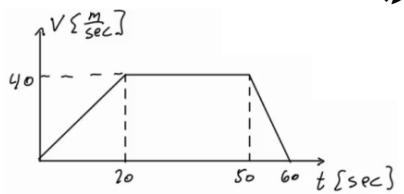
1) מאפס לארבעים בעשר שניות

מכונית מתחילה לנסוע ממוקה לאורך כביש ישיר. המכונית מאייצה בתאוצה קבועה, כך שלאחר 10 שניות 40 מטר לשוויה.

- א. מהי תואצת המכוניות?
 - ב. מצא את העתק שביבוצה המכוניות בזמן הacea.
 - ג. מהי מהירות הממוצע של המכוניות בזמן הacea?
 - ד. האם העתק שמביצעת המכוניות בחמש השניות הראשונות גדול, קטן או שווה להעתק בחמש השניות האחרונות?
 - ה. متى יהיה מיקום המכוניות 32 מטר מהנקודה ממנה יצאה?
 - ו. מהי מהירות המכוניות לאחר שעברה 60 מטרים?

2) גראף של מהירות אופנווע בעזמון

בגרף הבא נתונה מהירותו של אופנו כתלות בזמן. האופנו נעה על קו ישר. קבע את ראשית הצירים במקומ ההתחלה של האופנו.



- א. תאר את סוג התנועה של האופנוו בכל אחד מקטעי התנועה.

ב. מצא את תאוצת האופנוו כתלות בזמן.

ג. מהי מהירות האופנוו ברגעים $t = 15, 40, 55$?

ד. מצא את מיקום האופנוו באותו רגעים של סעיף ג' .

3) דני שכח את הפלאפון

דני רץ בכו ישר במהירות קבועה שגודלה 14 מטר לשניה.
ברגע מסויים מבחין יוסי כי דני שכח את הפלאפון שלו.
באותו רגע נמצא דני כבר במרחק של 64 מטר מיויסי.

- ס. מתחילה לרווח אחר דני מנוחה בתאוצה קבועה של 8 מטר לשנייה ביריבוע.

א. מצא ביטוי ל מהירות כתלות בזמן עברו דני ויוסי.

شرط גрафים עבור שני הביטויים שמצאת על אותה מערכת צירים.

ב. מתי מהירותו של יוסי שווה לזה של דני? האם הוא מSEG את דני ברגע זה?

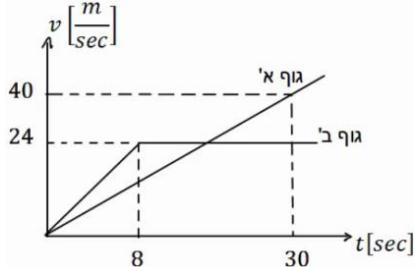
ג. מצא ביטוי למיקום כתלות בזמן עברו דני ויוסי.

شرط גрафים עבור שני הביטויים שמצאת על אותה מערכת צירים.

ד. מתי ישג יוסי את דני? כמה מרחק עבר יוסי עד אז?

4) גרפ מהירות של שני גופים

בגרף הבא מתוארכות מהירויות של שני גופים, כתלות בזמן.
הנח שני הגוף נעים לאורך קו ישר ויוצאים מהרראשית.

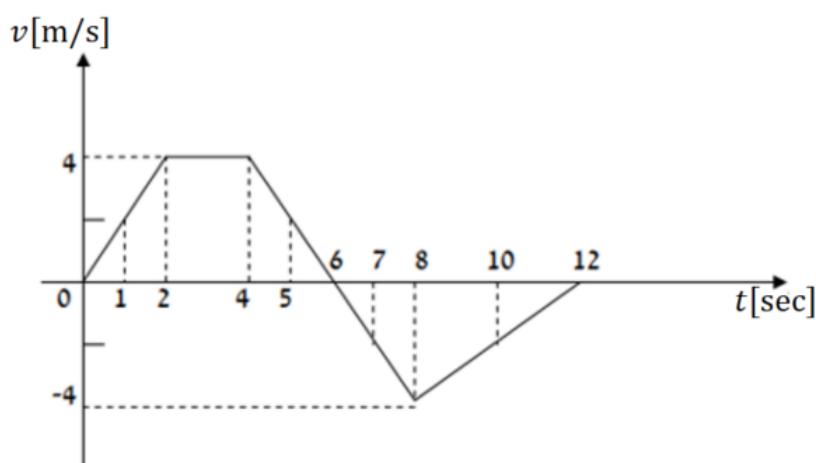


- תאר את תנועתו של כל גוף.
- רשום נוסחת מקום זמן לכל גוף.
- מצא את המרחק בין הגוף
ברגעים : $t = 3\text{ sec}$, 24 sec
וציין מי מקדים את מי.
- מתי מהירויות שני הגוף שווות?
- מתי מקום שני הגוף זהה?

5) גרפ מהירות זמן בקו ישר

מהירותו של הגוף הנע לאורך קו ישר נתונה על ידי הגרף שבאיור.

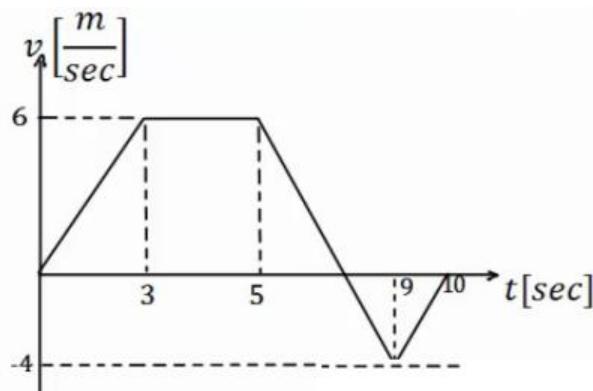
- אם תאוצתו של הגוף בזמן $t = 1\text{ sec}$ שווה בגודלה ובכיוונתו לתאוצתו בזמן
שניות $t = 5\text{ sec}$?
- אם בזמן $t = 10\text{ sec}$ מרחק הגוף מן נקודת מוצאו גדול יותר מאשר
בזמן $t = 2\text{ sec}$?
- אם תאצת הגוף בזמן $t = 5\text{ sec}$ שווה בגודלה אך הפוכה בכיוונתו לתאוצתו
בזמן $t = 7\text{ sec}$?
- אם המרחק של הגוף מן נקודת מוצאו מаксימלי בזמן $t = 12\text{ sec}$?
- אם בזמן $t = 8\text{ sec}$ מרחק הגוף מן נקודת מוצאו גדול יותר מרחקו
בזמן $t = 5\text{ sec}$?



6) תרגיל עם הכל

הגרף הבא מתרגם את מהירותו של גוף הנע בקו ישר. הנה שהגוף מתחילה את תנועתו מהראשית. הגוף נע במשך 10 שניות ונעצר.

- תאר את התנועה של הגוף במילימ. חשב ושרטט גרף של התאוצה כתלות בזמן של הגוף.
- מתי נמצא הגוף במרחק הגדול ביותר (בכיוון החיובי) מהראשית? מהו מרחק זה?
- מהו המרחק הכלול שעבר הגוף?
- מהו העתק הכלול שעשה הגוף?
- מהי מהירות המומוצעת של הגוף בתנועה?
- מהו מרחק הגוף מהראשית ב- $t = 6\text{sec}$?
- מתי נמצא הגוף במרחק 12 מטרים מהראשית?
- שרטט גרף של מיקומו של הגוף כתלות בזמן. אין צורך לסמן ערכיהם בציר האנכי של הגרף.

**7) שני נתונים בזמןניים שונים**

גוף נע בקו ישר בתאוצה קבועה.

ב- $t = 2\text{sec}$ מהירותו היא 15 מטרים לשנייה ומיקומו 5 מטרים מהראשית, בכיוון החיובי. ידוע גם שב- $t = 4\text{sec}$ מהירותו היא 21 מטר לשנייה.

- מצא את תאוצת הגוף.
- מצא נוסחת מיקום זמן של הגוף.
- מהו מיקום הגוף ב- $t = 0$, ומה יהיה בראשית?
- מצא נוסחת מהירות זמן עבור הגוף.
- מהי מהירות הגוף הinitial את התנועה (מהירות ב- $t = 0$)?

(8) שוטר רודף אחרי מכונית

שוטר נמצא בניידת משטרת. מכונית חולפת ליד הניידת ב מהירות של 150 km/h . זמן התגובה של השוטר בניידת הוא 3 שניות ולאחר מכן הוא מתחילה לנסוע ממנוחה בתאוצה של $\frac{\text{m}}{\text{sec}^2} 2$. ומהירות המקסימלית של הניידת היא 180 km/h .

- באיזה מרחק מתחילה התנועה יתפס השוטר את המכונית?
- شرطטו על אותה מערכת ציריים את הגרפים של המהירות כתלות בזמן של המכונית והניידת מהרגע בו חולפת המכונית ליד הניידת.

(9) זמן מינימלי לסיים מסלול**

מכונית יכולה להאיץ מאפס ל- 100 km/h תוך 10 שניות, כאשר ניתן להניח שקצב ההאצה קבוע. אותה מכונית יכולה לבЛОם בקצב של 0.5 g . מהו הזמן המינימלי לעبور מסלול של 3 ק"מ אם המכונית מתחילה ממנוחה ומסיימת בעצרה מוחלטת. (رمز : השתמש בגרף מהירות זמן).

(10) כמה זמן הרכבת נסעה ב מהירות קבועה**

- רכבת יוצאת מישוב'A אל יישוב'B.
- בשליש הראשון של הדרכן הרכבת מאייצה בתאוצה קבועה.
- בשליש השני של הדרכן הרכבת נסעת ב מהירות קבועה.
- בשליש השלישי של הדרכן הרכבת מאטה בקצב קבוע עד לעצרתה בישוב'B.
- זמן הנסיעה הכלול הוא T.
- כמה זמן נסעה הרכבת ב מהירות קבועה?

תשובות סופיות:

א. $20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ב. $x(t) = 200\text{m}$ ג. $4 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ד. קטן.

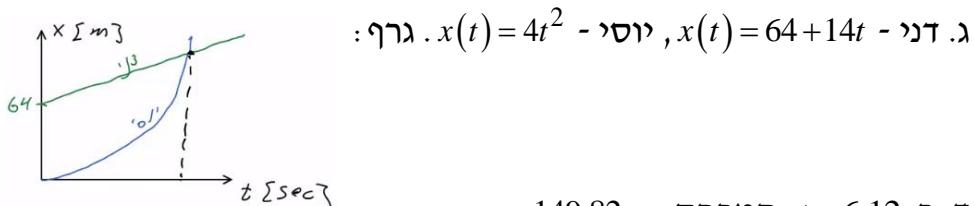
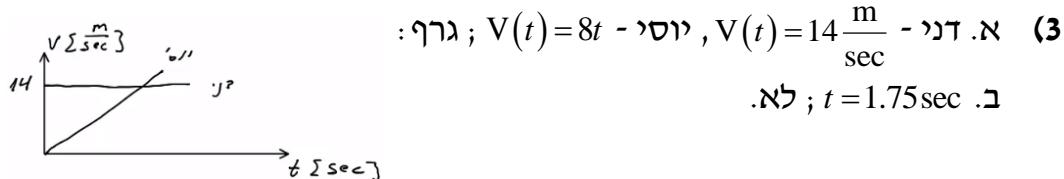
ה. $V_F \approx 21.91 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ t = 4 sec

- (2) א. כאשר $0 \leq t \leq 20$ (חלק I), התאוצה חיובית וקבועה, והמיוקם הולך וגדל.
 ב. כאשר $20 \leq t \leq 50$ (חלק II), המהירות קבועה (אין תאוצה) והמיוקם גדול.
 ג. כאשר $50 \leq t \leq 60$ (חלק III), התאוצה קבועה ושלילית - תאומה - והמיוקם הולך וגדל.

$$a = \begin{cases} 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 0 < t < 20 \\ 0 & 20 < t < 50 \\ -4 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 50 < t < 60 \end{cases}$$

א. $V(t=15) = 30 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $V(t=40) = 40 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $V(t=55) = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ד. $x(t=15) = 225\text{m}$, $x(t=40) = 1,200\text{m}$, $x(t=55) = 1,750\text{m}$



- (4) א. גוף א' : תנועה בתאוצה קבועה, האצה. ההתקדמות בכיוון חיובי.
 ב. גוף ב' : כאשר $0 < t < 8$, כמו גוף א'. כאשר $t \geq 8$, תנועה במהירות קבועה בכיוון חיובי.

ב. גוף א' : $x(t) = \frac{2}{3}t^2$

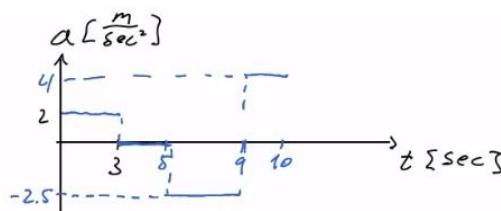
גוף ב' : כאשר $x(t) = 96 + 24(t-8)$, $8 \leq t \leq \infty$. כאשר $x(t) = \frac{3}{2}t^2$, $0 \leq t \leq 8$.

ג. כשל- $\Delta x(t=3) = 7.5\text{m}$, וכשל- $\Delta x(t=24) = 96\text{m}$. גוף ב' מקדים את א'.

ד. כשל- $t = 31.42 \text{ sec}$ ה. כשל- $t = 18 \text{ sec}$

- (5) א. לא. ב. כן. ג. לא. ד. לא. ה. לא.

- א. כאשר $0 \leq t \leq 3$ (חלק I), תאוצה קבועה, האצה והתקדמות בכיוון החיובי.
 כאשר $3 \leq t \leq 5$ (חלק II), תנועה ב מהירות קבועה, התקדמות בכיוון החיובי.
 כאשר $5 \leq t \leq 9$ (חלק III), תאוצה קבועה שלילית.
 תאוצה עד אשר המהירות מתפסת, אז מתחילה האצה בכיוון הנגדי.
 התקדמות בכיוון החיובי עד שהמהירות מתפסת ואז מתחילה לחזור בכיוון הנגדי.
 כאשר $9 \leq t \leq 10$, תאוצה קבועה חיובית, תאוצה. התקדמות בכיוון הנגדי.

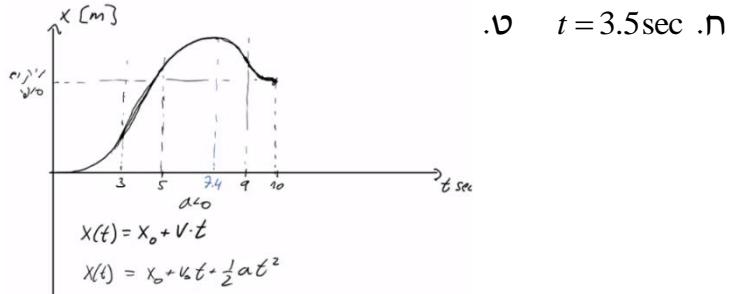


$$ג'. \quad a = \begin{cases} 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 0 < t < 3 \\ 0 & 3 < t < 5 \\ -2.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 5 < t < 9 \\ 4 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 9 < t < 10 \end{cases}$$

ג. זמן : 28.2m ; המרחק : 7.4sec

$$\Delta x = x(t=6) - x(t=0) = 25.75 \text{m}$$

$$\bar{v} = 2.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \Delta x = 23 \text{m} \quad S = 33.4 \text{m}$$

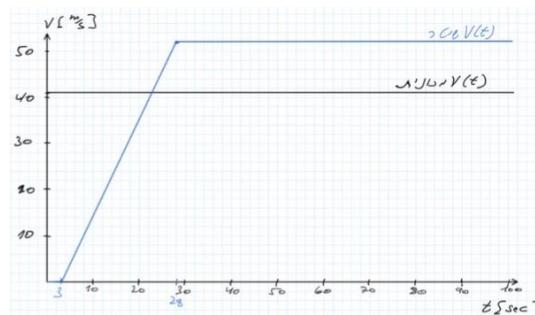


$$x(t) = 5 + 15(t-2) + \frac{1}{2}3(t-2)^2 \quad a = 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad \text{ב.} \quad \text{א.} \quad (7)$$

$$x(t=1.65) = 0 ; x(t=0) = -19 \quad \text{ג.}$$

$$v(t=0) = 9 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad v(t) = 15 + 3(t-2) \quad \text{ד.}$$

$$\text{א.} \quad 3877 \text{m} \quad (8)$$



$$T = 58 \text{sec} \quad (9)$$

$$t_2 = \frac{T}{5} \quad (10)$$

מהירות רגעית ותאוצה רגעית:

שאלות:

1) מהירות רגעית ותאוצה רגעית

מיקומו של גוף כתלות בזמן נתון לפי הנוסחה: $x(t) = 3 + t^2 + 2t^3$.

- מצא את מהירות הגוף כתלות בזמן.
- מה המהירות הממוצעת בעשר השניות הראשונות של התנועה? ומה המהירות הממוצעת בעשר השניות הבאות?
- חשב את התאוצה הרגעית. מהי תאוצת הגוף ב- $t = 7 \text{ sec}$?
- חשב את התאוצה הממוצעת בעשר השניות הראשונות של התנועה ובעשר השניות הבאות.

2) מיקום עם קוסינוס

גוף נע לאורך קו ישר כאשר מיקומו נתון לפי: $x(t) = A \cos(\omega t)$ (A ו- ω קבועים נתוניים).

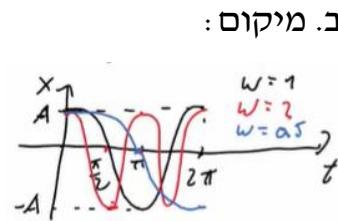
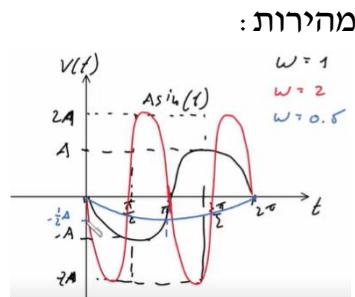
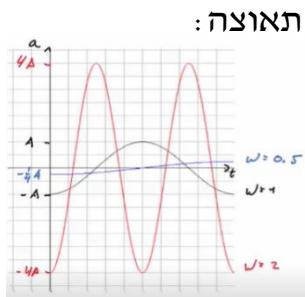
- חשב את המהירות והתאוצה של הגוף כתלות בזמן.
- شرطט את המיקום, המהירות והתאוצה של הגוף כפונקציה של הזמן עבור מרוחך הזמן: $0 \leq t \leq 2\pi$ ועבור המקרים: $\omega = 1$, $\omega = 2$, $\omega = 0.5$.
- מתי התאוצה מקסימלית ומתי היא מתפסת?
- הראה שמתקיים: $a(t) = -\omega^2 x(t)$.
- אם מזדדים את t בשניות, מה היחסות של ω ?

תשובות סופיות:

a. $a(t) = 2 + 12t$, $a(t=7) = 86 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$. b. $210 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $1,430 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$. c. $2t + 6t^2$. (1)

d. $62 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$, $182 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$. (2)

v(t) = $-\omega A \sin(\omega t)$, $a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t)$. (2)



ג. מקסימליות : $t = \frac{\pi}{2\omega}$ או $t = \frac{3\pi}{2\omega}$, מתאפסת : $t_{\max} = \frac{\pi}{\omega}$

ד. הוכחה. ח. $[\omega] = \frac{1}{\text{sec}}$

מהירות רגעית ותאוצה רגעית - אינטגרלים:

שאלות:

1) מצא מהירות ומיקום

$$\text{גוף נע בתאוצה של: } a = 4t^3.$$

- א. מצא את מהירות הגוף כתלות בזמן אם ידוע שהתחילה לנوع ממנוחה.
- ב. מצא את מיקום הגוף כתלות בזמן אם ידוע שהתחילה את תנועתו מ- $x_0 = 2$.

תשובות סופיות:

$$x(t) = \frac{t^5}{5} + 2 \quad \text{ב.} \quad v(t) = t^4. \quad \text{א.} \quad (1)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 5 - נפילה חופשית וזריקה אנטונית

תוכן העניינים

37	1. נפילה חופשית
38	2. זריקה אנטונית
40	3. תרגילים

נפילה חופשית:

שאלות:

1) כדור ברזל קטן

כדור ברזל קטן משוחרר ממנוחה ממוקם מגדל מאד גבוה (הזניח את התנגדות האוויר).

- א. מצא את מרחקו מנקודות השחרור לאחר 4 שניות.
- ב. מצא את מהירותו באותורגע.

2) תפוח עץ

תפוח נופל מעץ מגובה של 15 מטרים (הנח שהतפוח נופל ממנוחה והזניח את התנגדות האוויר).

- א. מצא את המהירות בה יפגע התפוח בקרקע.
 - ב. מצא את המהירות בה יפגע התפוח בראשו של ניוטון, היושב מתחת לעץ.
- הנח שגובה הראש של ניוטון בישיבה הוא 1 מטר.

3) חסידה מביאה חבילה

חסידה מביאה חבילה מגובה של 320 מטרים.

- א. מצא את הערך שմבצעת החבילה בשניה הרביעית של תנועתה.
- ב. מצא את הערך שמבצעת החבילה בשניה האחרונה של תנועתה.

תשובות סופיות:

$$(1) \text{ א. } 80\text{m} \quad \text{ב. } 40 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$(2) \text{ א. } 17.32 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב. } V_F \approx 16.73$$

$$(3) \text{ א. } \Delta y = 35\text{m} \quad \text{ב. } \Delta y = 75\text{m}$$

זריקה אנטכית:

שאלות:

1) דנה גרה מעל צח'

דנה גרה במבנה קומות גובה. חברת צח' גר שלוש קומות מתחתיה.

דנה זורקת מהחלון כדור במהירות של $\frac{m}{sec}$ 5 כלפי מטה לעבר החלון של צח'.
גובה כל קומה הוא 3 מטרים.

א. متى יעבור הכדור את חלונו של צח'?

ב. מה תהיה מהירות הכדור באותורגע?

ג. מה תהיה מהירות הכדור שתי קומות מתחת לחלונו של צח'?

2) דני זורק כדור מחלון גובה

דני זורק כדור כלפי מעלה מהחלון ביתו הנמצא בגובה 105 מטרים מעל הקרקע (מבנה גובה). מהירות הכדור ישראלי הזרקה היא 20 מטר לשניה.

סמן את כיוון הזרע החיוויי כלפי מעלה ואת ראשית הזרעים בנקודת הזרקה.

א. רשות נוסחות מקום-זמן ומהירות-זמן עבר הדור.

ב. הכן טבלה ורשום בה את הערכיהם של המיקום ומהירות ב-6 השניות הראשונות.

ג. צייר את מיקום הדור בכל שנייה ב-6 השניות.

ד. متى יפגע הדור בקרקע?

ה. חזור על סעיפים א'-ד' במקרה שבו ראשית הזרעים בקרקע.

3) רועי קופץ לבריכה

רועי קופץ לבריכה ממקפתה בגובה 10 מטרים.

מהירותו מיד לאחר הניתוק מהמקפתה היא 2 מטר לשניה כלפי מעלה.

א. متى מגיע רועי לשיא הגובה בקפיצה?

ב. מהו שיא הגובה?

ג. מהי מהירות שבת פוגע רועי במים?

ד. כמה זמן עבר מרגע הקפיצה עד לרגע בו פוגע רועי במים?

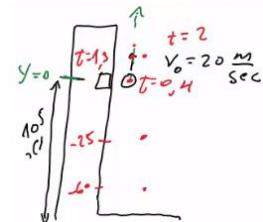
תשובות סופיות:

$$V(y=15) \approx 18.03 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ ג.} \quad V(t=0.93) = 14.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ ב.} \quad 0.93 \text{ sec. א. (1)}$$

$$\text{ב. (2)} \quad \begin{aligned} V(t) &= 20 - 10t \quad \text{מיהירות-זמן: } y(t) = 20t - 5t^2 \\ &\text{א. מיקום-זמן: } \end{aligned}$$

זמן (בשניות)	מיקום (במטרים)	מהירות (מטרים לשנייה)
1	15	10
2	20	0
3	15	-10
4	0	-20
5	-25	-30
6	-60	-40

$$\text{ה. (א) מיקום-זמן: } y(t) = 105 + 20t - 5t^2 \quad 7 \text{ sec. ב.} \quad \text{מיהירות-זמן: } V(t) = 20 - 10t \quad 7 \text{ sec. (ד)}$$



$$t \approx 1.63 \text{ sec. ב. } -14.28 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ ג.} \quad 0.2 \text{ m. ד.} \quad t = 0.2 \text{ sec. א. (3)}$$

תרגילים:

שאלות:

1) אבן נזרקת מגג בניין

מג' בניין שגובהו 120 מטר נזרקת אבן כלפי מעלה, ב מהירות התחלה שגודלה 20 מטר לשניה.

א. כעבור כמה זמן תמצא האבן בשיא גובה התנועה?

ב. מה הגובה המקסימלי אליו מגיעה האבן?

ג. מהי מהירות האבן כאשר היא פוגעת בקרקע? (הYPD על הסימן).

2) חלק ניתק מטיל

טיל משוגר אנכית כלפי מעלה, ממנוחה, בתאוצה קבועה של 6 מטר לשניה ברייבוע. כאשר הטיל בגובה של 300 מטר ניתק ממנו חלק.

א. מהי מהירות הטיל ברגע ניתוק החלק?

ב. מהו שיא הגובה, ביחס לקרקע, אליו מגיעת החלק שנייה?

ג. לאחר כמה זמן מרגע השיגור יפגע החלק בקרקע?

ד. מהי מהירות החלק ברגע פגיעתו בקרקע?

3) כדור נזרק מלמעלה וגוף נזרק מלמטה

כדור נזרק כלפי מטה מראש בניין שגובהו 80 מטר.

מהירותו התחלה של הכדור היא 15 מטר לשניה.

באוטו הרגע, נזרק גוף שני מתחתי הבניין כלפי מעלה.

מהירותו התחלה של הגוף השני היא 40 מטר לשניה.

א. רשום נוסחת מקום – זמן עבור כל גוף.

ב. האם הגוף השני יעבור את גובה הבניין?

ג. היכן ביחס לרצף הבניין יחלפו הגוף אחד ליד השני?

ד. רשום נוסחת מהירות – זמן לכל גוף.

ה. מה תהיה מהירותם כל גוף ברגע המפגש?

ו. מהי מהירות הפגיעה בקרקע של כל גוף?

ז.شرط גוף מהירות – זמן וגוף מיקום – זמן לכל גוף.

- 4) גוף נזרק אנכית מגג בניין**
 גוף נזרק אנכית כלפי מעלה מגג בניין שגובהו 40 מטר.
 מהירותו ההתחלתית של הגוף היא 30 מטר לשניה.
 בחר ציר y , שראשיתו בקרקע וכיוונו החזובי כלפי מעלה.
 א. רשום את הפונקציות: מקום-זמן, מהירות-זמן ותאוצה-זמן, של הגוף.
 ב. ערך טבלה של מהירותו ומיומו בזמן: $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5 \text{ sec}$.
 ג. שרטט גרפים עבור שלושת הפונקציות שהישבtas בסעיף א'.
- 5) כדור מלמעלה וכדור מלמיטה מתעכבר**
 כדור נופל מגובה של 70 מטרים בנפילה חופשית.
 שלוש שניות לאחר מכן נזרק כדור נוסף מהקרקע במהירות ההתחלתית v_0 .
 א. רשום נוסחת מקום-זמן לכל הגוף כפונקציה של v_0 .
 ב. מה צריך להיות v_0 על מנת שהכדורים לא יחלפו זה על פני זה?
 ג. רשום נוסחת מקום – זמן לכל הגוף, בהנחה שהערך של v_0 הוא הערך המקסימלי שקיים את התנאי של סעיף ב'.
 ד. מה תהיה מהירותם כל הגוף בפגיעה בקרקע?
 ה. שרטט גרף מהירות – זמן לשתי האבניים על אותה מערכת צירים.
- 6) כדור פורח**
 כדור פורח עולה במהירות קבועה של 15 מטרים לשניה כלפי מעלה.
 בגובה של 150 מטרים הכדור משחרר שק חול.
 מצא כמה זמן ייקח לשק החול להגיע לקרקע.
 (רמז: מהירות הכדור לא נתונה ללא סיבה)
- 7) אבן אחרי אבן**
 אבן משוחררת ממנוחה מגובה של 60 מטרים. שתי שניות לאחר מכן נזרקת אבן נוספת כלפי מטה מאותוגובה.
 באיזו מהירות יש לזרוק את האבן, על מנת ששתי האבניים יגיעו לקרקע באותו הזמן?
- 8) אדם משחרר כדור מתוך מעלית****
 מעלית עולה מגובה הקרקע במהירות קבועה. בזמן T_1 אדם הנמצא במעלית משחרר כדור מתוך המעלית דרך חור שברצפת המעלית.
 הכדור מגיע לקרקע בעבר T_2 שניות.
 מצאו את גובה המעלית h בזמן T_1 .
 נתונים: T_1 ו- T_2 .

9) ילד זורק כדור בקפיצה**

ילד מנסה לזרוק כדור לתקירה של הכתה אך איןו מצליח להגיע עד לתקירה. המורה לפיזיקה שהבחן בניסיונוטיו של הילד הציע לצד שיזורק את הcador תוך כדי קפיצה בכיוון מעלה.

- א. האם המורה צודק? לאיזה גובה הגיע הcador אם הילד קופץ ומיד זורק את הcador כלפי מעלה? הניחו שמהירות הקפיצה של הילד היא v_1 ומהירות הזרקה של הcador v_2 ביחס הילד היא אותו הדבר. הניחו שזריקת הcador לא משפיעה על הילד.
- ב. בטאו את העתק של הילד ושל הcador כפונקציה של הזמן בו הילד זורק את הcador.

תשובות סופיות:

(1) ב. 20m א. 2sec . 7.29 sec . ג. 25.8sec

(2) ב. 480m א. 60 $\frac{m}{sec}$ ג. $\approx -98 \frac{m}{sec}$. ד. 25.8sec.

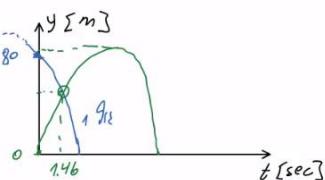
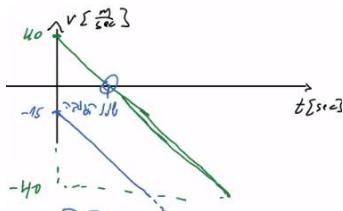
(3) ב. 80m א. גוף 1 : $y_1(t) = 80 + (-15)t - 5t^2$, גוף 2 : $y_2(t) = 40t - 5t^2$

ג. $y_2(t=1.45) \approx 47.74m$

ד. גוף 2 : $v_2(t) = 40 - 10t$, גוף 1 : $v_1(t) = -15 - 10t$

ה. גוף 1 : $-40 \frac{m}{sec}$, גוף 2 : $-42.72 \frac{m}{sec}$, גוף 1 : $-25.4 \frac{m}{sec}$, גוף 2 : $-29.6 \frac{m}{sec}$

ו. מיקום-זמן (גוף 1 בכחול, גוף 2 בירוק) :



(4) א. מיקום-זמן : $y(t) = 40 + 30t - 5t^2$, מהירות-זמן :

תאוצה-זמן : $a = -10$.

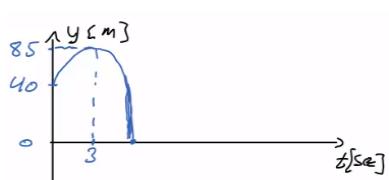
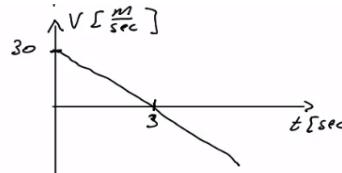
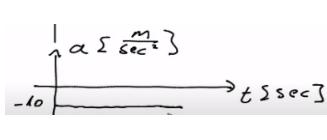
ב.

זמן (בשניות)	מהירות (מטרים לשנייה)	מקום (במטרים)
0	30	40
1	20	65
2	10	80
3	0	85
4	-10	80
5	-20	65

תאוצה-זמן :

מהירות-זמן :

ג. מיקום-זמן :

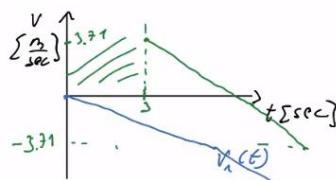


(5) א. כדור 1 : $y_2(t) = 0 + v_0(t-3) - 5(t-3)^2$, כדור 2 : $y_1(t) = 70 - 5t^2$

ב. כדור 1 : $v_2(t) = 3.71 - 10(t-3)$, כדור 2 : $v_1(t) = -10t$, $v_0 \leq 3.71$

ד. כדור 1 : $v_2(t=3.74) \approx -3.69 \frac{m}{sec}$, כדור 2 : $v_1(t=3.74) = -37.4 \frac{m}{sec}$

ה. שרטוט:



$$\cdot t \approx 7.18 \text{ sec} \quad (6)$$

$$\cdot v_0 \approx 33.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (7)$$

$$\cdot h = \frac{g T_2^2}{2 \left(1 + \frac{T_2}{T_1} \right)} \quad (8)$$

$$\text{ב. ליד : } \cdot \frac{(v_1 + v_2)^2}{2g} - v_2 t_0 \quad \cdot y = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2g} \quad (9)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 6 - קינמטיקה - תנועה במרחב

תוכן העניינים

45 1. תנועה במרחב

תנועה במשור:

שאלות:

1) דוגמה 1

גוף נע במשור, כך שמיומו בציר ה- x כתלות בזמן הוא : $x(t) = 2t$
ומיומו בציר ה- y כתלות בזמן הוא : $y(t) = 3t^2$.

- .
א. שרטט על גבי מערכת צירים דו מימדיית את מיקום הגוף ב- $t = 0, 1, 2, 3 \text{ sec}$
- ב. רשום את הערך של וקטור מיקום הגוף בכל אחד מן הרגעים, ושרטט את וקטור המיקום בכל רגע על מערכת הצירים.
- ג. רשום נוסחה לוקטור המיקום כתלות בזמן.

2) דוגמה 2

גוף נע במשור, כך שמיומו בציר ה- x כתלות בזמן הוא : $x(t) = 4 + 3t$
ומיומו בציר ה- y כתלות בזמן הוא : $y(t) = 2t^2$.

- .
א. רשום את וקטור המיקום כתלות בזמן ומצא את מיקום הגוף ב- $t = 1, 2 \text{ sec}$
- ב. רשום את העתק של הגוף בחמש השניות הראשונות של התנועה.
- ג. מצא את העתק שביצע הגוף מ- $t = 2 \text{ sec}$ עד $t = 4 \text{ sec}$.

3) דוגמה 3

גוף נע במשור, כך שמיומו כתלות הזמן בציר ה- x הוא : $x(t) = 2t - 3$
ומיומו בציר ה- y כתלות בזמן הוא : $y(t) = t^2$.

- א. מצא את וקטור המיקום של הגוף כתלות בזמן.
- ב. מצא את העתק שביצע הגוף בין $t = 3 \text{ sec}$ ל- $t = 5 \text{ sec}$.
- ג. מצא את מהירות הממוצעת במרוחת הזמן של סעיף ב'.

4) גוף נזרק אופקי מגובה רב

גוף נזרק אופקי ב מהירות של 10 m/s לשניה מגובה רב.
מה יהיה מיקומו, ביחס לנקודת הזירה, ומהירותו, לאחר 4 שניות?

5) גוף נזרק אופקי מגג בניין

גוף נזרק אופקי מגג בניין בגובהו 40 מטר.

א. متى יפגע הגוף בקרקע?

ב. היכן יפגע הגוף בקרקע אם מהירות הזריקה היא 15 מטר לשניה?

ג. מהו גודל מהירות הגוף בזמן הפגיעה בקרקע ומהי כיוונת?

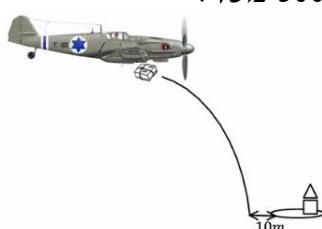
6) חビルת סיוע לכפר

מטוס טס במהירות קבועה של 200 מטר לשניה בגובה של 3000 מטר.

המטוס רוצה לשחרר חビルת סיוע לכפר הנמצא מתחתיו.

א. מצא את המרחק האופקי מהכפר שבו צרייך המטוס לשחרר את החビルת על מנת שתתנהת בדיק 10 מטר לפני הכפר.

ב. מהי הזווית בה רואה המטוס את הכפר באותו רגע?

**7) משוואת מסלול**

מצא את משוואת המסלול ושרטט את המסלול על מערכת צירים עבורי המסלול

$$\text{הבא : } x(t) = \sqrt{3+t^2}, \quad y(t) = \sqrt{7-t^2}.$$

הנח ש- x ו- y תמיד חיוביים.

8) זריקה משופעת

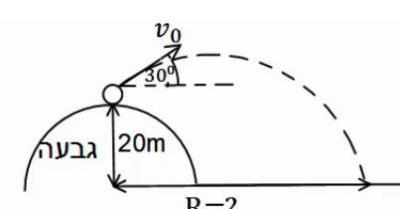
גוף נזרק במהירות של 40 מטר לשניה בזווית של 30 מעלות ביחס לציר האופקי.

א. מצא את מיקום ומהירות הגוף ב- $t = 2\text{sec}$.

ב. متى יפגע הגוף בקרקע?

ג. מהו המרחק האופקי בו יפגע הגוף בקרקע?

ד. מהי מהירות הגוף ברגע הפגיעה?

**9) כדור נבעט מגבעה**

כדור נבעט מגבעה בגובה 20 מטר. הכדור נבעט

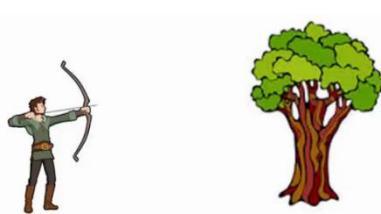
במהירות של 28 מטר לשניה ובזווית של 30 מעלות.

א. متى יפגע הכדור בקרקע?

ב. מהו המרחק האופקי של הכדור, מנקודת

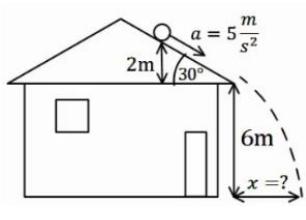
הבעיטה, ברגע הפגיעה בקרקע?

ג. מהי מהירות הכדור ברגע הפגיעה?



- 10) דן יורה חץ על עץ**
 דן יורה חץ מגובה של 2 מטרים לעבר עץ הנמצא במרחק של 8 מטרים. מהירות היציאה של החץ מהקשת היא 30 מטר לשניה. נמצא באיזה גובה יפגע החץ בעץ, אם הזרועית שבה יורה דן את החץ היא 15 מעלות.

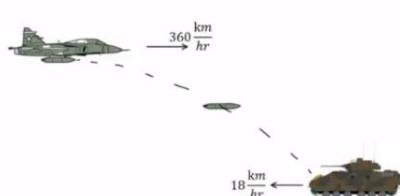
- 11) דני מחליק במגלשה**
 דני מחליק במגלשת מים. סוף המגלשה נמצא בגובה 2 מטרים מעל הבריכה ובזווית של 30 מעלות מתחת לאופק. בהנחה שדני יוצא מהמגלשה במהירות של 10 מטרים לשניה, מהו המרחק האופקי אותו יעבור עד הפגיעה במים? מהי מהירותו בפגיעה במים?



- 12) כדור מתגלגל מגג משופע**
 כדור מתגלגל מגג בניין משופע. הכדור מתחילה תנועתו ממנוחה מגובה של 2 מטרים מקצה הגג, שיופיעו הוא 30 מעלות מתחת לאופק. נתון כי תאוצה הכדור בכיוון תנועתו על הגג היא 5 מטרים לשניה ברכיבו. מצא את המרחק האופקי מקצת הגג בו יפגע הכדור בקרקע.

- 13) תנועת כדור עם רוח נגדית**
 כדור נבעט מהקרקע במהירות של 20 מטרים לשניה וbezווית של 45 מעלות מהקרקע. רוח נגדית גורמת לכדור תאוצה בכיוון האופקי של 2 מטרים לשניה ברכיבו (בנוסף לתאוצת הכבוד).
 א. מצא את מיקום הכדור ומהירותו ב- $t = 2\text{sec}$.
 ב. מהו המרחק בו פוגע הכדור בקרקע?
 ג. מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע הכדור?
 ד. מהו המרחק האופקי המקסימלי אליו הגיע הכדור?

- 14) מסירה בפוטבול**
 במשחק הפוטבול הרכו' האחורי זורק כדור בזווית של 45 מעלות ביחס לקרקע ובמהירות של 30 מטרים לשניה. שחקן הקבוצה הנמצאת 15 מטרים קדימה מהרכו' האחורי רץ במהירות של 5 מטרים לשניה.
 השחקן רואה את הכדור ומתייחל להאייז בתאוצה קבועה. מהי התאוצה הדרושה לשחקן כך שיוכל לתפוס את הכדור בדיקוק בגובה בו הוא נזרק? האם סימן התאוצה יכול להיות שלילי? מה המשמעות של תאוצה זו?

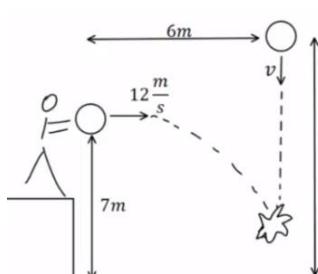
15) מטוס מטיל פצצה על טנק שנע

מטוס טס בכיוון אופקי ב מהירות של 360 km/hr .

טנק אויב הנמצא במרחק אופקי של 3 ק"מ ממנו נע ב מהירות 18 km/hr כלפי המטוס. כעבור 10 שניות הטיס מבחן בטנק ומשחרר פצצה.

- חשבו את הזמן מהרגע שבו שוחררה הפצצה ועד לרגע פגיעהה בטנק.
- מהו גובה המטוס מעל פני הקרקע?

- מהי מהירות הפצצה (גודל וכיוון) ברגע פגיעהה בטנק?

16) כדור נזרק אופקי פוגע בצדור שנזרק אנכית

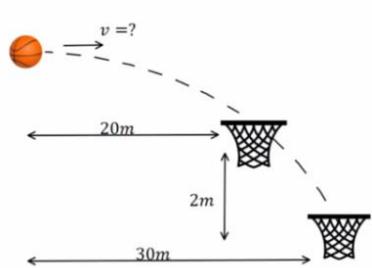
כדור נזרק אנכית כלפי מטה מגובה של 10 מטרים וב מהירות v לא ידועה. באותו הרגע ובמרחק אופקי של 6 מטרים נזרק כדור נוסף זריקה אופקית, מגובה 7 מטרים וב מהירות של 12 מטר לשניה . ה כדורים מתנגשים באוויר בגובה לא ידוע.

- מהו הזמן בו ה כדורים מתנגשים?

- מהי מהירות בה נזרק הכדור הראשון?

- מהו הגובה שבו נפגשים ה כדורים?

- מהי מהירות ה כדור השני ברגע פגיעתו ב כדור הראשון (גודל וכיוון)?

17) כדורסל עובר דרך שני סלים

כדורסל נזרק אופקית ב מהירות התחלה לא ידועה ובגובה לא ידוע. ה כדור עבר דרך שני סלים (ניתן להניח שהסלים ללא רשת והכדור לא פוגע ב טבעת כך שהמעבר דרך הסלים לא משנה את המסלול). ה סל הראשון ממוקם 20 מטר מנקודת הזירה של ה כדור וה סל השני 30 מטר מנקודת הזירה של ה כדור ו- 2 מטר מתחת ל סל הראשון.

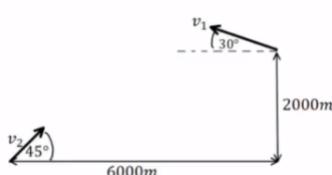
- מהי מהירות התחלה של ה כדור?

- מאי זה גובה מעל ל סל העליון נזרק ה כדור?

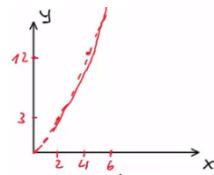
- כמה זמן חלף מהרגע בו נזרק ה כדור ועד לרגע בו הגיעו ל סל השני?

18) כיפת ברזל מיירטת קאסם

טיל קאסם נורה לעבר עמדת כיפת ברזל. המכ"ם של הכיפה מזיהה את הטיל כשהוא נמצא בגובה 2000 מטר ובמרחך אופקי של 6000 מטר ממיקום של עמדת הכיפה. ברגע הגilio לטייל זווית של 30 מעלות עם האופק. המחשב של כיפת ברזל מתריע כי לפי חישוב המסלול של הטיל הוא הולך לפגוע ישירות בעמדת. הנה שטיל הקאסם נע ללא מנוע (כלומר, כמו פגז בתנועה בליסטיות).



- א. מהי מהירות הטיל ברגע הגilio?
 ברגע הגilio נורה טיל מיירט לעבר טיל הקאסם.
 הטיל המיירט נורה בזווית של 45 מעלות.
- ב. מה צריכה להיות מהירותו ההתחלתית של הטיל המיירט בשבייל שייפגע בטיל הקאסם
 (הנה שתנועת הטיל המיירט היא גם ללא מנוע)?
- ג. متى מתרחשת הפגיעה?
- ד. באיזה גובה מתרחשת הפגיעה?

תשובות סופיות:**.א. (1)**

ב. $\vec{r}(t=0)=(0,0)$, $\vec{r}(t=1)=(2,3)$, $\vec{r}(t=2)=(4,12)$, $\vec{r}(t=3)=(6,27)$

$$\vec{r} = \left(2t, 3t^2 \right) = 2t\hat{x} + 3t^2\hat{y}$$

א. הנוסחה: **(2)** $\vec{r}(t)=\left(4+3t, 2t^2\right)$

$$\Delta\vec{r}=(6, 24)$$
 ג. $\Delta\vec{r}=(15, 50)$ ב.

א. $\vec{v}=(2,8)$ ג. **(3)** ב. $\Delta\vec{r}=(4,16)$ $\vec{r}=(2t-3)\hat{x}+t^2\hat{y}$

ב. מיקום: **(4)** $\vec{v}(t=4)=(10,40)$, $\vec{r}(t=4)=(40,80)$

א. $x(t=\sqrt{8})=15\cdot\sqrt{8}\approx 42.43\text{m}$ ב. $t=\sqrt{8}\approx 2.83\text{sec}$ **(5)**

ג. גודל: כיוון: $|\vec{v}| \approx 32.02 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

א. $\theta=31.38^\circ$ ב. $4,908.98\text{m}$ **(6)**

ב. משווה: **(7)** $y(x)=\sqrt{10-x^2}$, שרטוט:



א. מיקום: **(8)** $\vec{v}=(34.64, 0)$, מהירות: $x(t=2)=69.28\text{m}$, $y(t=2)=20\text{m}$

ב. $\vec{v}=(34.64, -20)$ ג. $x(t=4)=138.56\text{m}$ $t=4\text{sec}$

ג. $\vec{v}=(24.25, -24.4)$ ג. $x(t=3.84)=93.12\text{m}$ $t \approx 3.84\text{sec}$ א. **(9)**

$$y(t=0.28) \approx 3.78$$
 (10)

ב. המרחק: **(11)** $\vec{v}=(8.66, 8.1)$, מהירות: $x(t)=2.68\text{m}$

$$x(t=0.82) \approx 4.49\text{m}$$
 (12)

א. מיקום: **(13)** $x(t=2)=24.28\text{m}$, $y(t=2)=8.28\text{m}$

ב. $v_x(t=2)=10.14 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $v_y(t=2)=-5.86 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ מהירות:

ג. $x_{\max}=32.01\text{m}$ ג. $y(t=1.41) \approx 10\text{m}$

14) התאוצה: $a \approx 5.99 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$, כן, יכול להיות שלילי. המשמעות היא תאוצה, כולם על השחקן להאט על מנת לתפוס את הcador בדיק בגובה הזריקה.

$$\text{ג. } 211 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, -61.7^\circ \quad \text{ב. } h \approx 1724\text{m} \quad \text{א. } t \approx 18.57 \text{ sec. (15)}$$

$$\text{ג. } 5.75\text{m} \quad \text{ב. } v = 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א. } t = 0.5 \text{ sec. (16)}$$

$$13 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, -22.6^\circ \quad \text{ד.}$$

$$\text{ג. } t_2 \approx 0.849 \text{ sec.} \quad \text{ב. } h = 3.6\text{m} \quad \text{א. } v = \sqrt{1250} \frac{\text{m}}{\text{sec}}. (17)$$

$$\text{ד. } 2493\text{m.} \quad \text{ג. } t_0 \approx 13.9 \text{ sec.} \quad \text{ב. } v_2 \approx 353 \frac{\text{m}}{\text{sec}}. \quad \text{א. } v_1 \approx 210 \frac{\text{m}}{\text{sec}}. (18)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71060, 71059)

פרק 7 - דינמיקה - תנועה בהשפעת כוחות (חוקי ניוטון)

תוכן העניינים

52	1. הקדמה, חוק ראשון ושלישי
61	2. חוק שני של ניוטון
76	3. הכוח האלסטי- קפיץ
81	4. תרגילים נוספים לחוק ראשון ושלישי

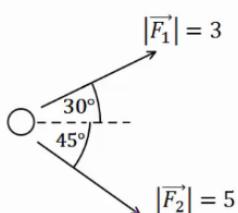
הקדמה, חוק ראשון ושלישי:

שאלות:

דינמיקה והכוחות הבסיסיים:

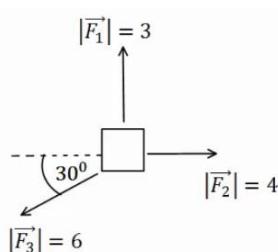
1) דוגמה 1

חשב את שקול הכוחות הפועל על גוף ב מקרה הבא :



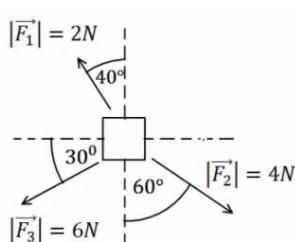
2) דוגמה 2

חשב את שקול הכוחות הפועל על גוף ב מקרה הבא :



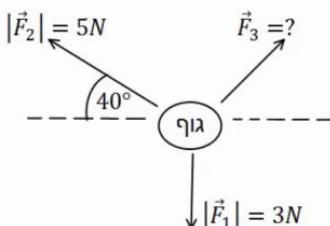
3) דוגמה 3

חשב את שקול הכוחות הפועל על גוף ב מקרה הבא :



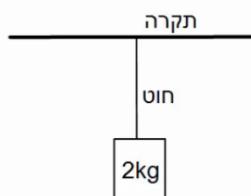
4) דוגמה 4

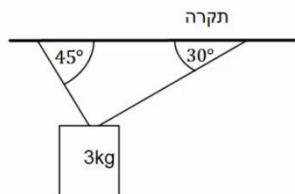
באיור הבא נתונים הכוחות \vec{F}_1 , \vec{F}_2 וידוע כי הגוף נע במתירות קבועה בקו ישר. מצא את גודלו וכיוונו של \vec{F}_3 .



5) דוגמה 5

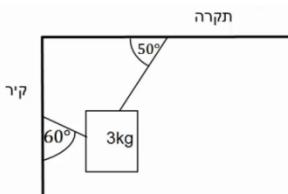
גוף תלוי במנוחה מהתקלה באמצעות חוט אחד. מהי המתייחסות בחוט אם מסת הגוף היא 2 ק"ג?



6) דוגמה 6

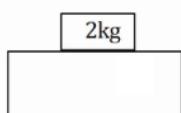
גוף תלוי במנוחה מהתקירה באמצעות שני חוטים, לפי האיוור הבא.

מהי המתייחסות בכל חוט אם מסת הגוף היא 3 ק"ג?

7) דוגמה 7

גוף תלוי במנוחה מהתקירה באמצעות חוט ומחובר לקיר המאונך לתקירה באמצעות חוט נוסף (הסתכל באיוור).

מהי המתייחסות בכל חוט אם מסת הגוף היא 3 ק"ג?

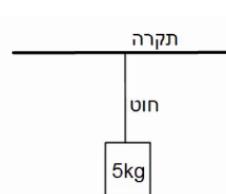
8) דוגמה 8

מסה של 2 ק"ג נמצאת במנוחה על שולחן.

א. שרטט תרשימים כוחות על המסה.

ב. מהו גודלו וכיוונו של הכוח הנורמלי הפועל מהשולחן על המסה?

ג. מהו גודלו וכיוונו של הכוח הנורמלי הפועל על השולחן מהמסה?

9) דוגמה 9

מסה של 5 ק"ג תלואה במנוחה מהתקירה באמצעות חוט יחיד.

א. מהי המתייחסות בחוט?

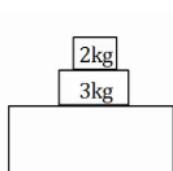
ב. מהו גודלו וכיוונו של הכוח שפעיל החוט על התקירה?

ג. מהו גודלו וכיוונו של הכוח שפעילה התקירה על החוט?

10) דוגמה 10

דני ויוסי מושכים בחבל משני צידי, כל אחד מהם מושך בכוח של 50 ניוטון.

מהי המתייחסות בחבל?

11) דוגמה 11

במערכת הבאה ישנה מסה של 3 ק"ג הנמצאת במנוחה על שולחן.

על המסה מונחת מסה נוספת של 2 ק"ג.

א. שרטט תרשימים כוחות לכל אחת מהמסות.

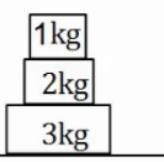
ב. חשב את הכוח הנורמלי הפועל על המסה העליונה.

ג. חשב את הכוח הנורמלי הפועל על המסה התחתונה מהשולחן.

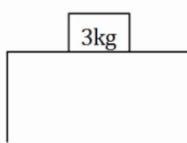
ד. חשב את הכוח הנורמלי הפועל על השולחן.

12) דוגמה 12

שלוש מסות מונחות אחת על גבי השניה ועל הקרן במנוחה, כפי שנראה בציור.

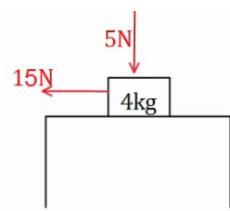


- מהו גודלו וכיוונו של הכוח שפעילה המסה הכי תחתונה על המסיה מעלה?
- מהו גודלו וכיוונו של הכוח שפעילה הרצפה על המסיה הכי תחתונה?

חיכוך:**13) גוף על שולחן**

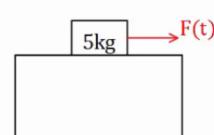
גוף בעל מסה של 3 ק"ג נמצא במנוחה על שולחן.
מקדם החיכוך הסטטי הוא $\mu_s = 0.4$.

- מהו הכוח המקסימלי הנitin להפעיל על הגוף, כך שיישאר במנוחה?
כוח אופקי בגודל 10 ניוטון פועל על הגוף ימינה.
- מצא את גודלו וכיוונו של החיכוך הסטטי.

14) כוח מלמעלה

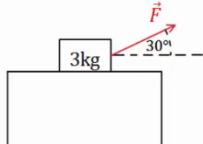
גוף בעל מסה של 4 ק"ג נמצא במנוחה על שולחן.
כוח אנכי בגודל של 5 ניוטון לוחץ את הגוף כלפי השולחן.
מקדם החיכוך הסטטי הוא: $\mu_s = 0.4$.

- מהו הכוח המקסימלי הנitin להפעיל על הגוף, כך שיישאר במנוחה?
כוח אופקי בגודל 15 ניוטון פועל על הגוף שמאליה.
- מצא את גודלו וכיוונו של החיכוך הסטטי.

15) כוח תלוי בזמן

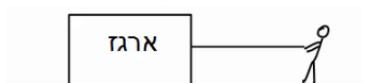
גוף בעל מסה של 5 ק"ג נמצא במנוחה על שולחן.
כוח אופקי התלוי בזמן $F(t) = 2 \cdot t^2$ פועל על הגוף ימינה.
מקדם החיכוך הסטטי הוא: $\mu_s = 0.3$.

- מהו הכוח המקסימלי הנitin להפעיל על הגוף, כך שיישאר במנוחה?
ב. متى יתחיל הגוף בתנועה?
ג. שרטט גרף של החיכוך הסטטי כתלות בזמן.

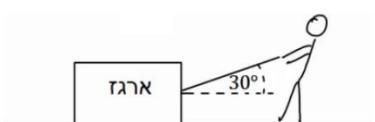
16) כוח בזווית

גוף בעל מסה של 3 ק"ג נמצא במנוחה על שולחן. כוח קבוע פועל על הגוף בזווית של 30 מעלות עם הכיוון האופקי. מקדם החיכוך הסטטי הוא: $\mu_s = 0.3$.

- מהו הגדול המקסימלי של הכוח בשאלת אוטו ניתן להפעיל כך שהגוף ישאר במנוחה?
- מצא את גודלו וכיוונו של החיכוך הסטטי אם גודל הכוח הוא 5 ניוטון.

17) דני מושך במקביל לקרקע

דני מושך ארגז במקביל לקרקע. ידוע כי מסת הארגז היא 20 ק"ג, ומקדם החיכוך הקינטי בין הארגז לקרקע הוא: $\mu_k = 0.2$. מצא מהו גודלו של הכוח שפעילDani, אם הארגז נע במהירות קבועה.

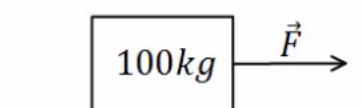
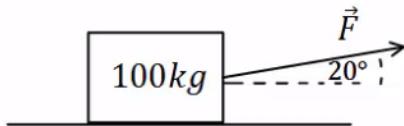
18) ירון מושך בזווית

ירון מושך ארגז באמצעות חבל הנמתח בזווית של 30 מעלות ביחס לקרקע. ידוע כי מסת הארגז היא 20 ק"ג, ומקדם החיכוך הקינטי בין הארגז לקרקע הוא: $\mu_k = 0.2$. מצא מהו גודלו של הכוח שפעיל Yaron, אם הארגז נע במהירות קבועה.

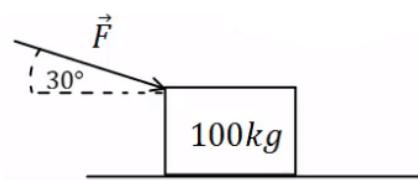
19) כוח בכמה כיוונים

מצא מה גודל הכוח הדרוש להזיז את הארגז במהירות קבועה בכל אחד מהמקרים הבאים. מסת הארגז היא 100 ק"ג ומקדם החיכוך של הארגז עם הרצפה הוא: $\mu_k = 0.4$.

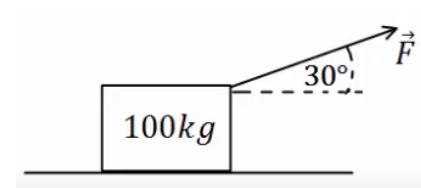
- כוח מושך אופקי בזווית של 20°

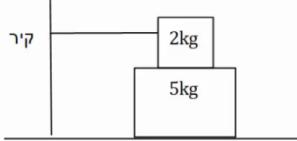


- כוח דוחף בזווית של 30° מתחת לאופק



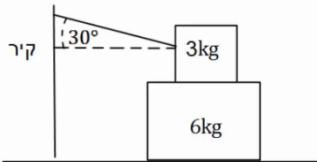
- כוח מושך בזווית של 30°



(20) מסה על מסה קשורה לקיר

מסה של 2 ק"ג מונחת מעל מסה של 5 ק"ג.
המסה העליונה קשורה בחוט אופקי לקיר משמאל.
מקדם החיכוך בין המסות ובין המסה התחתונה
למשטח הם : $\mu_k = 0.2$, $\mu_s = 0.3$.

- מהו הכוח האופקי המקסימלי שנitinן להפעיל על המסה התחתונה בכיוון ימין, כך שהיא תישאר במנוחה?
- מה המתיichות בחוט, אם הכוח הוא אותו כוח שהישב בסעיף א'?
- מה הכוח אותו יש להפעיל על מנת למשוך את המסה התחתונה במהירות קבועה? הנח שהמסה כבר בתנועה.

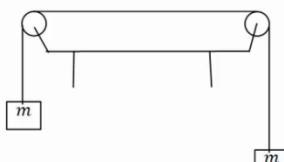
(21) מסה על מסה קשורה לקיר בזווית

מסה של 3 ק"ג מונחת מעל מסה של 6 ק"ג.
המסה העליונה קשורה בחוט המתוח בזווית של 30 מעלות ומחובר לקיר משמאל.
מקדם החיכוך הסטטי בין המסות ובין המסה התחתונה למשטח הוא : $\mu_s = 0.3$.

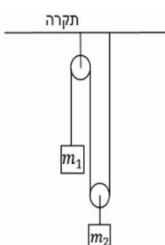
- מהו הכוח האופקי המקסימלי שנitinן להפעיל על המסה התחתונה בכיוון ימין, כך שהיא תישאר במנוחה?
- מהי המתיichות בחוט, אם גודל הכוח הינו זהה לערך אותו חישבת בסעיף א'?

(22) שתי משקולות תלויות על שולחן

שתי משקולות זהות בעלות מסה של 4 ק"ג תלויות במנוחה משני צידין של שולחן.
המשקולות מחוברות באמצעות חוט העובר דרך גלגלות אידיאליות, ראה איור.

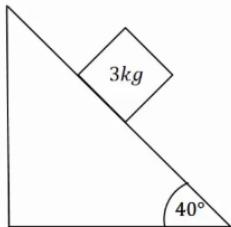


- מהי המתיichות בחוט?
- מהו הכוח (גודל וכיוון) שפעיל המוט המחבר את הגלגלת לשולחן עבור כל גלגלת?
- אם היה שינוי בתשובה לך סעיפים הקודמים במידה והמסות היו נעות במהירות קבועה לאחד הכיוונים?



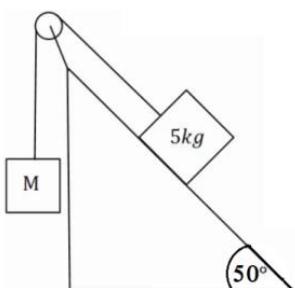
שתי מסות תלויות באמצעות חוטים וגלגלות אידיאליים לפי האיור הבא. המערכת נמצאת במנוחה.

- מצא את היחס בין המסות : $\left(\frac{m_1}{m_2} = ? \right)$.
- מצא את המתיichות בכל חוט המערכת, אם ידוע ש : $m_2 = 40\text{gr}$.

המשור המשופע:**(24) מסה בשיפוע**

מסה של 3 ק"ג נמצאת במנוחה על משור משופע בעל זווית של 40 מעלות. בין המסה למדרון קיימים חיכוך, ומקדם החיכוך הסטטי הוא: $\mu_s = 0.2$.

- שרטט תרשימים כוחות לבעה.
- מצא את גודלם של הכוח הנורמלי והחיכוך.

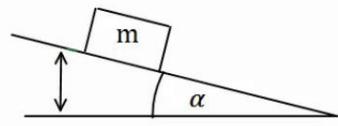


מסה של 5 ק"ג מונחת על משור משופע בעל זווית של 50 מעלות. המסה מחוברת באמצעות חוט אידיאלי ודרך גלגלת אידיאלית למסה נוספת M התלויה באוויר מצידו השני של המשור.

- מצא את גודלה של המסה M , על מנת שהמערכת תשאר במנוחה כאשר אין חיכוך לבעה.

עת נתון שבין המסה למדרון קיימים חיכוך, ומקדם החיכוך הסטטי הוא: $\mu_s = 0.3$.

- מצא מה הוא גודלה המksamלי והמיןימלי האפשרי של M , על מנת שהמערכת תשאר במנוחה.

(26) זווית החלקה

מסה m מונחת על משור משופע ונמצאת במנוחה. מגדילים את זווית השיפוע של המשור בקצב איטי.

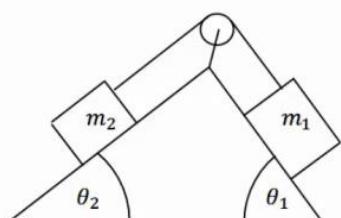
- מצא את הזווית בה תחיל המסה להחליק

אם מקדם החיכוך הסטטי בין המסה למשור הוא: $\mu_s = 0.2$.

תרגול בפרמטרים.

- פתרו את סעיף א' שוב כאשר מקדם החיכוך נתון כפרמטר μ ללא ערך מספרי.

ג. חשוב על דרך כללית למדידת מקדם החיכוך הסטטי של גוף עם משטח כלשהו.

(27) שתי מסות שני שיפועים

במערכת הבאה ישנו מדרון עם שיפוע שונה משנה צידיו,

זוויות השיפוע הן θ_1 , θ_2 . שתי מסות שונות m_1 , m_2 מונחות בשני צידי המדרון. המסות מחוברות באמצעות חוט אידיאלי, ודרך גלגלת אידיאלית המקבൃת למדרון.

אין חיכוך בין המדרון למסות.

נתון: m_1 , m_2 , θ_1 , θ_2 וכי המערכת נמצאת במנוחה.

מצא את m_2 .

(28) שתי מסות שני שיפועים וחיכוך

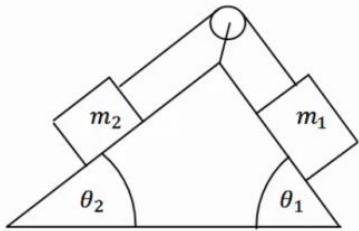
במערכת הבאה ישנו מדרון עם שיפוע שונה משני צידיו, זווית השיפוע הן: θ_1, θ_2 .

שתי מסות שונות m_1, m_2 מונחות בשני צידי המדרון, המסות מחוברות באמצעות חוט אידיאלי, ודרך גלגלת אידיאלית המקובעת למדרון.

בין המסות למדרון קיים חיכוך. המסות נעות ב מהירות קבועה עם כיוון השעון.

נתון: $\mu_k, \theta_1, \theta_2, m_1$.

מצא את m_2 .



תשובות סופיות:

$$\sum \vec{F} = (6.14, -2.04) \quad (1)$$

$$\sum \vec{F} = (-1.20, 0) \quad (2)$$

$$\sum F_x = -3.03N, \sum F_y = -3.47N \quad (3)$$

$$\text{גודל: } F_{F_3} = -3.14^\circ, \text{ כיוון: } |\vec{F}| \approx 3.84N \quad (4)$$

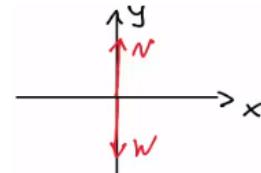
$$T = 20N \quad (5)$$

$$T_1 = 21.96N, T_2 \approx 26.90N \quad (6)$$

$$T_1 \approx 26.30N, T_2 \approx 19.48N \quad (7)$$

ב. גודל: $N = 20$, כיוון: כלפי מעלה. א. $T = 50N$ (8)

ג. גודל: $N = 20$, כיוון: כלפי מטה.



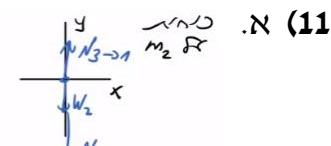
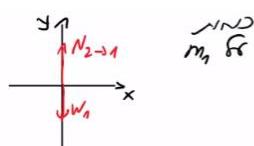
ב. גודל: $T = 50N$, כיוון: מטה. א. $T = 50N$ (9)

ג. גודל: $|\vec{F}| = 50$, כיוון: מעלה.

$$T = 50N \quad (10)$$

$$N_{32} = 50 \text{ .ג}$$

$$N_{21} = 20 \text{ .ב}$$

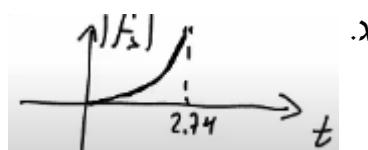


$$N_{23} = 50N \text{ .ד}$$

(12) א. גודל: $N_{43} = 60N$, כיוון: כלפי מעלה. ב. גודל: $N_{32} = 30N$, כיוון: כלפי מעלה.

$$\vec{f}_s = -10\hat{x} \quad f_{s_{max}} = 12N \text{ .נ} \quad (13)$$

$$\vec{f}_s = -15\hat{x}_N \quad f_{s_{max}} = 18N \text{ .נ} \quad (14)$$



$$t = 2.74 \text{ sec} \quad f_{s_{max}} = 15N \text{ .נ} \quad (15)$$

$$f_s = 4.330N \quad F_{max} = 8.858N \text{ .נ} \quad (16)$$

$$F_{Dami} = T = 40N \quad (17)$$

$$T \approx 41.41N \quad (18)$$

$$F = 600.58N \text{ .ד}$$

$$F = 375.23N \text{ .ג}$$

$$F \approx 371.57N \text{ .ב}$$

$$F = 400N \text{ .נ} \quad (19)$$

$$F = 18N \text{ .ג}$$

$$T = 6N \text{ .ב}$$

$$F_{\max} = 27N \text{ .נ (20)}$$

$$T = 8.86N \text{ .ב} \quad F_{\max} = 33.34N \text{ .נ (21)}$$

ג. לא.

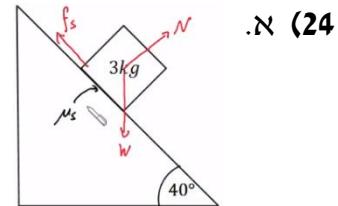
$$\theta = 45^\circ, F = 56.57N \text{ .ב}$$

$$T = 40N \text{ .נ (22)}$$

$$T_2 = 0.4N, T_1 = 0.2N \text{ .ב}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2} \text{ .נ (23)}$$

$$f_s = mg \cos 50^\circ \approx 19.28N, N \approx 22.98N \text{ .ב}$$



$$M_{\max} = 4.79kg, M_{\min} = 2.87kg \text{ .ב}$$

$$\text{ג. ראה סרטון.} \quad \alpha = \operatorname{shif} \tan(\mu_s) \text{ .ב}$$

$$M = 3.83kg \text{ .נ (25)}$$

$$\alpha = 11.31^\circ \text{ .נ (26)}$$

$$m_2 = m_1 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \text{ .(27)}$$

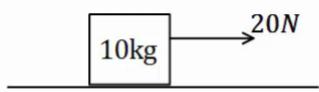
$$m_2 = m_1 \left(\frac{-\mu_k \cos \theta_1 + \sin \theta_1}{\sin \theta_2 + \mu_k \cos \theta_2} \right) \text{ (28)}$$

חוק שני של ניוטון:

שאלות:

1) דוגמה 1

כוח של 20 ניוטון מופעל על ארגז בעל מסה של 10 ק"ג. אין חיכוך בין הארגז לרצפה.

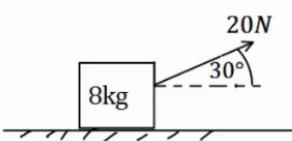


א. מצא את תאוצת הארגז.

ב. כמה זמן ייקח להזיז את הארגז למרחק של 30 מטרים באמצעות כוח זה, אם נתון שהargon התחליל תנועתו ממנוחה?

2) דוגמה 2

כוח של 20 ניוטון פועל בזווית של 30 מעלות מעלה האופק.



הכוח מופעל על ארגז בעל מסה של 8 ק"ג. הארגז נמצא במנוחה וננתן כי בין הארגז לרצפה קיימים חיכוך.

מקדמי החיכוך הסטטי והקינטי הם: $\mu_s = 0.1, \mu_k = 0.2$.

א. בדוק האם הארגז נשאר במנוחה או מתחילה לנוע.

ב. כמה זמן ייקח להזיז את הארגז למרחק של 30 מטרים באמצעות כוח זה?

ג. חזרה על הסעיפים אם הכוח היה בזווית של 70 מעלות.

3) מרחק עצירה

דני נוסע במכוניתו ב מהירות של 54 קמ"ש, ולפתע הוא מביח כי רמזור הנמצא 50 מטרים לפניו הופך לאדום. דני לוחץ על הבלמים ומתחיל בעצירה.

מקדם החיכוך הקינטי בין הגלגלים לרצפה הוא: $\mu_k = 0.3$.

הנח שהגלגלים ננעלים ואין למכונית מערכת ABS.

א. האם דני יספק לעצור לפני הרמזור?

ב. בדוק שוב האם דני יספק לעצור, אך הפעם הוסף זמן תגובה של שנייה אחת (זמן מהרגע שבו דני מביחן באור עד אשר הוא לוחץ על הבלמים).

4) כוח קבוע נפסק בפתאומיות

מסה של 2 ק"ג נמצאת במנוחה על משטח אופקי.

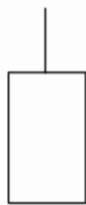
ברגע $t = 0$ מתחיל לפעול על המסה כוח אופקי של $N = 10$.

המסה מתחילה לנוע בהשפעת הכוח במשך 4 שניות, ואז נפסק הכוח בפתאומיות.

מקדם החיכוך הקינטי בין המסה לקרקע הוא: $\mu_k = 0.2$.

א. מה המרחק אותו עבר הגוף עד $t = 4\text{sec}$?

ב. מהו המרחק הכולל אותו עבר הגוף עד לעצירתו שוב?

**5) כוחות על מעלית**

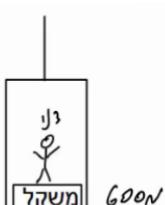
מעלית עולה בתאוצה של 0.5 מטרים לשניה ברכיבו,
באמצעות כבל הקשור לתקרתה. מסת המעלית היא 600 ק"ג.

א. שרטט תרשימים כוחות על המעלית.

הקפד על הגודל היחסני של כל וקטור בשרטוט.

ב. שרטט את שקול הכוחות ואת וקטור התאוצה.

ג. מהי המתיחות בכבל?

**6) משקל במעלית**

דני מודד את משקלו בתחום מעלית.

משקלו כאשר המעלית במנוחה הוא 600 ניוטון.

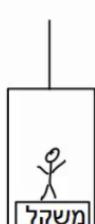
א. מהי מסתו של דני?

ב. מה יראה המשקל אם המעלית יורדת במהירות קבועה של 3 מטרים לשניה?

ג. מה יראה המשקל אם המעלית עולה בתאוצה של 3 מטר לשניה ברכיבו?

ד. מה יראה המשקל אם המעלית יורדת בתאוצה של 3 מטר לשניה ברכיבו?

ה. מה יראה המשקל אם המעלית נופלת נפילה חופשית?

**7) עוד משקל במעלית**

יוסי נמצא במעלית ומודד את מסתו באמצעות משקל.

יוסי מודד פעמי אחד כאשר המעלית נמצאת בתאוצה כלפי מעלה של 3 מטרים לשניה ברכיבו, ופעמי אחד כאשר המעלית נמצאת בתאוצה כלפימטה של 1 מטר לשניה ברכיבו.

ההפרש בין המדידות הוא 12 ק"ג.

מהי מסתו האמיתית של יוסי?

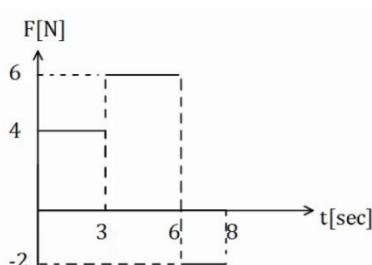
8) גרפים 1

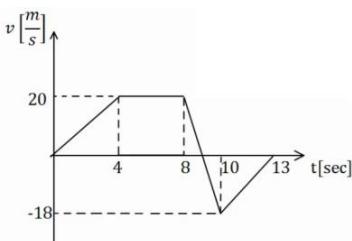
בגרף הבא נתון הכוח הפועל על הגוף כתלות בזמן.

א. מצא את תאוצת הגוף כתלות בזמן אם מסת הגוף היא 5 ק"ג.

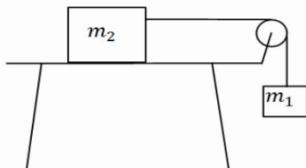
ב. מצא את מהירות הגוף כתלות בזמן אם מהירותו ההתחלתית היא: $v_0 = 0$.

ג. מצא את מיקום הגוף כתלות בזמן אם המיקום ההתחלתי הוא: $x_0 = 0$.



**9) גרפים 2**

גוף בעל מסה של 3 ק"ג נע לאורך קו ישר. מהירות הגוף כתלות בזמן נתונה לפי הגרף הבא. מצא את שקול הכוחות הפועל על הגוף בכל רגע, ושרטט גרף של השקלול כתלות בזמן.

10) מסה על שולחן מחוברת למסה תלולה

במערכת הבאה המסה $m_2 = 5\text{kg}$ נמצאת על שולחן אופקי ומחוברת דרך חוט אידיאלי למסה התלויה באוויר m_1 . בין השולחן ל- m_2 קיימים חיכוך ומקדמי החיכוך הם: $\mu_s = 0.3$, $\mu_k = 0.2$.

המערכת מתחילה ממנוחה וגובה המסה m_1 מעל הקרקע הוא: 3m.

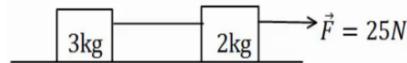
א. מצא את גודלה המינימלי של m_1 , עבורה המערכת תהיה בתנועה.

ב. הנח שגודלה של m_1 כפול מזו שחייבת בסעיף הקודם.

מהן תאוצות המסות?

ג. כמה זמן ייקח למסה להגיע אל הקרקע?

ד. מהן מהירויות המסות ברגע זה?

11) כוח מוושך מסה שמושכת מסה

מסה של 2 ק"ג נמצאת במנוחה על משטח אופקי.

המסה מחוברת באמצעות חוט אידיאלי למסה

נוספת של 3 ק"ג הנמצאת במנוחה על המשטח גם כן.

כוח אופקי של 25 ניוטון מוושך את המסאה הראשונה כלפי ימין.

א. מצא את תאוצות המסות ואת המתייחסות בחוט אם המשטח חלק (חסר חיכוך).

ב. חזר על סעיף א' במידה וקיים חיכוך בין המסות למשטח, ומקדם החיכוך

הקינטי הוא: $\mu_k = 0.2$.

12) כוח מוושך מסה שמושכת מסה

מסה של 2 ק"ג נמצאת במנוחה על

משטח אופקי. המסה מחוברת באמצעות

חוט אידיאלי למסה נוספת של 3 ק"ג הנמצאת במנוחה על המשטח גם כן.

המסה השנייה מחוברת למסה של 4 ק"ג בדומה.

כוח אופקי של 60 ניוטון מוושך את המסאה הראשונה כלפי ימין.

א. מצא את תאוצות המסות ואת המתייחסות בחוטים אם המשטח חלק (חסר חיכוך).

ב. חזר על סעיף א' במידה וקיים חיכוך בין המסות למשטח הקודם ומקדם

חיכוך הקינטי הוא: $\mu_k = 0.2$.

13) שתי מסות תלויות

במערכת הבאה שתי מסות שונות: $m_1 = 3\text{kg}$, $m_2 = 1\text{kg}$. המסות מחוברות באמצעות חוט אידיאלי ודרך גלגולות אידיאליות. המערכת מתחילה מנוחה וגובה המסלה $l = 2\text{m}$ מעל הקruk הוא:

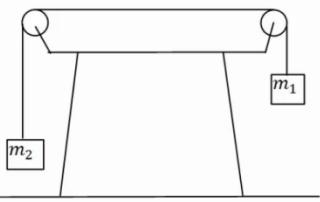
א. שרטט תרשימים כוחות עבור כל מסה.

ב. חשב את תאוצת הגוף.

ג. לאיזה כיוון תתחיל המערכת לנוע?

ד. כמה זמן ייקח למסה להגיע אל הקruk?

ה. מהי מהירות המסות ברגע זה?

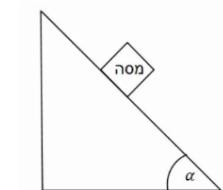
**14) מדרון משופע בסיסי**

מסה מונחת על מדרון משופע בעל זווית α . אין חיכוך בין המסה למדרון.

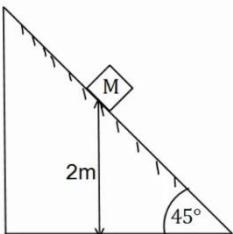
א. שרטט תרשימים כוחות על המסה.

ב. בטא את תאוצת המסה באמצעות הזווית.

ג. רשם משוואת מיקום-זמן ומהירות-זמן של המסה.

**15) מדרון משופע עם חיכוך**

מסה M מונחת על מדרון משופע בגובה של 2 מטרים. זווית השיפוע של המדרון היא 45 מעלות ומקדמי החיכוך הסטטי והקינטי בין המסה למדרון הם: $\mu_k = 0.1$, $\mu_s = 0.2$.



א. האם המסה תחליק או תישאר במנוחה?

ב. מצא תוקן כמה זמן תגעה המסה לתחתית המדרון?

מהי מהירותה ברגע זה?

16) מסה נזרקת במעלה המדרון

מסה M נזרקת במעלה מדרון משופע ב מהירות ההתחלתית של: $v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

זווית המדרון היא 30 מעלות. מקדמי החיכוך הסטטי והקינטי בין המסה למדרון הם: $\mu_k = 0.2$, $\mu_s = 0.25$.

א. מצא את תאוצת המסה.

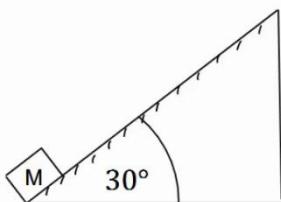
ב. רשם משוואת מיקום-זמן עבור תנועת המסה.

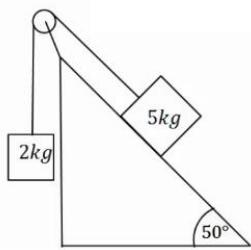
ג. מתי מגיעה המסה לשיא גובה תנועתה על המדרון?

ד. האם המסה תיעצר בשיא הגובה?

ה. כמה זמן ייקח למסה לחזור לתחתית המדרון?

מהרגע שבו התחילה תנועתה?



**17) מסה בשיפוע ומסה תלויה**

מסה של 5 ק"ג מונחת על מדרון משופע בעל זווית שיפוע של 50 מעלות. המסה מחוברת דרך חוט אידיאלי למסה של 2 ק"ג התלויה באוויר.

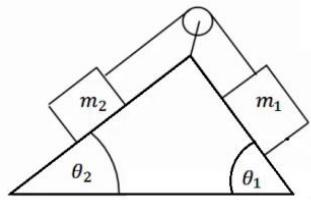
א. לאיזה כיוון תנועה המערכת?

ב. מצא את תאוצת המערכת.

כעת הנח שקיים חיכוך ומקדמי החיכוך הם: $\mu_s = 0.25$, $\mu_k = 0.2$.

ג. לאיזה כיוון יפעל החיכוך? האם החיכוך סטטי או קינטטי?

ד. מצא שוב את תאוצת המערכת.

**18) שתי מסות שני שיפועים 2**

במערכת הבאה ישנו מדרון עם שיפוע שונה משנה צידיו, זוויות השיפוע הן: θ_2 , θ_1 .

שתי מסות שונות m_2 , m_1 מונחות בשני צידי המדרון.

הmassות מחוברות באמצעות חוט אידיאלי ודרך גלגלת אידיאלית המקובעת למדרון. אין חיכוך בין המסות למדרון.

נתון: $\theta_1 = 45^\circ$, $\theta_2 = 30^\circ$, $m_1 = 2\text{kg}$, $m_2 = 4\text{kg}$.

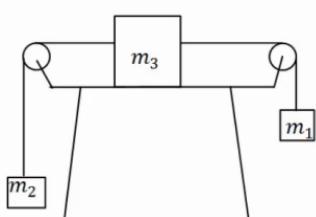
א. לאיזה כיוון תנועה המערכת?

ב. מצא את תאוצת המערכת.

כעת הנח שקיים חיכוך ומקדמי החיכוך הם: $\mu_s = 0.25$, $\mu_k = 0.2$.

ג. לאיזה כיוון יפעל החיכוך והאם החיכוך סטטי או קינטטי?

ד. מצא שוב את תאוצת המערכת.

**19) מסה על שולחן ושתי מסות תלויות**

מסה m_3 מונחת על שולחן במנוחה.

הmassה קשורה לשני צידיה לחוטים אידיאליים.

כל חוט עובר דרך גלגלת ומחבר למסה אחרת

התלויה באוויר (ראה איור).

הנח שהmassות לא פוגעות ברכפה.

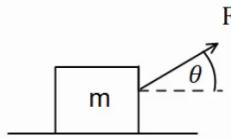
נתון: $m_1 = 14\text{kg}$, $m_2 = 2\text{kg}$, $m_3 = 4\text{kg}$

א. מצא את תאוצות המסות והמתיחות בחוטים אם אין חיכוך בין m_3 לשולחן.

כעת הנח שיש חיכוך בין m_3 לשולחן ומקדמי החיכוך הם: $\mu_k = 0.2$, $\mu_s = 0.25$.

ב. האם המערכת תהיה במנוחה או בתנועה?

ג. מצא שוב את תאוצת הגוף והמתיחות בחוטים.

(20) זווית אופטימלית למשיכת

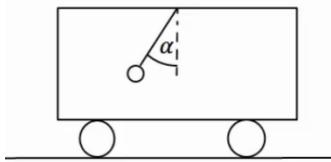
כוח F מושך ארגז בעל מסה m בזווית θ מעל האופק. מקדם החיכוך בין הארגז לקרקע הוא μ_k .

- א. מצא את תאוצת הכוח כתלות בפרמטרים הרשומים בשאלת.
(הנח כי יש תנועה והארגז לא מתרומם מעלה קרקע).

ב. הנח כי מקדם החיכוך הקינטי הוא 0.3.

בדוק באילו מהערכים הבאים של הזווית יש את התאוצה הגבוהה ביותר: $0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ = \theta$.

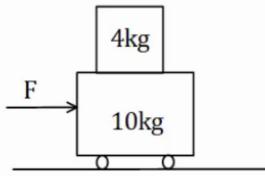
- ג. מצא את הזווית המדויקת בה התאוצה תהיה מקסימלית.
השתמש בנגזרת.

(21) מטוטלת המכונית

מטוטלת קשורה לתקרת המכונית.

המטוטלת נמצאת בזווית קבועה ונתונה α ,
ביחס לאنك מתקרת המכונית.

- א. מצא מהי תאוצת המכונית (גודל וכיוון).
ב. האם ניתן לדעת מה כיוון תנועת המכונית?

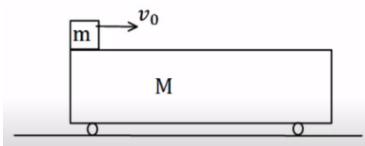
(22) מסה של 4 על עגלת של 10

מסה של 4 ק"ג מונחת מעל עגלת בעלת מסה של 10 ק"ג. החיכוך בין העגלת למשטחZNICH.

מקדם החיכוך הסטטי בין המסה לעגלת הוא: $\mu_s = 0.2$. כוח אופקי F מופעל על המסה התחתונה ימינה. מהו הכוח המקסימלי הנitin להפעיל כך שהמסה העליונה לא תחליק על העגלת.

(23) מסה מחליקה על עגלת

מסה m מונחת מעל עגלת בעלת מסה M הנמצאת במנוחה. המסה מונחת בקצת השמאלי של העגלת.



נותנים למסה העליונה בלבד מהירות ההתחלתית v_0 .
בין המסה לג'ג העגלת קיימים חיכוך וחויכוך בין
העגלת למשטחZNICH.

$$\text{נתון: } \mu_k = 0.2, v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, M = 12\text{kg}, m = 3\text{kg}$$

- א. מצא את הביטוי למקומות ולמהירות של המסה כתלות בזמן.
ב. מצא את הביטוי למקומות ומהירות של העגלת כתלות בזמן.
ג. מהי המהירות הסופית של שני הגוףים בהנחה שהמסה לא נופלת מהעגלת?

(24) מסה צמודה למשאית

מסה m מונחת בצד ימין לחולקה הקדמי של משאית.

בין המסיה למשטח קיים חיכוך. נתון: m , μ .

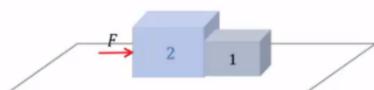
מהי התאוצה המינימלית הדורשיה למשאית על מנת שהמסיה לא תיפול?

(25) כוח דוחף שתי קופסאות צמודות

שתי תיבות נמצאות צמודות זו לזו על משטח אופקי חסר חיכוך.

מסות התייבות הן: $m_1 = 3\text{kg}$ ו- $m_2 = 5\text{kg}$. כוח אופקי

דוחף את תיבה 2 שדוחפת את תיבה אחת כפי שמתואר בתרשימים.



גודל הכוח הוא: $N = 16\text{F}$. חשב את:

א. התאוצה של כל תיבה.

ב. הכוח הנורמלי $N_{1 \rightarrow 2}$ שבו התיבה הראשונה דוחפת את השנייה.

ג. הכוח הנורמלי $N_{2 \rightarrow 1}$ שבו התיבה השנייה דוחפת את הראשונה.

(26) קופסה בין מדרונות

קופסה קטנה עם גללים מונחת על מישור משופע בעל זווית של 45 מעלות.

ה קופסה משוחררת ממנוחה מגובה של 3 מטרים

ומתחללה בתנועה. בתחתית המדרון הקופסה עוברת

למדרון משופע אחר בעל זווית של 30 מעלות.

הזנה אפקטיבים המתרחשים בעת העבר והנה כי גודל

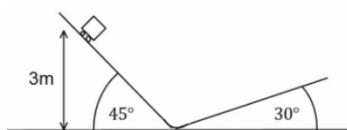
מהירות הקופסה במעבר בין המדרונות נשאר זהה.

א. מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע הקופסה במדרון השני?

נחש מה יקרה לאחר מכן.

ב. חוזר על סעיף א' אם נаг הקופסה שכח לשחרר את מעכוו היד של הגלגים

וקיים חיכוך קינטי בין הקופסה למשטח. מקדם החיכוך הוא: $\mu_k = 0.2$.

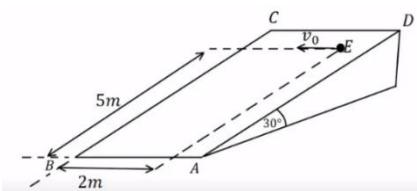
**(27) זריקה אופקית על מישור משופע**

מישור משופע חלק ABCD יוצר זווית של 30 מעלות עם הקרקע.

הנקודה E נמצאת למרחק 5m מהצלע AB ובמרחק 2m מהצלע BC.

מן הנקודה E נזרק כדור קטן על הלוח במהירות

התחלתית v_0 שכוונה מקביל לצלע AB.



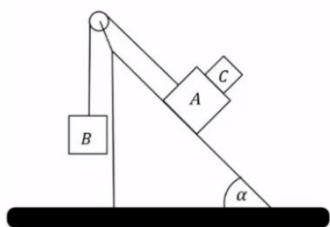
א. צייר מערכת צירים ורשום את הכוחות

הפעולים על הcador בעת תנועתו על הלוח בכל ציר.

ב. מהי צורת המסלול של הcador על הלוח?

ג. מצא את v_0 עבורה הcador יגיע לנקודת B.

ד. מהי מהירות הcador בנקודת B עברו ה- v_0 שמצויה בסעיף ג'.

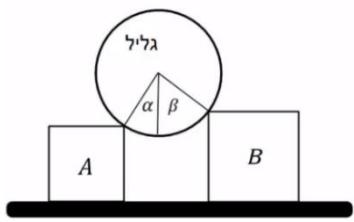
**(28) גוף על גוף במישור משופע**

גוף A בעל מסה m_A וגוף B בעל מסה m_B מחוברים באמצעות חוט וגלגולת כמתואר באירור.גוף A מונח על מישור משופע חלק בעל זווית α .גוף C בעל מסה m_C מונח על הגוף A. מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף A ל-C הוא μ_s . הבא את התשובות באמצעות: μ_s , μ_k , m_A , m_B , m_C .

א. מהי המסה המרבית של הגוף B כך שגוף C ינווע ייחדיו במעלה המישור?

ב. מהי תאוצת הגוף והמתיחות בחוט אם המסיה של הגוף B היא זאת שמצויה בסעיף א' (או טיפה קטנה ממנה)?

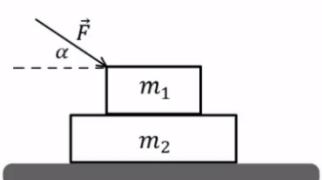
ג. מהן תאוצות הגוף אם המסיה של הגוף B גדולה מזו שמצויה בסעיף א' ומקדם החיכוך הקינטטי הוא μ_k ?

**(29) גליל על שני ארוגים**

גלגל אחד שמסתו m מונח על שני ארוגים שמסותיהם: $m_A = m$ ו- $m_B = 2m$. לארוגים גבהים שונים והם מונחים על משטח אופקי. בין הגלגל לארוגים אין חיכוך. כשהמערכת נמצאת בשיווי משקל יוצרים רדיוסי הגלגל הנוגעים בפינות הארוגים זווית של $\alpha = 30^\circ$ ו- $\beta = 45^\circ$ עם האנך לקרקע, ראה איור. נתונם: m , α , β .

א. מה הכוח שפעיל כל ארוג על הגלגל?

ב. בהנחה שקיים אותו מקדם חיכוך בין הארוגים והמשטח, מהו גודלו המינימלי של מקדם החיכוך כך שהמערכת תישאר בשיווי משקל?

**(30) כוח דוחף גוף על גוף**

שני גופים זהים שמסותיהם: $m_1 = m_2 = m$ מונחים זה על גבי זה על גבי שלוחן אופקי חלק (ראה איור). בין הגוף קיימים חיכוך ומקדמי החיכוך הקינטטי והסטטי הם: μ_s , μ_k .

כוח חיצוני \vec{F} מופעל על הגוף העליון בזווית α מתחת לאופק.

הביעו את תשובתכם באמצעות הפרמטרים: μ_k , μ_s , m , g , α .

א. בהנחה שהгодים נעים ייחדיו מהי התאוצה המשותפת?

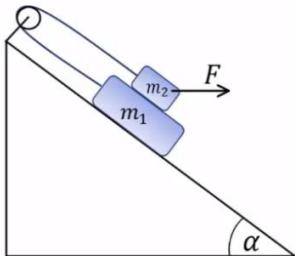
ב. בהנחה שהгодים נעים ייחדיו מהו גודלו של כוח החיכוך בין הגוף?

ג. מהו גודלו המקסימלי של \vec{F} כך שהгодים ינוועו ייחדיו?

ד. נתון כי: $\mu_s = 0.2$, $\mu_k = 0.15$, $\alpha = 30^\circ$.

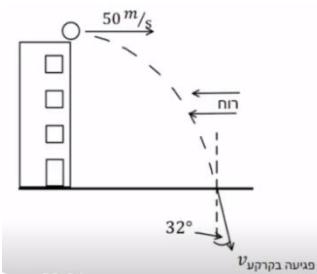
$$\text{ממצא את תאוצת כל הגוף כאשר הכוח הדוחף הוא: } F = \frac{1}{2}mg$$

ה. חזר על סעיף ד' כאשר: $F = 3mg$.

(31) מסה על מסה מחוברות בגלגלת

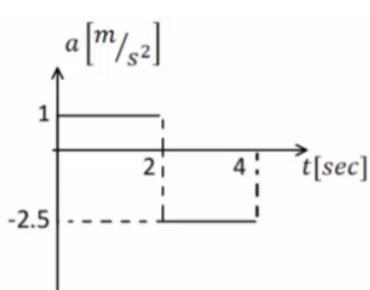
נתונה מערכת הכוללת שני גופים : $m_1 = 4\text{kg}$, $m_2 = 3\text{kg}$. הגופים קשורים על ידי חוט וגלגלת אידאלית ומונחים על מישור משופע בעל זווית $\alpha = 30^\circ$. מקדמי החיכוך בין הגוף m_1 : $\mu_k = \mu_s = 0.4$. מקדמי החיכוך עם המישור הם : $\mu_k = \mu_s = 0.3$. כוח אופקי F פועל על m_1 .

- א. מהו F המקסימלי כך שהגופים ישארו במנוחה?
ב. אם $N = 40\text{N}$ מהי תאוצת הגוף?

**(32) זריקה אופקית בהשפעת רוח***

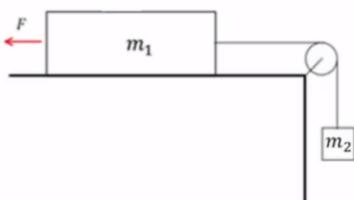
כדור נזרק מגובה ניון גובה מאד שגובהו 80 מטרים. הcador נזרק אופקית במהירות של 50 מטר לשניה. 2 שניות לאחר הזריקה מתחלת נשוב רוח שפעילה כוח F קבוע ואופקי בכיוון המנוגד למהירות ההתחלתית. מסת הcador היא 500 גרם.

- א. ענה:
i. האם הרוח משפיעה על הזמן שלוקח לכדור להגיע לקרקע?
ii. האם הרוח משפיעה על מהירות הפגיעה של הcador בקרקע?
ב. נתון שהחbillה פוגעת בקרקע בזווית של 32 מעלות עם האנך לקרקע.
i. חשב את גודלו של הכוח F .
ii. שרטט גרפים של רכיבי המהירות כתלות בזמן עד לפגיעה בקרקע.
ג. מהי הסטייה של הcador בפגיעה בקרקע בעקבות הרוח?

**(33) מסה על שולחן מחוברת למסה תלולה וכוח***

המערכת שמתוארת בתרשימים משוחררת ממנוחה ונעה ימינה. הזינו את מסת החוט ואת כל כוחות החיכוך. בעבר 2 שניות נקרע החוט והכוח F ממשיך לפעול. נתון : $m_1 = 6\text{kg}$, $F = 15\text{N}$.

הגרף באירור מתרגם את התאוצה של m_1 כפונקציה של הזמן עבור 4 השניות הראשונות של התנועה. הכיוון החיובי הוא ימינה.



- א. עבור 2 השניות הראשונות של התנועה :
i. שרטטו את הכוחות הפועלים על כל גוף.
ii. רשמו את המיקום כתלות בזמן של m_1 .
iii. חשבו את m_2 ואת המתייחסות בחוט.

- ב. האם m_1 שינתה את כיוון תנועתה במהלך 4 השניות הראשונות? נמקו אם כן או לא. במידה וכן מצא את הזמן והMOVE בוי התרחש השינוי.
- ג. שרטטו את מהירות כתלות בזמן עבור m_1 ב-4 השניות של התנועה.
- ד. אם המשטח לא היה חלק, מהו מוקדם החיכוך הסטטי המינימלי עבורו המערכת הייתה נשארת במנוחה?

**(34) חbillת סיוע לצוות רפואי**

מסוק נשלח להטיל מהאויר חbillת המכילה ציוד רפואי לצוות רפואי שנמצא על הקרקע. מסת החbillת 15 kg ובעת הטלתה המסוק

$$\text{טס אופקי ב מהירות: } v_0 = 198 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

בגובה 90 מטר מעל הקרקע. 2 שניות לאחר תחילת נפילתה של החbillת החלה לנשוב רוח שהפעילה על החbillת כוח אופקי F קבוע בכיוון המוגדר ל- v_0 .

התיעחו כי פרט לכוח F האויר אינו מפעיל שום כוח נוסף.

- א. האם הרוח (המתבטאת כאן בכוח F קבוע שהחל לפעול 2 שניות לאחר תחילת התנועה) משפיעה על מערכת של:

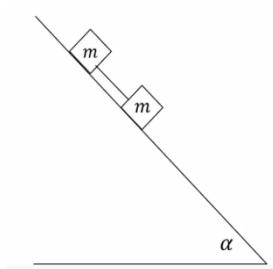
i. הזמן שלקח לחbillת להגיע לקרקע? נמק.

ii. מהירות הפגיעה של החbillת בקרקע? נמק.

- ב. חשבו את הכוח F אם נתנו שהחbillת פגעה בקרקע בזווית 45° מעלה ממיישור הקרקע האופקי.

- ג. שרטטו במערכת צירים משותפת גוף מהירות-זמן של שני רכיבי מהירות החbillת v_x ו- v_y מרגע השחרור ועד הפגיעה בקרקע.

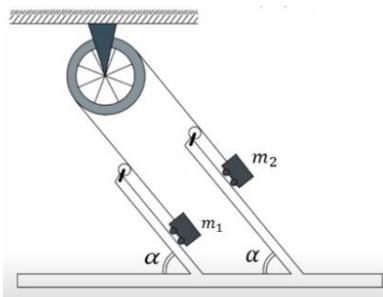
- ד. בכמה מטרים הייתה מוסטת נקודת הפגיעה של החbillת בקרקע אילו לא נשבה רוח במהלך תנועה?

**(35) שתי מסות מחוברות בחותן על מיישור משופע**

שני גופים בעלי מסה זהה m קשורים בחותן ונמצאים על מדרון משופע לא חלק בעל זווית α .

משחררים את הגוף הראשון ממנוחה והם מתחילה לחלקיק במורד המדרון. מוקדם החיכוך הקינטטי בין שני הגוף למשטח הוא μ_k .

מצאו את המתייחסות בחותן במהלך התנועה.

**36) מכונת אטוד משופעת**

תלמידים בנו מכונת אטוד "משופעת".

שתי העגלות נעוות ללא חיכוך על לוחות משופעים
כשהן קשורות בחוט שעובד דרך גלגלת שמסתת זניחה.
זווית השיפוע α ניתנת לשינוי.

весות הגוף הינו : $m_1 = 3\text{kg}$, $m_2 = 6\text{kg}$.

בטאו תשובותיכם בסעיפים א', ב', ג' באמצעות α .

א. תלמידה מחזיקה את העגלה m_2 כך שלא תזוז.

מהי המתיחות בחוט?

ב. התלמידה משחררת את המסה m_2 .

מהי תאוצת הגוף ומהי המתיחות בחוט כתע?

ג. החוט יכול לשאת עומס מקסימלי של 25N .

מהו הערך המירבי של α עבורו החוט לא יקרע?

ד. בהנחה כי כתע מחובר חוט היכול לעמוד במתיחויות גדולות מאוד,
מהי הזווית α עבורה תאוצת הגוף היא מקסימלית?

ה. מדוע הגדלה נוספת של הזווית מעבר לזוית שמצאתם בסעיף ד', לא
תשמש ותגדיל את תאוצת הגוף ולא את המתיחות בחוט?
הנicho בסעיפים ד' ו-ה כי המרחק בין הלווחות גם הוא גדול מאוד ביחס
לאורך החוט.

תשובות סופיות:

$$t = \sqrt{30} \text{ sec . ב. } a_x = 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \text{ א. } \quad (1)$$

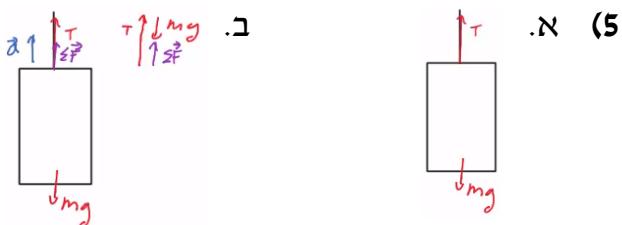
א. הגוף לא יכול להיות במנוחה. ב. $t \approx 6.82 \text{ sec}$.

ג. סעיף א': נשאר במנוחה, סעיף ב': אין משמעות.

. $\Delta x = 52.5 \text{ m} > 50 \text{ m}$ ב. לא, כי $\Delta x \approx 37.5 \text{ m} < 50 \text{ m}$ א. כן, כי

$$x_F = 60 \text{ m} \quad \text{ב. } x(t=4) = 24 \text{ m} \quad (4)$$

$$T = 6300 \text{ N . ג.}$$



$$m_{\text{Dani}} = 78 \text{ kg . ג.} \quad \text{ב. כמו סעיף א' .} \quad m_{\text{Dani}} = 60 \text{ kg . א.} \quad (6)$$

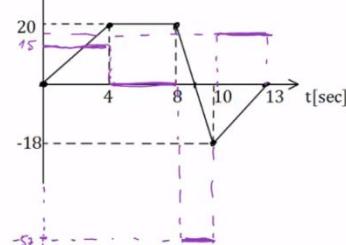
$$m_{\text{Dani}} = 42 \text{ kg . ב.} \quad (7)$$

$$m_{\text{Yossi}} = 30 \text{ kg . ג.} \quad (7)$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{4}{5}t & 0 \leq t \leq 3 \\ \frac{12}{5} + \frac{6}{5}(t-3) & 3 \leq t \leq 6 \\ 6 - \frac{2}{5}(t-6) & 6 \leq t \leq 8 \end{cases} \quad \text{ב.} \quad a = \begin{cases} \frac{4}{5} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 0 < t < 3 \\ \frac{6}{5} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} & 3 < t < 6 \\ \frac{-2}{5} & 6 < t < 8 \end{cases} \quad \text{א.} \quad (8)$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{2}{5}t^2 & 0 \leq t \leq 3 \\ \frac{18}{5} + \frac{12}{5}(t-3) + \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{5}(t-3)^2 & 3 \leq t \leq 6 \\ \frac{81}{5} + 6(t-6) + \frac{1}{2} \left(-\frac{2}{5} \right)(t-6) & 6 \leq t \leq 8 \end{cases} \quad \text{ג.}$$

$$v[\frac{\text{m}}{\text{s}}] \quad \text{グラフ: } \sum F = 18 \text{ N , שקול הכוחות :} \quad (9)$$



ג. $t \approx 1.55 \text{ sec}$ ב. $a = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ $m_{\min} = 1.5 \text{ kg}$ א. (10)

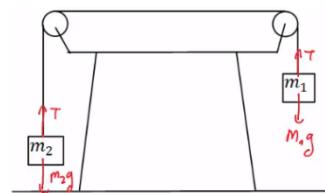
$$\mathbf{v}_1(t=1.55) \approx 3.87 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{y}, \quad \mathbf{v}_2(t=1.55) \approx 3.87 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x}$$

. T = 15N , a = 3 $\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$: ב. تاוצה : T = 15N , a = 5 $\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$, متichot : (11)

. T = 46.68N , a $\approx 6.67 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$, متichot : (12)

ב. تاוצה : a $\approx 4.67 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$.

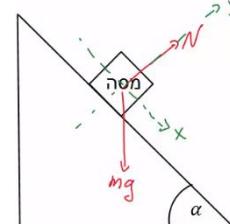
ג. m₁ תרד כלפי מטה. ב. a = 5 $\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$. א. (13)



ב. מיקום-זמן : $v(t=0.89) \approx 4.47 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ג. t = $\sqrt{\frac{4}{5}} \text{ sec}$

ב. מיקום-זמן : $x(t) = \frac{1}{2} g \sin \alpha \cdot t^2$ ג. מהירות-זמן : $a_x = g \sin \alpha$ (14)

מהירות-זמן :



. ב. הזמן : t $\approx 0.94 \text{ sec}$ ג. המהירות : v(t=0.94) $\approx 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ד. תחילה להחליק.

ב. a = -g ($\mu_k \cos 30^\circ + \sin 30^\circ$) $\approx -6.73 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ א. (16)

ג. לא. ד. t $\approx 2.97 \text{ sec}$.

ב. a $\approx 2.61 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ג. לכיוון המסה הגדולה יותר. (17)

ד. a $\approx 1.7 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ג. סטטי, המערכת בתנועה.

ג. בכיוון m₁, סטטי. ד. אין. ב. בכיוון m₂. א. בכיוון

$$a \approx 0.98 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

ב. בתנועה. א. T_{m1} = 56N , T_{m2} = 32N , מתichot : a = 6 $\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ (19)

$$a = 5.6 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

$$\theta_0 \approx 16.6992^\circ . \text{ג}$$

$$\theta = 20^\circ . \text{ב}$$

$$a = \frac{F}{m} (\cos \theta + \mu_k \sin \theta) - \theta_k g . \text{א (20)}$$

.ב. לא.

.א. גודל : $a_x = g \tan \alpha$, כיון : חיובי.

$$F = \mu_s (m_1 + m_2) g = 28N \text{ (22)}$$

$$x(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot t^2 , v(t) = \frac{1}{2} \cdot t . \text{ב}$$

$$x(t) = 20 \cdot t - \frac{2}{2} t^2 , v(t) = 20 - 2 \cdot t . \text{א (23)}$$

$$v(t=8) = 4 \frac{m}{sec} . \text{ג}$$

$$a_{\min} = \frac{g}{\mu_s} \text{ (24)}$$

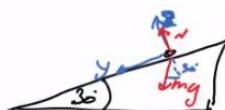
$$\vec{N}_{2 \rightarrow 1} = 6N \hat{x} . \text{ג}$$

$$N_{1 \rightarrow 2} = 6N . \text{ב}$$

$$a = 2 \frac{m}{sec^2} . \text{א (25)}$$

$$h_{\max} = 1.78m . \text{ב}$$

$$h_{\max} = 3m . \text{א (26)}$$



$$\sum F_z = N - mg \cos 30^\circ , \sum F_y = mg \sin 30^\circ , \sum F_x = 0 . \text{א (27)}$$

$$v_y(t_B) \approx 7.07 \frac{m}{sec} . \text{ג} \quad v_0 = \sqrt{2} \frac{m}{sec} . \text{ב. פרבולה.}$$

$$m_{B\max} = \frac{(m_A + m_C) \mu_s \cos \alpha}{1 + \sin \alpha - \mu_s \cos \alpha} . \text{א (28)}$$

$$a = g(\mu_s \cos \alpha - \sin \alpha) , T = g(m_A + m_C) \mu_s \cos \alpha . \text{ב}$$

$$a_C = (\mu_k \cos \alpha - \sin \alpha) g , a_B = g \frac{(m_B - \mu_k m_C \cos \alpha - m_A \sin \alpha)}{m_A + m_B} . \text{ג}$$

$$\mu_s \geq 0.224 . \text{ב} \quad N_B = 0.518mg , N_A = 0.732mg . \text{א (29)}$$

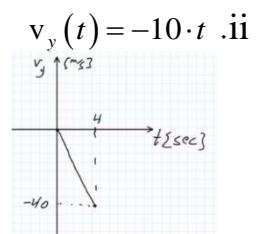
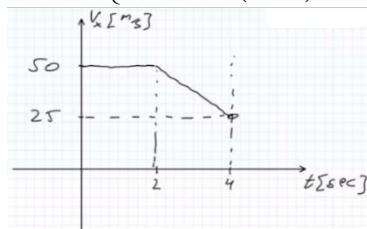
$$F_{\max} = \frac{2\mu_s mg}{\cos \alpha - 2\mu_s \sin \alpha} . \text{ג} \quad f_s = \frac{F \cos \alpha}{2} . \text{ב} \quad a = \frac{F \cos \alpha}{2m} . \text{א (30)}$$

$$a_1 = 22.2 \frac{m}{sec^2} , a_2 = 3.75 \frac{m}{sec^2} . \text{ג} \quad a \approx 2.17 \frac{m}{sec^2} . \text{ב}$$

$$a = 1.81 \frac{m}{sec^2} . \text{ב} \quad F_{\max} = 31.05N . \text{א (31)}$$

F = 6.25N . ב.i. ii. משפיעה. א.i. אינה משפיעה. (32)

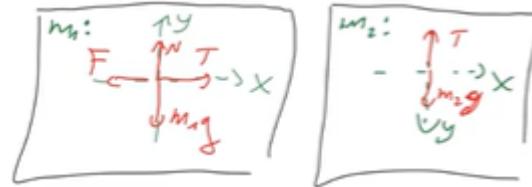
$$v_x(t) = \begin{cases} 50 & 0 < t < 2 \\ 50 - 12.5(t-2) & 2 < t < 4 \end{cases}$$



$$\sigma_x = 25m . \text{ג}$$

$$x(t) = \frac{1}{2}t^2$$

(33) א.י.

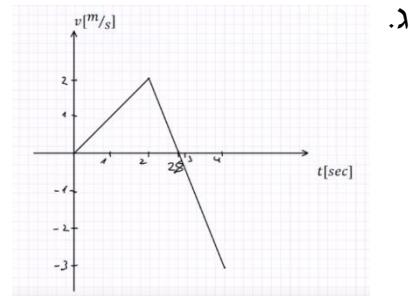


$$T = 21N, m_2 = 2.33kg$$

ב. מכיוון שהשטח השלילי מתחת לגרף גדול מהשטח החיובי המהיר נשנה כיוון.

$$\text{שינויי הכוון : } t = 2.8\text{ sec}, x = 2.8\text{ m}$$

$$\mu_{s\min} = 0.25$$



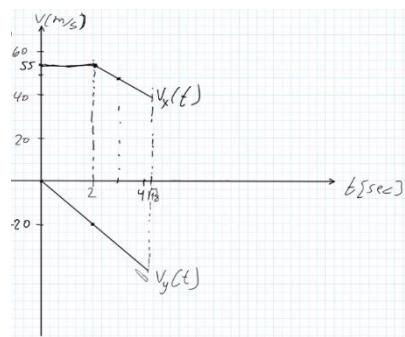
$$F \approx 84.1N$$

$$\Delta x = 14m$$

(34) א.י. לא משפיעה.

ii. משפיעה.

.ג.



$$T = 0$$

$$\alpha_{\max} = 90^\circ$$

$$\alpha_{\max} = 38.7^\circ$$

$$a = 3.35 \sin \alpha$$

$$T = 30 \sin \alpha$$

ה. המסות יתנתקו מהמשטח ויהיו תלויות אונכית, התאוצה תישאר אותה דבר כמו בזווית של 90° .

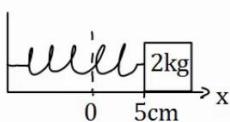
הכוח האלסטי - קפיץ:

שאלות:

1) דוגמה 1

גוף בעל מסה של 2 ק"ג מחובר לקפיץ בעל קבוע קפיץ: $k = 50 \frac{N}{m}$.

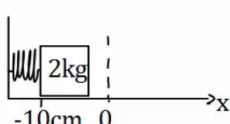
א'



a. מושכים את הגוף למרחק 5 ס"מ מהנקודה בה הקפיץ רופוי ומשחררים אותו.

מהי תאוצת הגוף (גודל וכיוון)?

ב'



b. דוחפים את הגוף למרחק 10 ס"מ מהנקודה בה הקפיץ רופוי ומשחררים אותו.

מהי תאוצת הגוף (גודל וכיוון)?

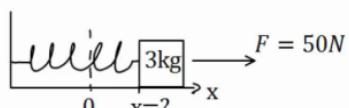
cut נתון כי בין הגוף למשטח קיים חיכוך, ומקדם החיכוך הסטטי הוא: $\mu = 0.2$.

g. מהו המרחק המקסימלי בו ניתן להניאת הגוף קשרו לקפיץ כך שיישאר במנוחה?

2) דוגמה 2

גוף בעל מסה של 3 ק"ג מחובר לקפיץ בעל קבוע קפיץ: $k = 100 \frac{N}{m}$.

בין הגוף למשטח אין חיכוך.



על הגוף פועל כוח ימין שגודלו 50 ניוטון.

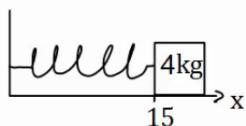
קבע את ראשית הצירים בנקודת הרפויו של הקפיץ.

היכן נמצאת נקודת שיווי המשקל?

(הנקודה בה סכום הכוחות שווה לאפס).

3) דוגמה 3

גוף בעל מסה של 4 ק"ג מחובר לקיר באמצעות קפיץ בעל



קבוע קפיז: $k = 50 \frac{N}{m}$.

בין הגוף למשטח אין חיכוך.

אורכו הרופוי של הקפיז הוא 10 ס"מ.

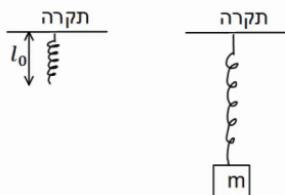
a. חשב את הכוח שפעיל הקפיז על הגוף כאשר הגוף במרחק 15 ס"מ מהקיר.

b. חשב את הכוח שפעיל הקפיז על הגוף כאשר הגוף במרחק 6 ס"מ מהקיר.

g. חשב את תאוצת הגוף בכל נקודה אם על הגוף פועל כוח שגודלו 10 ניוטון שמאליה.

4) שיטה למדידת קבוע קפיז

מסה m תלוי מהתקרה באמצעות קפיז שאורכו הרופוי הוא l_0 .



משחררים את המסה לאט עד אשר היא מגיעה لنוקודה בה היא תלוי בלבד במנוחה.

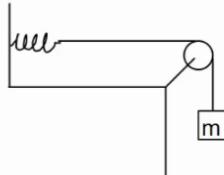
א. מה מיוחד בנוקודה זו?

ב. מודדים את מרחק המסה מהתקרה בנוקודה זו. מצא באמצעות מרחק זה והפרמטרים בשאלת

את קבוע הקפיז.

5) מסה קשורה לחוט שמחובר לקפיז אופקי

מסה $m = 5\text{gr}$ תלוי באמצעות חוט, העובר דרך גלגלת אידיאלית ומחובר בצדיו השני לקפיז.



הקפיז מחובר לקיר בצורה אופקית.

$$\text{קבוע הקפיז הוא: } k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

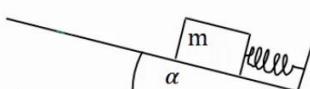
א. משחררים את המסה בנוקודה בה היא נשארת במנוחה. מצא את התארכויות הקפיז.

ב. מושכים את המסה 5 ס"מ נוספים ומשחררים. מהי תאוצת המסה ברגע השחרור?

6) קפיז בשיפוי

מסה m נמצאת במנוחה על מישור משופע בעל זווית α .

מצד המסה מחובר קפיז בעל קבוע קפיז k .



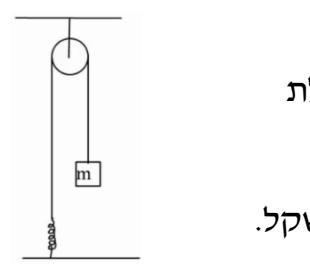
אין חיכוך בין המסה למشتת.

בכמה מכוזץ הקפיז מציבו הרופוי?

התיחס לפתרורים בשאלת הנתונים.

7) מסה מחוברת לקפיז דרך גלגלת בתקרה

מסה m מחוברת לקפיז אידיאלי (חסר מסה) דרך גלגלת אידיאלית המחברת לתקרה.



הקפיז מחובר לקרקע וקבוע הקפיז הוא k .

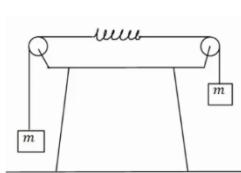
מצא את התארכויות הקפיז אם נתון שהמסה בשוויי משקל.

8) שתי מסות משנה צידי השולחן וקפיז באמצעות

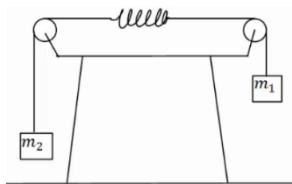
במערכת הבאה שתי מסות זהות m תלויות משנה

צדיו של השולחן באמצעות חוטים וגלגלות אידיאליים.

באמצע החוט ישנו קפיז בעל קבוע קפיז k .



מצא את התארכויות הקפיז.



9) **שתי מסות משני צידי השולחן וקפיז באמצעות תאוצה**
במערכת הבאה שתי מסות שונות : $m_1 = 3\text{kg}$, $m_2 = 1\text{kg}$ תלויות משני צידי של השולחן באמצעות חוטים גלגולות אידיאליים.

$$\text{באמצע החוט ישנו קפיז חסר מסה בעל קבוע קפיז : } k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

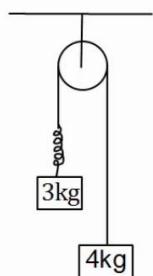
הנח כי אורך הקפיז קבוע במהלך התנועה.

- מצאת תאוצה המערכת.
- מצאת התארכויות הקפיז.

10) **מסה תלולה ומתייחה**
מסה תלולה במנוחה מתקירה באמצעות קפיז אידיאלי.

$$\text{נתון : } m = 2\text{kg} , k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

- מהי תאוצה המסה אם מושכים את המסה 5 ס"מ כלפי מטה?
- מהי תאוצה המסה אם מרים את המסה 2 ס"מ כלפי מעלה?

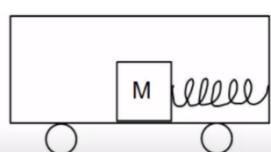


11) **מסות תלויות מתקירה עם קפיז באמצעות תאוצה**
במערכת הבאה שתי מסות תלויות מתקירה באמצעות גלגלת אידיאלית.

$$\text{בין המסות יש קפיז חסר מסה בעל קבוע קפיז : } k = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

הנח כי אורך הקפיז קבוע במהלך התנועה.

- מהי תאוצה המסות?
- מהי התארכויות של הקפיז?



12) **קפיז במכונית נוסעת**
מסה $m = 5\text{kg}$ נמצאת על רצפת המכונית.

המסה מחוברת באמצעות קפיז חסר מסה לצד המכונית, ויכולת לנוע על הרצפה ללא חיכוך.

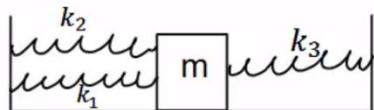
$$\text{קבוע הקפיז הוא : } k = 30 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

הנח שאורך הקפיז קבוע.

- מהי התארכויות הקפיז אם המכונית נוסעת במהירות קבועה?
- מהי התארכויות בקפיז אם המכונית נעה בתאוצה קבועה של 2 מטר לשנייה בריבוע ימינה? ציין האם הקפיז נמתח או מתכווץ.
- מהי התארכויות בקפיז אם המכונית נעה בתאוצה קבועה של 3 מטר לשנייה בריבוע שמאלה? ציין האם הקפיז נמתח או מתכווץ.

13) מסה עם שלושה קפיצים

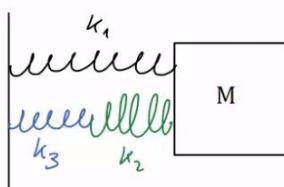
שלושה קפיצים מחוברים למסה $m = 2\text{kg}$, כפי שנראה באיור.
אין חיכוך בין המסה לרצפה.



$$\text{נתון כי: } k_1 = 3 \frac{\text{N}}{\text{m}}, k_2 = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}}, k_3 = 12 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

הנח כי כל הקפיצים רפוויים באותה הנקודה.

מהי תאוצת המסה כאשר היא נמצאת במרחק 20 ס"מ מנקודה שיווי המשקל?

**14) שלושה קפיצים שוב**

באיור הבאה המסה $m = 4\text{kg}$ מחוברת ושלושה קפיצים בעלי קבועי קפץ שונים. הנח שכל הקפיצים רפוויים כאשר המסה נמצאת ב- $x = 0$.

מהי תאוצת המסה כאשר מיקומה הוא: $x = 0.2\text{m}$

$$\text{אם קבועי הקפיצים הם: } k_1 = 3 \frac{\text{N}}{\text{m}}, k_2 = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}}, k_3 = 12 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

תשובות סופיות:

1) א. גודל: $a = 2.5 \frac{m}{sec^2}$, הכוון חיובי. ב. גודל: $a = -1.25 \frac{m}{sec^2}$, הכוון חיובי.

$$x = 8\text{cm}.$$

$$x = \frac{1}{2}\text{m} \quad (2)$$

. $a = -2 \frac{m}{sec^2}$ א. $a = -3.13 \frac{m}{sec^2}$ ב'. סעיף א', סעיף ב': ג. $F = 2\text{N}$ ב. $F = -2.5\text{N}$ א. (3)

4) א. נקודת שיווי משקל. $k = \frac{mg}{d - l_0}$ ב.

$$a = -10 \frac{m}{sec^2} \quad \Delta x = 5\text{cm} \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$|\Delta x| = \frac{mg \sin \alpha}{k} \quad (6)$$

$$\Delta x = \frac{mg}{k} \quad (7)$$

$$|\Delta x| = \frac{mg}{k} \quad (8)$$

$$\Delta x = \frac{3}{4}\text{m} \quad \text{ב.} \quad a = 5 \frac{m}{sec^2} \quad \text{א.} \quad (9)$$

$$a = 0.2 \frac{m}{sec^2} \quad \text{ב.} \quad a = -0.5 \frac{m}{sec^2} \quad \text{א.} \quad (10)$$

$$\Delta x \approx 0.69\text{m} \quad \text{ב.} \quad a = \frac{10}{7} \frac{m}{sec^2} \quad \text{א.} \quad (11)$$

ג. $|\Delta x| = \frac{1}{2}\text{m}$, מתכווץ. ב. $|\Delta x| = \frac{1}{3}\text{m}$, מתארך. א. $\Delta x = 0$. (12)

$$a = -2 \frac{m}{sec^2} \quad (13)$$

$$a \approx 0.326 \frac{m}{sec^2} \quad (14)$$

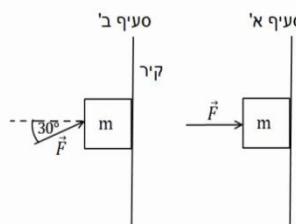
תרגילים נוספים לחוק ראשון ושלישי:

שאלות:

1) מסה מוצמדת לקיר

ארגו בעל מסה של 2 kg מוצמד לקיר באמצעות כוח אופקי.

מקדם החיכוך הסטטי בין הארגו לקיר הוא: 0.3 .



- א. מה הגודל המינימלי של הכוח המאפשר לשומר על הארגו במנוחה?
- ב. חזרה על סעיף א' עברו המקרה בו הכוח פועל בזווית של 30° כלפי מעלה ביחס לאופק.

2)

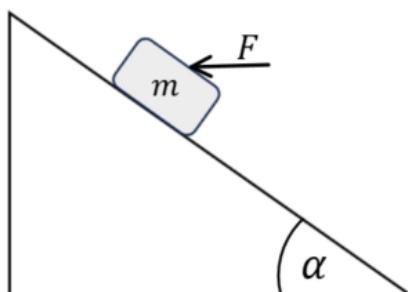
כוח אופקי מין ומקס על מסה בשיפוע

מסה $m = 2\text{kg}$ מונחת על מדרון משופע בעל זווית $\alpha = 37^\circ$.

מקדם החיכוך הסטטי בין המסה למדרון הוא $\mu_s = 0.15$.

כוח אופקי F פועל על המסה ומחזיק אותה במנוחה.

מהו F המינימלי והמקסימלי כך שהמסה תשאר במנוחה?



3) קופסה עם כוח לא ידוע

קופסה בעלת מסה של 5 kg מונחת על משטח אופקי.

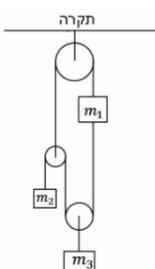
כוח של 20 ניוטון מושך את הקופסה ימינה במקביל

לציר ה- x . בין המשטח לקופסה קיים חיכוך, מקדם החיכוך הקINETI HOA: $\mu_k = 0.2$.



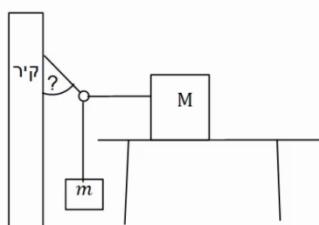
כוח נוסף מופעל על הקופסה לאחרנית בזווית של 45° .

מצא את גודלו של הכוח אם ידוע שהמסה נעה ימינה במתירות קבועה.

**4) מערכת גלגולות**

במערכת הבאה כל הגלגלות והחוטים אידיאליים.
המסות m_1, m_2, m_3 נתונות.

מצא את m_3 ואת המתיחויות בכל חוט, אם ידוע כי כל המערכת נמצאת במנוחה.

**5) מסה על שולחן, מסה תלוייה, טבעת וקיר**

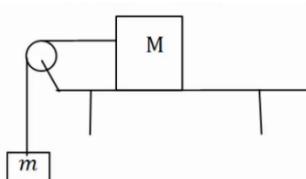
קופסה בעלת מסה M מונחת על שולחן.

הקופסה קשורה בחוט אידיאלי לטבעת חסרת מסה.
 מסה m תלוי גם כן באמצעות חוט אידיאלי מהטבעת
 ונמצאת באוויר. חוט נוסף מחבר את הטבעת לקיר.

ידוע כי מקדם החיכוך הסטטי בין המס M לשולחן

הוא: μ_s , וכי כוח החיכוך הפועל על המס במצב הנייל מקסימלי.
 מצא את המתיחות בכל חוט ואת הזווית בה מחובר החוט לקיר,

אם: μ_s, m, M נתונים.

**6) מקדם חיכוך מינימלי וכוחות על השולחן**

קופסה בעלת מסה M מונחת על שולחן.

הקופסה קשורה בחוט אידיאלי ודרך גלגלת
 אידיאלית לkopfse נספה בעלת מסה m התלויה באוויר.

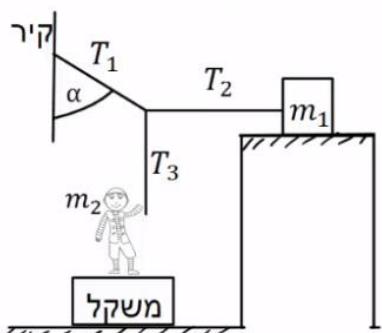
בין השולחן לkopfse קיימ חיכוך, מקדם החיכוך הסטטי אינו ידוע.

א. מצא מהו ערכו המינימלי האפשרי של מקדם החיכוך הסטטי,
 אם ידוע שהמערכת נמצאת במנוחה. הנה שהמסות נתונות.

ב. מהו הכוח שפעיל המזריך את הגלגלת על הגלגלת?

ג. מהו הכוח הכללי הפועל על השולחן מהמערכת (מסות ומהוט שמחזיק
 את הגלגלת)?

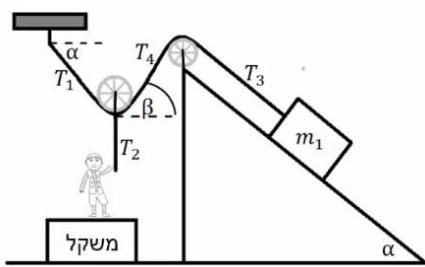
ד. מהו הכוח הנורמלי ומהו כוח החיכוך הפעלים על השולחן מהריצפה?
 (התיחס למסת השולחן נתונה).

7) נער מושך בחוטים

מסה m_1 מונחת על משטח אופקי לא חלק.
נער שמסתו m_2 מושך את קצה החוט T_3 , כך
שהמסה m_1 על סף תנועה. הנער עומד על משקל.
נתון: $\mu_s = 0.2$, $m_2 = 50\text{kg}$, $\alpha = 30^\circ$.

החותן T_2 אופקי ו- T_3 אנכי.
הוראת המשקל היא: 450N .

- חשב את המתייחסות בחוטים: T_3 , T_2 , T_1 .
- חשב את ערכיה של מסה m_1 .



מסה m_1 מונחת על משטח משופע לא חלק.
נער שמסתו m_2 מושך את קצה החוט T_2 .
החותן T_2 מחובר למרכז הגלגלת חסרת חיכוך
ומסה. הנער עומד על משקל.
נתון: $\mu_s = 0.2$, $m_1 = 80\text{kg}$, $m_2 = 60\text{kg}$, $\alpha = 40^\circ$.

חותן T_2 מאונך ו- T_3 מקביל למדרון.
הוראת המשקל היא: 120N .

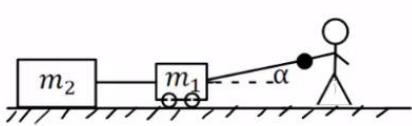
- חשב את הזווית β (הזווית בין החוט לאופק).
- חשב את המתייחסות בחוטים: T_1 , T_2 , T_4 .

ג. מצא את גודלו וכיוונו של כוח החיכוך בין m_1 למדרון.

9) נער מושך בעגלה הקשורה למשקלות

בתרשים שלפניך מוצגת מערכת.

אדם מושך עגלה שמסתה $m_1 = 15\text{kg}$ באמצעות חוט.
החותן בזווית $\alpha = 30^\circ$ עם הציר האופקי, ראה תרשימים.
החיכוך בין העגלה למשטח ניתן להזנה.



לעגלה מחוברת משקלות $m_2 = 25\text{kg}$.
מקדם החיכוך בין המשקלות למשטח
שווה $\mu_k = 0.2$.

מערכת הגוף נעה במהירות קבועה.

- מהי המתייחסות בחוט בין העגלה למשקלות?
- מהו הכוח שהאדם מושך את מסה m_1 ?

תשובות סופיות:

$$F \geq 26.32N \quad \text{ב.} \quad F_{\min} = 66.67N \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$F_{\max} = 20.4N, \quad F_{\min} = 10.8N \quad (2)$$

$$F \approx 17.68N \quad (3)$$

$$T_1 = (m_1 + m_2)g, \quad T_2 = m_2g, \quad T_3 = 2m_2g, \quad T_4 = 2(m_1 + m_2), \quad m_3 = 2m_2 \quad (4)$$

$$\cot \alpha = \frac{m}{\mu_s M} \quad (5)$$

$$\sum F_y = (-M + m)g \quad \text{ג.} \quad F = \sqrt{2}mg \quad \text{ב.} \quad \mu_{s_{\min}} = \frac{m}{M} \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$N = -\sum F_y = (M + m)g + Mg \quad \text{ט}$$

$$m_1 = 14.5kg \quad \text{ב.} \quad T_1 = 57.7N, \quad T_2 = 28.9N, \quad T_3 = 50N \quad \text{א.} \quad (7)$$

$$T_2 = 480N, \quad T_1 = T_4 \approx 373N \quad \text{ב.} \quad \beta = 40^\circ \quad \text{א.} \quad (8)$$

ג. כיון, $f_s = 141N$, במעלה המדרון.

$$T_1 = 57.7N \quad \text{ב.} \quad T_2 = 50N \quad (9)$$

פיהקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 8 - תנואה מעגלית

תוכן העניינים

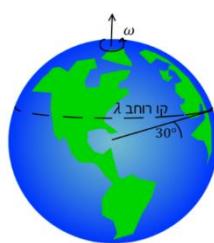
- 85 1. תיאוריה ודוגמאות.....

תיאוריה ודוגמאות:

שאלות:

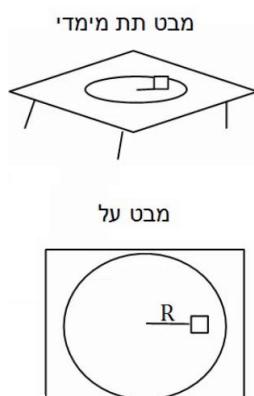


- 1) **чисוב מהירות זוויתית של מחוגי שעון**
חשב את המהירות הזוויתית של מחוג השניות, מחוג הדקות ומחוג השעות בשעון מחוגים.



- 2) **чисוב מהירות זוויתית של כדור הארץ**
 א. חשב את המהירות הזוויתית של סיבוב כדור הארץ סביב עצמו.
 ב. מהי המהירות הקווית של אדם הנמצא בקו המשווה, אם רדיוס כדור הארץ הוא בערך 6,400 ק"מ?
 ג. מהי המהירות הקווית של אדם הנמצא בקו רוחב $\lambda = 30^\circ$?

- 3) **אבן קשורה לחוט**
 אבן קשורה לחוט באורך $l = 1.5\text{m}$ ומסתובבת במיל אופקי עם מהירות זוויתית של $\omega = 3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$. התעלם מכוח הכבוד. $m = 2\text{kg}$.
 א. מהי המהירות הקווית של האבן?
 ב. מהי המתיחות בחוט?

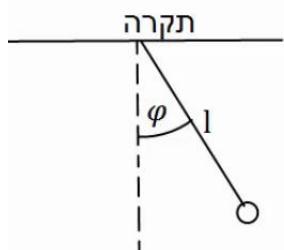


- 4) **מסה על דיסק**
 מסה M מונחת על דיסק החופשי להסתובב מעל שולחן אופקי. המסנה נמצאת במרחק R ממרכז הדיסק, ובין המסנה למשטח יש חיכוך. מסובבים את הדיסק ב מהירות זוויתית ω ונתקו כי המסנה אינה זזה ביחס לדיסק.
 א. האם החיכוך בין הדיסק למסנה קינטי או סטטי?
 ב. מהו גודלו וכיוונו של כוח החיכוך?
 ג. מהי המהירות הזוויתית המקסימלית שבה ניתן לסובב את הדיסק ככה שהמסנה לא תחליק?
 $\text{נתון: } \mu$.

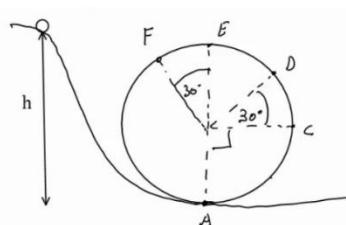
5) גוף מסתובב ב מהירות קבועה

גוף מסתובב במעגל בעל רדיוס $R = 3\text{m}$ ב מהירות קבועה $v = 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

- מהי המהירות הזוויתית של הגוף?
- מהי התקדירת זמן המחזור של הגוף?
- כמה זמן לוקח הגוף לעשות שניים וחצי סיבובים?

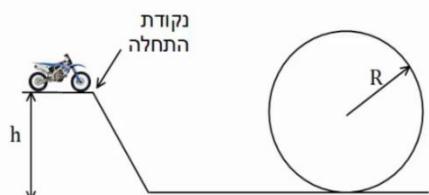
6) מטוטלת אופקית

מטוטלת באורך $L = 2\text{m}$ תלויה מהתקarra ומסתובבת במעגל אופקי. זווית החוט עם האנך לתקarra היא $\varphi = 30^\circ$ והיא קבועה במהלך התנועה. מצא את זמן המחזור ותדירות הסיבוב של המטוטלת, אם ידוע שה坦ועה קצובה.



צדור קטן מאוד מתחילה להתגלגל ממנוחה מגובה $h = 6\text{m}$ ונכנס לתוך מעגל אופקי. נתון שהצדור משלים סיבוב אחד חיווך בין הריצפה. רדיוס המעגל הוא $R = 2\text{m}$.

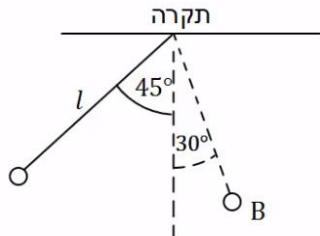
- מצא את מהירות הצדור בכל נקודות באוויר.
(רמז: שימוש אנרגיה).
- מצא את התאוצה הרדיאלית של הצדור באותו נקודות.
- מצא את התאוצה בכיוון המשיק באותו נקודות.
- מצא את גודל התאוצה הכוללת באותו נקודות.



8) רוכב אופנו במעגל אופקי
רוכב אופנו מתחילה תנועתו מנקודה ההתחלה שבעציוור. מהי המהירות ההתחלה המינימלית הנדרשת עבור הרוכב, כך שיוכל להשלים את הסיבוב האופקי?
הנח שהרוכב אינו משתמש במנוע לאחר נקודת ההתחלה.
נתון: R, h .

9) כוחות במטוטלת

מטוטלת משוחררת ממנוחה מזווית של 45° מעלות. אורך החוט הוא 1 והמסה היא m .



א. מהי מהירות המסה בתחתיית המסלול?

ב. מהי המתיחות בחוט ברגע זה?

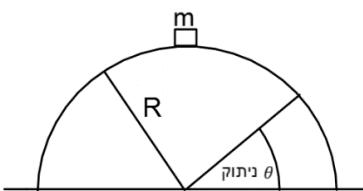
ג. מהי מהירות המסה בנקודה B הנמצאת בזווית 30° מעלות?

ד. ומהי המתיחות בחוט בשיא הגובה וברגע השחרור?

10) קופסה מחליקה על גבעה מעגלית

קופסה במשקל m מונחת על ראש גבעה בצורת חצי מעגל ברדיוס R .

ה קופסה מתחילה להחליק לאחד הצדדים מןוחה כאשר אין חיכוך ביןיה לבין הגבעה. מצא באיזה זווית הקופסה תתנתק מהגבעה.



תשובות סופיות:

$$1) \text{ מהוג שניות: } 7.27 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}, \text{ מהוג דקות: } 1.75 \cdot 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}, \text{ מהוג שעות: } 0.105 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \quad (1)$$

$$400 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ ג.} \quad 465 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ ב.} \quad 7.27 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \text{ נ.} \quad (2)$$

$$T \approx 27\text{N} \text{ ב.} \quad |\vec{v}| = \omega R = 4.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ א.} \quad (3)$$

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{\mu_s g}{R}} \text{ ג.} \quad f_s = M\omega^2 R \text{ ב.} \quad \text{א. סטטי.} \quad (4)$$

$$t \approx 7.85 \text{ sec} \text{ ג.} \quad T = \pi \text{ sec} : \text{ב.} \quad f \approx 0.32 \cdot \frac{1}{\text{sec}} \text{ זמן מחזור:} \quad \omega = 2 \cdot \frac{1}{\text{sec}} \quad (5)$$

$$\text{. T} = 2.61 \text{ sec, f} \approx 0.382 \frac{1}{\text{sec}} \text{ זמן מחזור:} \quad (6)$$

$$v_A \approx 10.95 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, v_C \approx 8.94 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, v_D \approx 7.975 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, v_E \approx 6.32 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, v_F \approx 6.73 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{ נ.} \quad (7)$$

$$\cdot a_r = \frac{v^2}{R} \text{ וכוי, לפי הנוסחה} \quad a_{r_A} = 60 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}, a_{r_B} = 40 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \text{ ב.}$$

$$a_{\theta_A} = 0, a_{\theta_C} = -g, a_{\theta_D} = -10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}, a_{\theta_E} = 0, a_{\theta_F} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \text{ ג.}$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{a_r^2 + a_\theta^2} \text{ ט}$$

$$v_{\min} = \sqrt{gR} \quad (8)$$

$$v_B = \sqrt{0.32gl}, T_B = 1.19mg \text{ ג.} \quad T = 1.58mg \text{ ב.} \quad v = \sqrt{0.58gl} \text{ נ.} \quad (9)$$

$$T = \frac{1}{\sqrt{2}} mg \text{ ט}$$

$$\theta = 41.8^\circ \quad (10)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 9 - עבודה ואנרגיה

תוכן העניינים

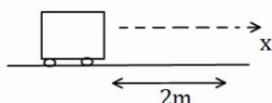
89	1. העבודה שמבצע כוח.
91	2. אנרגיה קינטית והקשר לעבודה.
92	3. אנרגיה פוטנציאלית-קובדית.
93	4. אנרגיה כללית ומשפט עבודה אנרגיה.
(ללא ספר)	5. חוק שימור האנרגיה- הרחבה
96	6. עבודה החיכוך וחום.
97	7. אנרגיה פוטנציאלית אלסטית-קפיץ
(ללא ספר)	8. סיכום הפרק
98	9. תרגילים

העבודה שמבצע כוח:

שאלות:

1) דוגמה 1

כוח F שגודלו N 5 פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה-x. חשב את העבודה הכוח אם כיונו הוא :



א. בכיוון ציר ה-x.

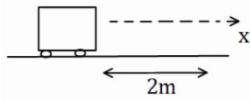
ב. בכיוון 30° עם ציר ה-x.

ג. בכיוון 30° מתחת לציר ה-x.

2) דוגמה 2

כוח F שגודלו N 5 פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה-x. חשב את העבודה הכוח אם כיונו הוא :

א. בכיוון ציר ה-y.



ב. בכיוון 30° מעל ציר ה-x השילי.

ג. בכיוון 30° מתחת לציר ה-x השילי.

3) דוגמה 3

גוף נופל נפילת חופשית מגובה של 8 מטרים מעל הקרקע. מסת הגוף היא 3kg .

א. חשב את העבודה כוח הכבוד עד לפגיעה בקרקע.

ב. חשב שוב את העבודה אם הגובה והמסה נתוניים כפרמטרים : h , m .

4) דוגמה 4

גוף שמסתו $m = 2\text{kg}$ מחליק על מישור משופע מגובה 5 מטרים ועד לתחתית המישור.

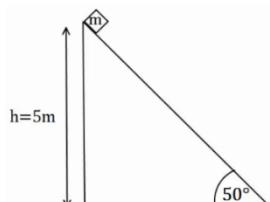
זווית השיפוע של המישור היא 50° .

א. חשב את העבודה שמבצע הנורמל על הגוף במהלך תנועתו.

ב. חשב את העבודה כוח הכבוד על הגוף.

ג. חשב את העבודה החיכוך הקינטי אם ידוע שמקדם החיכוך

הוא : $\mu_k = 0.2$.



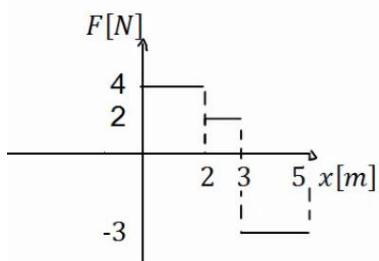
5) דוגמה 5

גוף נע מהנקודה (1,2) לנקודה (3,5).

חשב את העבודה הכוחות הבאים הפעלו על הגוף:

א. $\vec{F} = (2,1)$

ב. $\vec{F} = (-3,2)$

**6) כוח כתלות במקומות**

נתון גרף של הכוח כתלות במקומות.

א. מהי העבודה הכוללת שמבצע הכוח הבא?

ב. מהי עבודות הכוח בשני המטרים
האחרונים של התנועה?

תשובות סופיות:

ג. $W = 5 \cdot \sqrt{3}$ ב. $W = 5 \cdot \sqrt{3}$ א. $W = 10$ **(1)**

ג. $W \approx -8.66 J$ ב. $W \approx -8.66$ א. $W = 0$ **(2)**

ג. $W_g = mgh$ ב. $W_g = 240 J$ א. **(3)**

ג. $W_{fk} = -16.79 J$ ב. $W_g = 100 J$ א. $W_N = 0$ **(4)**

ג. $W = 0$ ב. $W = 7 J$ א. **(5)**

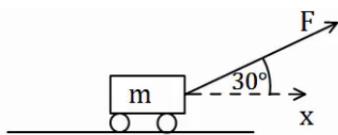
ג. $W = -6 J$ ב. $W = 4 J$ א. **(6)**

אנרגיה קינטית והקשר לעבודה:

שאלות:

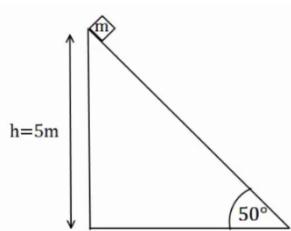
1) כוח מושך קרונית בזווית

כוח $F = 50\text{N}$ מושך קרונית בזווית של 30° מעל ציר ה- x .
מסת הקרונית היא 3 kg .



- א. שרטט תרשימים כוחות הפועלים על הקרונית.
- ב. מצא את העבודה של כל כוח, אם ידוע שהקרונית התקדמה 5 m טריים בכיוון ציר ה- x .
- ג. מהי מהירות הקרונית לאחר 5 m טריים, אם התחלתה לנوع מנוחה?

2) המשך לדוגמה 4

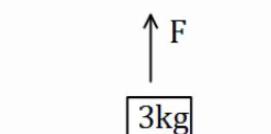


גוף שמסתו $m = 2\text{kg}$ מחליק על מישור משופע מגובה 5 m טריים ועד לתחתית המישור.
זווית השיפוע של המישור היא 50° .
מקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.2$.

- א. מצא את עבודות הכוחות.
- ב. מהי מהירות הגוף בתחתית המדרון, אם התחליל מנוחה?

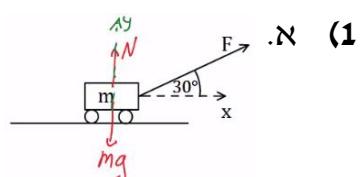
3) כוח מושך גוף ישר למעלה

כוח $F = 50\text{N}$ מושך גוף כלפי מעלה.
מצא את מהירות הגוף בגובה 8 m טריים מעל הקרקע.
מסת הגוף היא 3 kg .



תשובות סופיות:

$$\text{ב. } v_F \approx 12.01 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב. } W_N = 0 = W_g, W_F \approx 216.51\text{J}$$



$$\text{ב. } v_F \approx 9.12 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

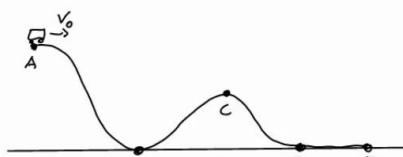
$$\text{א. } W_N = 0, W_g = 100\text{J}, W_{fk} = -16.79 \quad \text{(2)}$$

$$\text{א. } v_p \approx 10.33 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{(3)}$$

אנרגיה פוטנציאלית-קובדית:

שאלות:

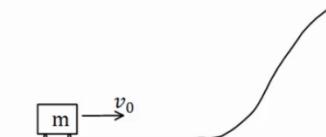
1) רכابت הרים



רכבת הרים מתחילה בנסיעה מהנקודה A הנמצאת בגובה 20 מטרים. מהירותה בנקודה A היא 5 מטרים לשנייה. מצא את מהירותה בנקודות E , D , B , C הנמצאות על הקרקע, ובנקודה C הנמצאת בגובה 10 מטרים.

2) עגלת על גבעה

עגלת נעה בתחתית גבעה עם מהירות התחלה של 20 מטר לשנייה. אין חיכוך בין העגלת לאדמה.



א. מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע העגלת?
לאחר שהגיעה לגובה המקסימלי מתחילה העגלת להתרדר חזרה במורד הגבעה.

ב. מה תהיה מהירותה כשתגיעה חזרה לתחתית?

תשובות סופיות:

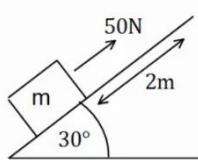
$$v_B \approx 20.62 \frac{\text{m}}{\text{sec}} = v_E = v_D , v_C \approx 15 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (1)$$

$$v_F = \pm v_0 \quad \text{ב.} \quad h_{\max} = 20\text{m} \quad \text{א.} \quad (2)$$

אנרגיה כללית ומשפט עבודה אנרגיה:

שאלות:

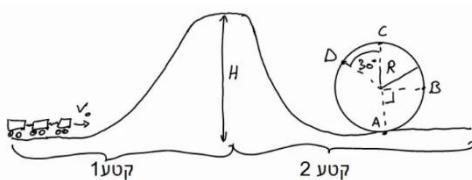
1) כוח מעלה במדרון משופע



כוח של 50 ניוטון פועל על גוף במקביל למשטח משופע בעל זווית של 30° .
מסת הגוף היא $m = 4\text{kg}$ והוא מתחילה תנועתו ממנוחה.
חשב את מהירות הגוף לאחר שהתקדם 2 מטרים במעלה המדרון (אין חיכוך).

2) עוז רכابت הרים

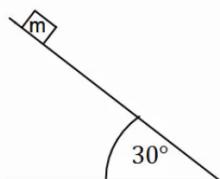
רכבת הרים מתחילה בנסיעה בצד שמאל של המסלול באוויר.
רכיבת מהירות התחלתית נמוכה v_0 .



בקטע הראשון כוח F מושך את הרכבת כלפי מעלה במהירות קבועה עד לשיא הגובה H .
בשיא הגובה הכוח נפסק ולאחר מכן הרכבת נעצרת (באמצעות מעצור) למספר שניות, על מנת שהנוסעים יכולים לבדוק הנפילה.

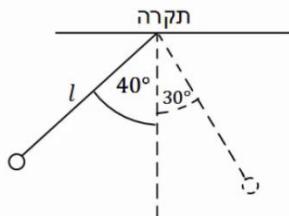
- בקטע השני הרכבת נופלת (ללא הכוח F) ובמצעת סיבוב אנכי - "לופ".
התיחס למסת הרכבת והנתונים באוויר כפרמטרים נתוניים.
א. מצא את העבודה הכוללת המבצע הכוח F על הרכבת.
ב. מצא את מהירות הרכבת בכל הנקודות המצוינות באוויר.

3) מסה מחליקה במדרון



מסה $m = 4\text{kg}$ מונחת במנוחה בגובה $5m = h$ על מדרון משופע.
שיפוע המדרון הוא 30° .

- א. מצא את מהירות המסה בתחתית המדרון אם אין חיכוך ביןה למשטח.
ב. חוזר על סעיף א' עברו מקרה בו יש חיכוך קינטי ומקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$.
ג. חוזר על סעיף ב' אם בנוסף לחיכוך יש גם כוח $F = 60\text{ N}$ במקביל למדרון ובכיוון תנועת המסה.

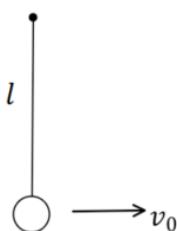
**(4) מטווטלת**

מטוטלת בעלת אורך חוט $l = 50\text{cm} = 0.5\text{m}$ תלויה מהתקarra. מרימים את המטווטלת לזווית של 40° ביחס לאןך מהתקarra ומשחררים ממנוחה.

- מיהי עובdot כוח המתיחות לאורץ התנוועה?
- מיהי מהירות המטווטלת בתחתית המסלול?
- מיהי מהירות המטווטלת לאחר שעלהה זווית של 30° ?
- מיהי הזווית המקסימלית אליה הגיע המטווטלת?

(5) כדור תלוי על חוט מבצע מעגל

נקודות תלייה



כדור תלוי במנוחה על חוט שאורכו $l = 30\text{cm} = 0.3\text{m}$.

a. מוקנים לכדור מהירות התחלה בכיוון אופקי

$$\text{של } \frac{\text{m}}{\text{sec}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot v_0$$

i. מה יהיה הגובה המקסימלי אליו יוכל להגיע?

ii. מה תהיה זווית החוט המקסימלית ביחס
לאנך לקרקע?

b. איזו מהירות מינימלית יש להעניק לכדור (ממצב מנוחה) כדי שיגיע לגובה המקסימלי שהחוט מאפשר לו (ו) מעלמרכז המעגל) ב מהירות של $\sqrt{32} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

הניחו שהמהירות מספקת בשבייל להשלים את הסיבוב.

g. במקרה המתואר בסעיף b' – מה תהיה מהירות הכדור כאשר יჩזור
לנקודות התחלה?

תשובות סופיות:

$$V_F \approx 5.48 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (1)$$

$$v_C = \sqrt{2g(H - 2R)}, v_D = \sqrt{2g(H - 1.87R)} \quad \text{ב.} \quad W_F = mgH \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$v_F \approx 19.11 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v_F \approx 8.08 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad v_F = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$v_F \approx 1.03 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v_F \approx 1.55 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad W_T = 0 \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$\theta_{\max} = 40^\circ \quad \text{ט.}$$

$$v_0 = \sqrt{44} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad \theta_{\max} \approx 71^\circ \quad \text{ii} \quad 20\text{cm .i.} \quad (5)$$

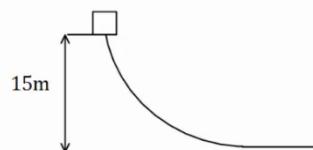
$$v_f = \sqrt{44} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.}$$

עבודת החיכוך וחום:

שאלות:

(1) חישוב עבודה

גוף שמסתו 5kg מחליק במורד מישור משופע. מהירותו בראש המישור היא $3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, ומהירותו בתחתית המישור, הנמצאת 15m נמוך יותר מנקודת התחלה, היא $16 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.
מהי עבודה כוח החיכוך שפועל עליו (ביחידות Joule)?



(2) גוף נופל ממסלול עקום

גוף נופל ממנוחה ממעליה גבעה בגובה 15 m .
בתחתית הגבעה מהירות הגוף היא 5 m/s לשנייה.
כמה אנרגיה הילכה לאיבוד לחום? מסת הגוף היא 2 kg .

תשובות סופיות:

-132.5J (1)

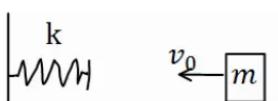
$Q = 275\text{J}$ (2)

אנרגייה פוטנציאלית אלסטית – קופץ:

שאלות:

1) מסה וקופץ במישור אופקי

מסה $m = 50\text{gr} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}_0}$ נעה ב מהירות על משטח אופקי חלק.



המסה נעזרת על ידי קופץ אידיאלי (חסר מסה)

בعل קבוע קופץ $\frac{N}{m} = 10$. הקופץ רופיע לפני פגיעה במסה.

א. מהי מהירות המסה כאשר הקופץ מכובץ 5 ס"מ?

ב. מהו הכווץ המקסימלי אליו מגיע הקופץ?

ג. חזר על סעיפים א' ו-ב' אם בין המסה למשטח יש חיכוך.

מקדם החיכוך הוא $k_0 = 0.2 \mu$ והמרחק ההתחלתי של המסה מקצת הקופץ

הוא 0.5m.

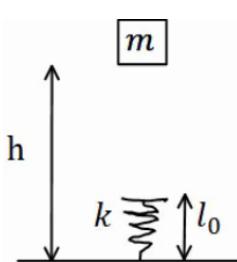
2) מסה נופלת על קופץ אנכי

מסה $m = 5\text{gr} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ משוחררת ממנוחה מגובה $h = 1\text{m}$ מעל הרצפה.

קופץ אנכי אידיאלי מחובר לרצפה.

אורכו הרפואי של הקופץ הוא $l_0 = 10\text{cm}$, וקבוע הקופץ

הוא $\frac{N}{m} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.



א. מהי מהירות המסה רגע לפני פגיעה בקופץ?

ב. מהו הכווץ המקסימלי אליו מגיע הקופץ?

ג. מהו הגובה המקסימלי אליו מגיע המסה בחזרה?

תשובות סופיות:

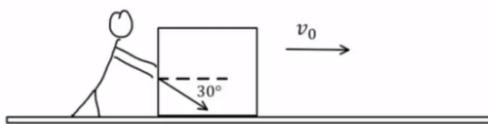
$$\text{1) א. } v_F \approx 4.95 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב. } \Delta x \approx 35.4\text{cm} \quad \text{ג. } v \approx 4.72 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, \Delta x \approx 33\text{cm}$$

$$\text{2) א. } v_F = 4.24 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב. } \Delta x_{\max} = 3\text{cm} \quad \text{ג. } h_F = h_i$$

תרגילים:

שאלות:

1) אדם דוחף ארגז בזווית



אדם דוחף ארגז שמסתו 80 ק"ג לאורך 2 מטרים על משטח אופקי. מקדם החיכוך הקינטי בין הארגז למשטח הוא 0.1. האדם דוחף את הארגז בכוח קבוע שגודלו 400 ניוטון בזווית 30 מעלות לכיוון הריצפה.

לארגו גם ישנה מהירות ההתחלתית שגודלה $v_0 = 0.2 \frac{m}{sec}$ וכיוונה ימינה באוויר.

א. ציירו תרשימים כוחות על הארגז.

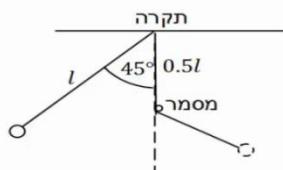
ב. חשבו את העבודה שמבצע כל אחד מהכוחות?

ג. מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) ומהי העבודה שמבצע הכוח השקול? וודאו כי התוצאה מתוישבת עם התוצאה של סעיף ב'.

ד. חשבו את מהירותו הסופית של הארגז משיקולי אנרגיה.

ה. חשבו את תאוצתו של הארגז משיקולי כוחות ומצאו את מהירותו הסופית באמצעות התאוצה שהישבתם.

2) מטוולת עם מסמר



מטוטלת תלולה מהתקarraה באמצעות חוט אידיאלי באורך $l = 80\text{cm}$.

המטוטלת מוסטת לזוויות של 45° ומשוחררת ממנוחה. בגובה 0.51 מתחת נקודת התלייה של המטוולת תקוע מסמר.

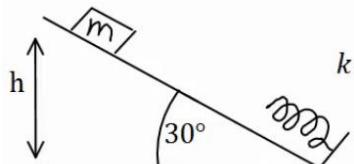
מצא את הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוולת בצדיה השני של התנועה.

3) גוף מחליק על מישור משופע ונתקע בקפיץ

מסה $m = 20\text{gr}$ מחליקה מגובה $h = 1\text{m}$, ומנוחה, על מדרון משופע בזווית של 30° .

בתחינת המדרון המסה מתנגשת בקפיץ אידיאלי

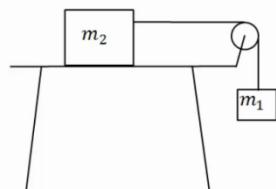
בעל קבוע קפיץ $\frac{N}{m} = 100$ ואורך רפו של 15 ס"מ.



א. מהו הכיוון המקסימלי של הקפיץ ומהו הגובה המקסימלי אליו תchezור המשטה אם המשטה חלק?

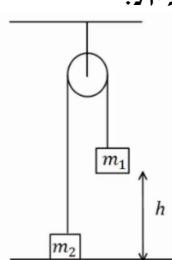
ב. חזר על סעיף א' אם קיים חיכוך בין המשטה למסה, ומקדם החיכוך הקינטי $\mu_k = 0.1$.

הנח שהחיכוך הסטטי אינו חזק מספיק לעצור את המסה.

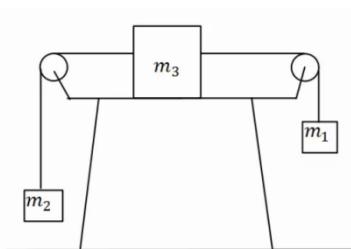
4) מסה על שולחן ומסה תלויה

מסה $m_2 = 4\text{kg}$ נמצאת על שולחן ומחוברת דרך חוט וגלגלת אידיאלית למסה $m_1 = 2\text{kg}$ התלויה באוויר. גובה המסה m_1 מעל הקרקע הוא $h = 2\text{m}$.
המערכת מתחילה לנوع ממנוחה.

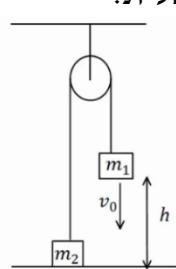
- מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_1 אם השולחן חלק.
- מצא את מהירות המסות כתלות בגובה המסה m_1 .
- חוור על סעיף א' כאשר קיים חיכוך עם השולחן ומקדם החיכוך הוא $0.2 \cdot \mu_k$.
- כמה אנרגיה הולכת לאיבוד כחום במקרה של סעיף ג'? חשב בשתי צורות.

5) שתי מסות תלויות מהתקלה

במערכת הבאה המסות תלויות מהתקלה באמצעות גלגלת אידיאלית. נתון $m_2 > m_1$, והגובה ההתחלתי של m_1 הוא h .
מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_1 , אם המערכת מתחילה ממנוחה.

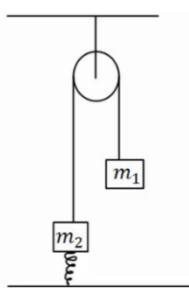


- masa ul sholchan v shai masot beavoir . $m_1 = 5\text{kg}$, $m_2 = 2\text{kg}$, $m_3 = 3\text{kg}$ במערכת הבאה שלוש מסות: כל הגלגלות והחותמים אידיאליים.
המערכת מתחילה ממנוחה.
- מצא את המהירות כתלות בהעתק של m_1 . הנח שהשולחן חלק.
 - חוור על סעיף א' אם יש חיכוך עם השולחן ומקדם החיכוך הקינטי הוא $0.2 \cdot \mu_k$.

7) שתי מסות תלויות מהתקלה וzychיפה

במערכת הבאה המסות תלויות מהתקלה באמצעות גלגלת אידיאלית. נתון $m_2 < m_1$ והגובה ההתחלתי של m_1 הוא h .
נותנים ל- m_1 מהירות ההתחלתית לפני מטה שוגדה v_0 .
א. מצא את הגובה המינימלי אליו תגיע m_1 . (הנח שהיא אינה פוגעת בקרקע).
ב. מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_2 .

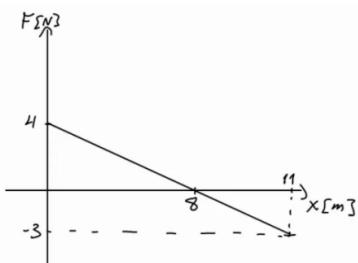
(8) שתי מסות תלויות מהתקלה וקפיץ
 במערכת הבאה המסות תלויות מהתקלה באמצעות גלגלת אידיאלית.



המסה m_2 מחוברת לרצפה באמצעות קפיץ אידיאלי.
 משחררים את המערכת ממנוחה במצב בו הקפיץ רופוי.

$$\text{נתון : } m_1 = 4\text{kg}, m_2 = 2\text{kg}, k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

- מהי התארכויות הקפיץ במצב שיווי משקל?
- מהי התארכויות המסות במצב שיווי משקל?
- מהי ההשתארכות המקסימלית של הקפיץ?

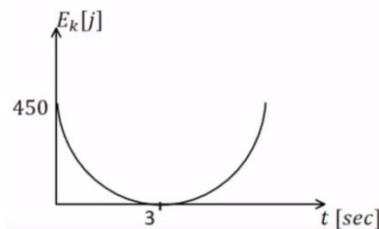


(9) גוף של כוח
 נתון גוף של כוח הפעול על גופך כתלות במקומות.
 הכוח הוא הכוח היחיד הפעול על הגוף.
 מסת הגוף היא $m = 2\text{kg}$ והוא מתחילה תנועתו ממנוחה.

- מצא את מהירות הגוף ב- $x = 18\text{ m}$.
- מצא את מהירות הגוף ב- $x = 6\text{ m}$.

(10) כדור מקפץ מאבד אנרגיה
 כדור נופל ממנוחה לרצפה מגובה 3m .
 בכל פעם שהכדור פוגע ברצפה הוא מאבד 8% מהאנרגיה שלו.

- מה הגובה המקסימלי אליו הגיע לאחר הפגיעה הראשונה?
- מה הגובה המקסימלי אליו הגיע לאחר הפגיעה השלישי?
- כמה פעמים פגע הכדור ברצפה עד אשר גובהו המקסימלי יהיה קטן מ- 80 cm ?



(11) זריקה אנכית עם גוף של אנרגיה קינטית
 כדור שמסתו 1 kg נזרק אנכית כלפי מעלה.
 מישור הייחוס של האנרגיה הפוטנציאלית נבחר
 בנקודת הזירה. הגרף הנתון מתאר את האנרגיה
 הקינטית כפונקציה של הזמן.

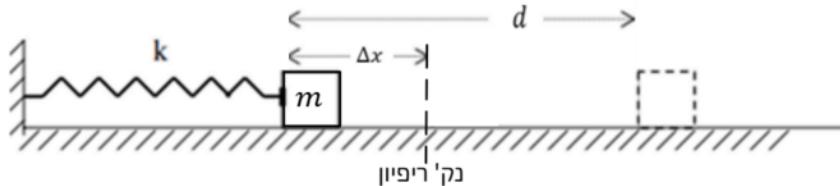
- מהי מהירות הזירה של הכדור ומתי הגיע לשיא הגובה?
- מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע הכדור?
- שרטט גרף של האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור כפונקציה של הזמן.
 צין על הגרף מהו הערך המירבי של האנרגיה ומהו הזמן בו חזר הכדור לקרקע.
- חשב את העבודה כוח הכבוד :

 - מרגע הזירה ועד לשיא הגובה.
 - מרגע הזירה ועד לגובה 30 מטרים בדרך חזרה.

12) קפיז דוחף גוף על שולחן עם חיכוך

גוף שמסתו $m = 0.3\text{kg}$ נלחץ אל קפיז אופקי ומכועז את הקפיז ב- $\Delta x = 0.2\text{m}$ כמוראה בציור. לאחר שחרורו, נעה הגוף מרחק $d = 0.6\text{m}$ על שולחן אופקי לא חלק עד עומדו (גוף אינו מחובר לקפיז, הוא מנטק מגע עם הקפיז כאשר הקפיז מגיע לאורכו הרפוי). קבוע הכוח של הקפיז הוא :

$$k = 14 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$



א. מהו מקדם החיכוך שבין הגוף והשולחן?

ב. מהי מהירות הגוף ברגע שהוא עוזב את הקפיז (מנתק את המגע אליו)?

13) גוף מחליק על חצי מעגל ומכועז קפיז

גוף בעל מסה $m = 2\text{kg}$ משוחרר ממנוחה מקצתה של מסילה חסרת חיכוך בצורת רביע מעגל ברדיוס $R = 2\text{m}$. בתחתית המסילה הגוף מחליק על מישור אופקי שאינו חלק באורך 1 מטר.

מקדם החיכוך הקינטי בין המישור לגוף הוא 0.3. בקצת הקטע עם החיכוך נמצא קפיז רפואי, הגוף פוגע בקפיז ומכועז אותו לכיווץ מקסימלי של 0.1 מטר. החלק עליו נמצא הקפיז חסר חיכוך.

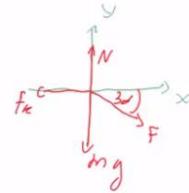
א. מהי מהירות הגוף ברגע פגיעתו בקפיז?

ב. מהו קבוע הקפיז?

ג. מהו הגובה המקסימלי אליו ניתן הגיעו כאשר יחזור אל המסילה המעלגית בפעם הראשונה?

תשובות סופיות:

$$W_F \approx 690J, W_{F_k} = -200J \quad \text{ב. נ. 1}$$



$$v_F = 3.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \sum F \approx 250N, W_{\sum F} \approx 490J \quad \text{ג.}$$

$$a \approx 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}, v_F = 3.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$\theta_{\max} = 65.53^\circ \quad \text{2}$$

. $h_F = 1m$: הגובה : $x = 6.18\text{cm}$, α .

. $h_F = 0.999\text{m}$: הגובה : $\Delta x = 67\text{cm}$, α .

$$Q = 16J \quad \text{ט.} \quad v = \sqrt{8} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v = \sqrt{\frac{40}{3} - \frac{20}{3}h} \quad \text{ב.} \quad v_{m_1} \approx 3.65 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{נ. 4}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(m_1 - m_2)gh}{m_1 + m_2}} \quad \text{5}$$

$$v = \sqrt{4.8\Delta x} \quad \text{ב.} \quad v = \sqrt{6\Delta x} \quad \text{נ. 6}$$

$$|v_p| = |v_i| = |v_0| \quad \text{ט.} \quad h_{\min} = \frac{\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_0^2 + (m_1 - m_2)gh}{(m_1 - m_2)g} \quad \text{נ. 7}$$

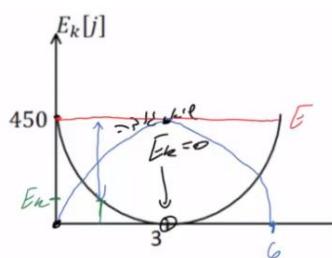
$$\Delta x_{\max} = 4\text{m} \quad \text{ג.} \quad v \approx 2.58 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad x_0 = 2\text{m} \quad \text{נ. 8}$$

$$v(x=6) = 4.12 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad v(x=18) = 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{נ. 9}$$

$$n = 16 \quad \text{ג.} \quad h_3 = 2.187 \quad \text{ב.} \quad h_1 = 2.76\text{m} \quad \text{נ. 10}$$

$$h = 45\text{m} \quad \text{ג.} \quad v_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, t = 3\text{sec} \quad \text{נ. 11}$$

$$W_g = -300J \quad \text{ii.} \quad W_g = -450J \quad \text{i.ט}$$



$$1.12 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad 0.156 \quad \text{נ. 12}$$

$$h_D = 1.4\text{m} \quad \text{ג.} \quad k = 6800 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \text{ב.} \quad v_B = \sqrt{34} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{נ. 13}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 10 - מתקף ותנע

תוכן העניינים

103	1. מתקף
104	2. תנע ושימור תנע
108	3. התנגשות אלסטית
109	4. התנגשות פלסטית ורתע
110	5. מקרים מיוחדים
111	6. תרגילים נוספים

מתוך:

שאלות:

1) שחון בועט בצד

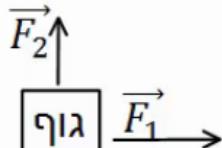
שחון כדורגל בועט בצד, הכוח המומוצע שפעיל השחון הוא 100 ניוטון בכיוון ציר ה- x .

זמן המגע של השחון עם הצד הוא 0.2 שניות.
חשב את המתך שהפעיל השחון על הצד.

2) חישוב מתך כולל

בציור הבא נתון גוף שפועלים עליו שני כוחות: $\vec{F}_1 = 2\hat{x}$, $\vec{F}_2 = 3\hat{y}$.

זמן הפעולה של שני הכוחות הוא: $\Delta t = 0.5 \text{ sec}$.



א. חשב את המתך של כל כוח בנפרד.

ב. מצא את וקטור המתך הכולל. מהו גודלו וכיונו?

ג. חשב את שקול הכוחות הפועל על הגוף ומצא באמצעות שקול הכוחות את גודל המתך הכולל.

תשובות סופיות:

$$\vec{J} = 20N\hat{x} \quad (1)$$

$$\vec{J}_1 = 1 \cdot \hat{x}, \vec{J}_2 = 1.5 \cdot \hat{y} \quad (2)$$

ב. $(1, 1.5)$, גודל: $|\vec{J}_T| \approx 1.8N \cdot \text{sec}$, כיוון: $\theta \approx 56.31^\circ$.

ג. גודל: $|\vec{J}_T| \approx 1.8N \cdot \text{sec}$, $\sum \vec{F} = 2\hat{x} + 3\hat{y}$.

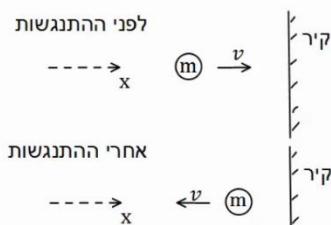
תנע ושמור תנע:

שאלות:

1) כדור מתנש בקיר

כדור בעל מסה $m = 0.5\text{kg}$ נע במהירות $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בכיוון ציר ה- x .

ברגע מסוים הכדור מתנש בקיר וחוזר חזרה באותו מהירות. התעלם מכוח הכבידה.



א. מהו התנע של הכדור לפני ההתנגשות?

ב. מהו התנע של הכדור לאחר ההתנגשות?

ג. מהו השינוי בתנע?

ד. מהו המתקף שהפעיל הקיר על הכדור?

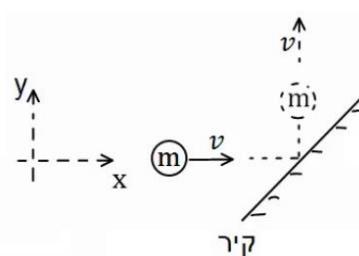
ה. מהו הכוח הנורמלי המומוצע שהפעיל הקיר על הכדור, אם משך זמן ההתנגשות היה 0.2 שניות.

2) כדור מתנש בקיר משופע

כדור בעל מסה $m = 0.2\text{kg}$ נע במהירות $v = 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בכיוון ציר ה- x .

ברגע מסוים הכדור מתנש בקיר משופע.

לאחר ההתנגשות הכדור נע בכיוון החזובי של ציר ה- y באותו גודל של מהירות. התעלם מכוח הכבידה.



א. מהו התנע של הכדור לפני ההתנגשות?

ב. מהו התנע של הכדור לאחר ההתנגשות?

ג. מהו השינוי בתנע?

ד. מהו המתקף שהפעיל הקיר על הכדור?

ה. מהו הכוח הנורמלי המומוצע שהפעיל הקיר על הכדור, אם משך זמן ההתנגשות היה 0.1 שניות?

(3) כדור מתנגש בכדור במנוחה

כדור 1 בעל מסה $m_1 = 2\text{kg}$ נע במהירות $v_1 = \frac{m}{sec} = 20$ בכיוון ציר ה- x .

ברגע מסוים הכדור פוגע בכדור 2 הנמצא במנוחה.
מסת הכדור השני היא $m_2 = 3\text{kg}$.

לאחר הפגיעה, כדור 1 ממשיך במהירות $v_1 = \frac{m}{sec} = 5$ בכיוון החיווי של ציר ה- x .

- א. מהו התנוע הכלול לפני ההתנגשות?
- ב. השתמש בחוק שימור התנע ומצא את מהירותו של כדור 2 לאחר ההתנגשות.
- ג. מהו המתך שפועל על כדור 1?
- ד. מהו המתך שפועל על כדור 2?
- ה. מהו המתך שפועל על כל המערכת?

(4) שני כדורים נעים אחד לפני השני

שני כדורים נעים אחד לפני השני ותנגשים ברגע מסוים. מסות ה כדורים ומהירותם שלם לפני ההתנגשות

הן: $m_1 = 4\text{kg}$, $m_2 = 3\text{kg}$, $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $v_2 = 15 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

מהירותו של כדור 2 לאחר ההתנגשות היא: $v_2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, בכיוון הפוך למהירותו לפני ההתנגשות. הנח שההתנגשות היא מצחית (כלומר, שה כדורים נשארים על אותו ציר לאחר ההתנגשות).

- א. מהו התנוע הכלול לפני ההתנגשות?
- ב. השתמש בחוק שימור התנע ומצא את מהירותו של כדור 1 לאחר ההתנגשות.
- ג. מהו המתך שפועל על כדור 1?
- ד. מהו המתך שפועל על כדור 2?
- ה. מהו המתך שפועל על כל המערכת?

(5) התנגשות דו-מימדית

שני כדורים נעים אחד אחד לפני השני על ציר ה- x .

מהירותו הבודדים ומסותיהם הן: $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $v_2 = -5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $m_1 = 3\text{kg}$, $m_2 = 4\text{kg}$

ה כדורים מתנגשים ולאחר ההתנגשות כדור אחד נעה בזווית של 30 מעלות מתחת לציר ה- x וכדור 2 נעה בזווית של 120 מעלות עם ציר ה- x החיווי.

- א. מצא את גודל מהירותם הבודדים לאחר ההתנגשות.
- ב. מהו המתך שפועל על כל כדור?

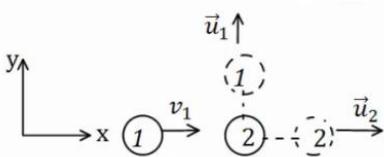
6) איזה התנגשות אפשרית

כדור מס' 1 נע ב מהירות חיובית על ציר ה- x .

ברגע מסוים הוא מתנגש בכדור מס' 2 הנמצא במנוחה.

נתון כי לאחר ההتانשות מהירותו של כדור 2

הוא בכיוון ציר ה- x .



א. אם יתכן כי מהירותו של כדור 1

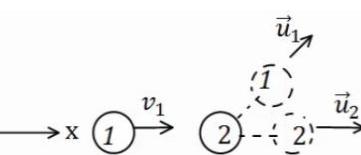
לאחר ההتانשות היא רק בכיוון ציר ה- y ?

ב. אם יתכן כי מהירותו לאחר ההتانשות

הוא בזווית של 30 מעלות עם ציר ה- x ?

ג. אם יתכן שכדור מס' 1 נע בכיוון החיובי

של ציר ה- x לאחר ההتانשות?

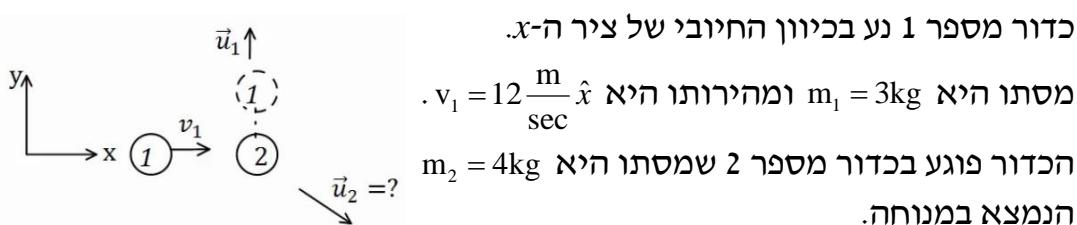


ד. אם יתכן כדור מס' 1 נע בכיוון השיליי של ציר ה- x לאחר ההتانשות?

ה. אם יתכן שני ה כדורים נעים בכיוון השיליי של ציר ה- x לאחר ההتانשות?

7) מציאת המהירות של כדור 2

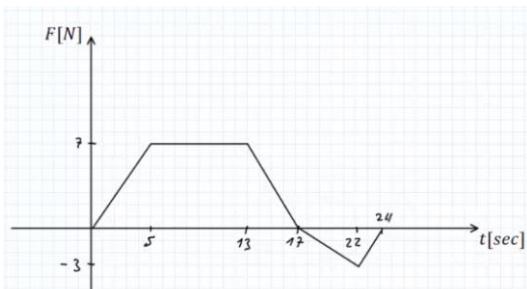
כדור מס' 1 נע בכיוון החיובי של ציר ה- x .



מהירותו של כדור 1 לאחר ההتانשות היא $u_1 = 8 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ (בכיוון ציר ה- y החיובי בלבד).

א. מצא את וקטור המהירות של כדור 2 לאחר ההتانשות.

ב. מהו גודלה של המהירות ומהו כיווניה?

**8) גוף של כוח כתלות בזמן**

גוף בעל מסה של 2kg נעה לאורך קו ישר

ב להשפעת כוח המשתנה בזמן.

גודלו של הכוח כתלות בזמן נתון בגרף.

הגוף תחילה תנעטו ממנוחה.

א. מצא את המתך שפועל על הגוף עד

$t = 17\text{ sec}$, מהי מהירות הגוף באותו הרגע?

ב. מצא את המתך שפועל על הגוף עד לרגע $t = 24\text{ sec}$, מהי מהירות הגוף באותו הרגע?

ג. מהו המתך שפועל על הגוף במשך הזמן $?17\text{ sec} < t < 24\text{ sec}$ מה משמעות הסימן של המתך?

תשובות סופיות:

$$\Delta \vec{p} = -5\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x} \quad \text{ג.} \quad \vec{p} = -2.5\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x} \quad \text{ב.} \quad \vec{p} = 2.5\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x} \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$\vec{N} = -25\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \hat{x} = -25\text{N}\hat{x} \quad \text{ה.} \quad \vec{J}_T = \vec{J}_N = \Delta \vec{p} = -2.5\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x} \quad \text{ט}$$

$$(-0.6, 0.6) \quad \text{ג.} \quad \vec{p} = 0.6\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{y} \quad \text{ב.} \quad \vec{p} = 0.6\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\vec{N} = (-6, 6)\text{N} \quad \text{ה.} \quad \vec{J}_N = (-0.6, 0.6)\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ט}$$

$$\vec{J}_{T1} = -30\hat{x}\text{N} \cdot \text{sec} \quad \text{ג.} \quad \vec{u}_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \hat{x} \quad \text{ב.} \quad \vec{p}_T = 40\hat{x}\text{N} \cdot \text{sec} \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$0 \quad \vec{J}_{T2} = 30\hat{x}\text{N} \cdot \text{sec} \quad \text{ט}$$

$$\vec{J}_1 = -81\hat{x}\text{N} \cdot \text{sec} \quad \text{ג.} \quad u_1 = -10.25 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad \vec{p}_T = -5\hat{x}\text{N} \cdot \text{sec} \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$0 \quad \vec{J}_2 = 81\hat{x}\text{N} \cdot \text{sec} \quad \text{ט}$$

$$\vec{J}_1 = (-14.97, -8.67) \quad \text{ב.} \quad u_1 = 5.78 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, u_2 = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$\text{ה. לא.} \quad \text{ד. כן.} \quad \text{ג. כן.} \quad \text{ב. לא.} \quad \text{א. לא.} \quad (6)$$

$$\theta = 33.69^\circ, |\vec{u}_2| \approx 10.82 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב. גודל:} \quad \vec{u}_2 = (9, -6) \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (7)$$

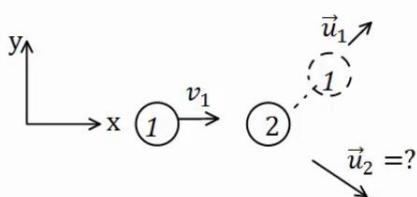
$$J = 87.5\text{N} \cdot \text{sec}, v_F(t=17\text{sec}) = 43.75 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (8)$$

$$J = 77\text{N} \cdot \text{sec}, v(t=24\text{sec}) = 38.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.}$$

ג. המשמעות של הסימן שהכוח שמבצע את המתוך פועל בכיוון השמאלי.

התנגשות אלסטית:

שאלות:



- 1) התנגשות אלסטית**
 כדור בעל מסה $m_1 = 2\text{kg}$ פוגע בכדור שני הנמצא במנוחה. מהירותו של הכדור הראשון לפני ההתנגשות היא $v_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$. נתון כי מהירותו של הכדור הראשון לאחר ההתנגשות היא $10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בזווית של 45 מעלות ביחס לכיוון פגיעתו. מצא את מהירותו של הכדור השני ומסתו, אם ידוע שההתנגשות היא אלסטית.

- 2) התנגשות אלסטית מצחית**
 גוף בעל מסה $m_1 = 5\text{kg}$ נעה על ציר ה- x ומתרגש בגוף אחר בעל מסה $m_2 = 8\text{kg}$, הנעה על ציר ה- x גם כן. מהירות הגוףים לפני ההתנגשות הן: $v_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $v_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, בהתאם. ידוע שההתנגשות היא אלסטית ומצחית. מצא את מהירות הגוףים לאחר ההתנגשות.

תשובות סופיות:

1) מסה: $u_{2_x} = 17.86 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $u_{2_y} = -9.75 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, מהירות: $m_2 \approx 1.45\text{kg}$

2) $u_2 \approx 16.54 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $u_1 = 1.54 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

התנששות פלסטית ורתע:

שאלות:

1) קליע נתקע בبول עץ



קליע נע ב מהירות $v_1 = 100 \frac{m}{sec}$ עבר בול עץ

המצא במנוחה. הקליע חודר לبول העץ ונתקע בתוכו.
מסת הקליע היא $m = 20\text{gr}$ ומסת בול העץ היא $M = 5\text{kg}$.
מצא את המהירות המשותפת של הגוףים לאחר הפגיעה.



2) קליע נורה מרובה

כדור נורה מרובה הנמצא במנוחה.

מהירות הcador לאחר הירי היא $u_1 = 100 \frac{m}{sec}$, ומסת הcador היא $m = 20\text{gr}$
מהירות הרובה, אם מסת הרובה היא $M = 3\text{kg}$?

3) טיל מתפרק

טיל טס באוויר ב מהירות $v = 540 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ בקו ישר, מסת הטיל היא $M = 50\text{kg}$.

ברגע מסויים הטיל מתפרק לשני חלקים. מסת החלק הראשון היא $m_1 = 20\text{kg}$
מצא את מהירות החלק השני במקרים הבאים:

א. מהירות החלק הראשון היא $u_1 = 72 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ בכיוון הפוך לכיוון אליו נע
הטיל לפני הפיצוץ.

ב. מהירות החלק הראשון היא $u_1 = 360 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ בכיוון 30 מעלות
 מתחת לכיוון אליו עז הטיל לפני הפיצוץ.

תשובות סופיות:

$$u = \frac{2}{5} \frac{m}{sec} \quad (1)$$

$$u_2 = -\frac{2}{3} \frac{m}{sec} \quad (2)$$

$$u_{2x} \approx 192.3 \frac{m}{sec}, u_{2y} = 33.34 \frac{m}{sec} \quad \text{ב.} \quad u_2 = 948 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad \text{א.}$$

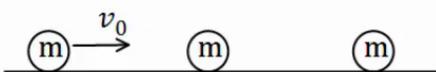
מקרים מיוחדים:

שאלות:

1) פגיעה כפולה

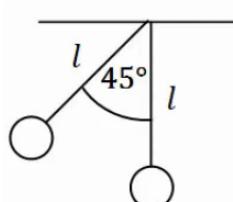
שלושה כדורים זהים נמצאים על משור אופקי חלק. הcador השמאלי נעה במהירות v_0 כלפי הcador האמצעי. נמצא את מהירותות כל אחד מה גופים לאחר כל ההתנגשויות, אם :

- כל ההתנגשויות הן אלסטיות מצחיות.
- כל ההתנגשויות הן פלסטיות.



2) מטוטלת פוגעת במטוטלת

שני כדורים זהים תלויים באמצעות חוטים בעלי אורך זהה l . מסיתים את הcador השמאלי בזווית של 45 מעלות ומשחררים אותו ממנוחה.



- מהי מהירותו רגע לפני הפגיעה בcador הימני?
- מהי מהירות הcador השמאלי לאחר הפגיעה אם ההתנגשות היא אלסטית?
- מהי הזווית המקסימלית אליה יגיע הcador לאחר הפגיעה?
- מה יקרה לאחר מכן?
- חוזר על סעיפים ב', ג' אם ההתנגשות היא פלסטית.

3) מקדם תקומה

גוף בעל מסה m נעה במהירות v על משטח אופקי חלק ומתנש בגוף בעל מסה $3m$ הנמצא במנוחה. נתון כי ההתנגשות חד ממדייה ומקדם התקומה הוא 0.8. מצא את מהירות הגוף לאחר ההתנגשות.

תשובות סופיות:

1) א. הcador הראשון והשני מהירותם 0, והcador השלישי מהירותו v_0 .

ב. $\ddot{u} = \frac{v_0}{3}$

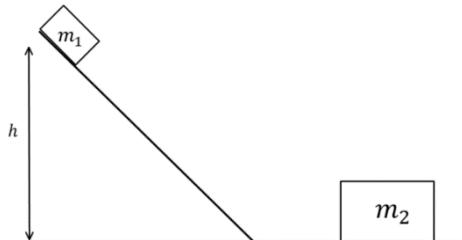
ג. $\theta_{\max} = 45^\circ$ ב. $u_2 = v = \sqrt{0.58gl}$ ג. $v = \sqrt{0.58gl}$

ה. (ב) $u = \frac{1}{2}v$, (g) $\theta \approx 21.95^\circ$ ד. התהילה חוזר על עצמו לנצח.

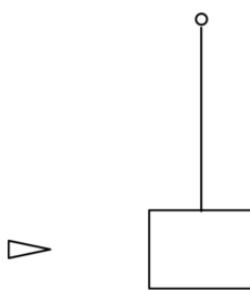
3) $u_1 = -0.35v$, $u_2 = 0.45v$

תרגילים נוספים:

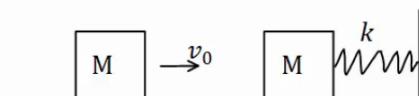
שאלות:



- (1) **גוף יורץ במדרון מתנגן ועולה חזרה**
 גוף בעל מסה $m_1 = 2\text{kg}$ משוחרר ממנוחה על
 מדרון משופע בגובה $h = 1\text{m}$.
 בתחתית המדרון מונח גוף בעל מסה $m_2 = 5\text{kg}$.
 הגוף הראשון פוגע בגוף השני בהגיעה
 למישור האופקי והגוףים מתנגשים התנגשות
 אלסטית, עד לאיזה גובה יגיע הגוף הראשון
 בחזרה במעלה המדרון? אין חיכוך בין הגוףים למשטחים.



- (2) **קליע חודר מטוטלת בליסטיות**
 בול עץ בעל מסה 2kg קשור לחוט ותלויה אנטית במנוחה.
 קליע בעל מסה 5gr נע במהירות $v_1 = 450 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ פוגע
 בבול העץ, חודר אותו, ו יוצא מצידו השני
 במהירות $v_1 = 150 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.
 לאיזה גובה מаксימלי יגיע בול העץ?



- (3) **שתי מסות וקפי**
 מסה M נעה במהירות v_0 ומתנגשת במסה זהה נוספת הנמצאת במנוחה.
 המסה נוספת מחוברת לקפי רפואי.
 קבוע הקפי, המהירות ההתחלתית והמסות נתונות.
 מצא את הכוח מקסימלי, אם:
 א. ההתנגשות היא פלסטית.
 ב. ההתנגשות אלסטית.
 ג. חשב את המתקף שפועל על כל הגוף בכל אחד מהמקרים.

4) שלושה כדורים

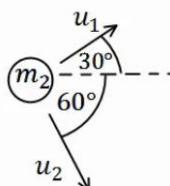
שלושה כדורים מונחים על משטח אופקי חלק כפי שמתואר באIOR.
הכדור השמאלי בעל מסה $3m$ נע במהירות v ומתנגש בתנשנות אלסטית בכדור בעל מסה m הנמצא במנוחה. שתי שניות לאחר מכן מתנגש הכדור בעל מסה m בדור בעל מסה $5m$ הנמצא בתנשנות פלסטית.



- מהי מהירות ה כדורים m ו- $3m$ לאחר ההتانשות הראשונה?
- מהי מהירות המשותפת של ה כדורים m ו- $5m$ לאחר ההتانשות השנייה?
- כמה זמן חלף מרגע ההتانשות הראשונה עד לרגע ההتانשות השלישית, זו של הדור $3m$ ב כדורים הדבקים?

5) איבוד אנרגיה

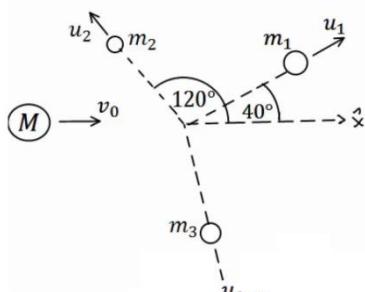
כדור בעל מסה $m_1 = 2kg$ ו מהירות $v_1 = 10 \frac{m}{sec}$ מתנגש בדור בעל מסה $m_2 = 3kg$ הנמצא במנוחה. לאחר ההتانשות, הדור הראשון נע בכיוון 30 מעלות מעלה לכיוון הפגיעה, והדור השני נע בזווית 60 מעלות מתחתי לכיוון הפגיעה (ראה איור).



- מצא את מהירות הגוף לאחר ההتانשות.
 - האם ההتانשות אלסטית?
- אם לא, כמה אנרגיה אבדה בהتانשות?

6) פצצה

פצצה בעלי מסה $M = 13kg$ נעה באוויר במהירות קבועה $v_0 = 100 \frac{m}{sec}$. ברגע מסוים הפצצה מתפוצצת לשולשה חלקים קטנים יותר. מסת החלק הראשון היא $m_1 = 4kg$ והוא נע במהירות $u_1 = 80 \frac{m}{sec}$ בזווית של 40 מעלות ביחס לכיוון המקורי.



מסת החלק השני היא $m_2 = 2kg$ והוא נع במהירות $u_2 = 10 \frac{m}{sec}$ בזווית של 120 מעלות ביחס לכיוון המקורי. מסת החלק השלישי היא $7kg$.
מצא את מהירות החלק השלישי השלישי.

7) שני גופים שני מימדים

שני גופים, בעלי מסות : $m_1 = 2\text{kg}$, $m_2 = 3\text{kg}$, נעים בכיוון הראשית.

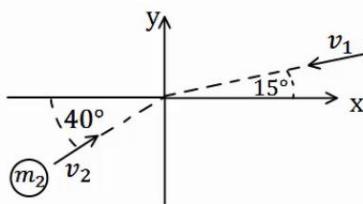
מהירותם של הגוף הראשון הוא : $v_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $v_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בהתאם, וכיוונם נתון באירור.

הגוף השני מתנגש בראשית.

מצא את מהירות הגוף השני לאחר ההתנגשות, אם :

א. ההתנגשות היא פלסטית.

ב. ההתנגשות היא אלסטית, והגוף נע בכיוון החיווי של ציר ה- y לאחר ההתנגשות.

**8) כדור גולף על כדורסל**

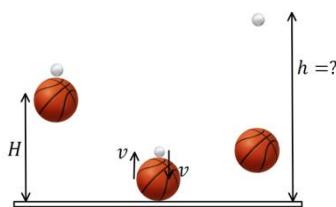
כדור גולף וכדור כדורסל מוחזקים במנוחה אחד מעל השמיים בגובה $H = 1.5\text{m}$.

משחררים אותם ליפול ממנוחה.

מה יהיה הגובה המרבי אליו יגיע כדור הגולף, אם נניח שככל ההתנגשויות אלסטיות ומצחירות.

מסת כדור הגולף היא $m = 46\text{gr}$,

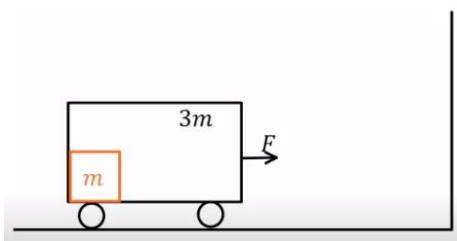
ומסת הכדורסל היא $M = 624\text{gr}$.

**9) ארגז בתוך קרונית המתנגשת בקיר**

ארגז שמסתו m מונח בתוך קרונית סגורה בצד דופן השמאלי של הקרונית.

מסת הקרונית היא $3m$ והוא מתחילה ממנוחה. מפעלים כוח F קבוע ימינה במשך T שניות. אין חיכוך בין הקרונית לקרקע.

נתון : F , T , m



א. מהי מהירות הקרונית בתום הזמן T ?

ב. מהו הכוח N שהארגז מפעיל על הדופן השמאלית של הקרונית?

ג. בתום פעלת הכוח הקרונית מתנגשת בקיר התנגשויות אלסטיות לחליותן.

הארגז ממשיך את תנועתו מלפנים התנגשויות עד אשר הוא מתנגש בדופן

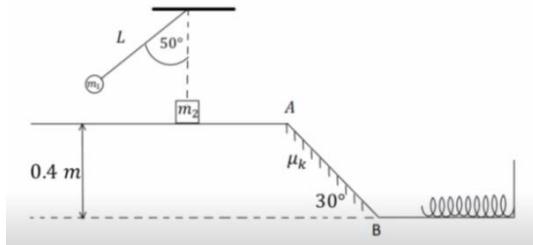
הימנית של הקרונית התנגשויות פלסטית. מהי מהירות הקרונית לאחר

התנגשויות השנייה בארגז?

ד. כמה אנרגיה הולכת לאיבוד בהתנגשויות הפלסטית של הארגז בדופן הימנית?

10) מטוטלת פוגעת במסה שנע במדרון עם קפיץ

גוף בעל מסה $m_1 = 1\text{kg}$ קשור לתקרה באמצעות חוט שאורכו $L = 0.6\text{m}$. מסיטים את החוט בזווית 50° מהאנך לתקרה ומשחררים ממנוחה.



בתחתית המסלול של תנועתו מתנגש הגוף

גוף שני בעל מסה $m_2 = 2\text{kg}$ הנמצא

במנוחה על משטח אופקי חלק. גובה המשטח מעלה הקרקע הוא 0.4m . מיד לאחר ההתנגשות

גוף 1 מקבל מהירות של $\frac{\text{m}}{\text{sec}} 0.4$ אחורית

גוף 2 נעה קדימה. בנקודת A גוף 2 עובר למישור משופע לא חלק בעל מקדם חיכוך $\mu_k = 0.1$ וזווית שיפוע 30° . בנקודת B גוף 2 חוזר למישור אופקי חלק

בגובה הקרקע ומתרנגש בקפיץ בעל קבוע $\text{N} \text{m} = 200$.

א. מהי המהירות של גוף 1 רגע לפני ההתנגשות?

ב. מהי המהירות של גוף 2 מיד לאחר ההתנגשות?

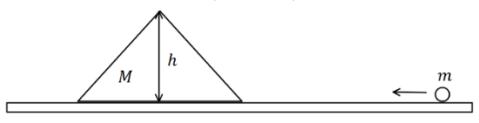
ג. מהי המהירות של גוף 2 בנקודת B?

ד. מהי התוכוות המקסימלית של הקפיץ?

ה. מהי המהירות של גוף 2 כאשר הקפוץ מכובץ בחצי מהכיווץ המקורי?

11) כדור עולה על מדרון משולש

מדרון משולש בעל גובה $m = 3\text{m}$ חופשי לנوع מעלה משטח אופקי חלק (לא חיכוך). מסת המדרון היא: $M = 15\text{kg}$.



מגללים כדור בעל מסה $m = 5\text{kg}$

על המשטח לכיוון המדרון. התייחס לכדור כל גוף נקודתי.

א. מה צריכה להיות המהירות שבה מגללים את הכדור כך שהוא יעצור (ביחס למדרון) בדיקוק לפני שהוא עובר את שיא הגובה של המדרון?

ב. מהי מהירות המדרון ברגע שהכדור מגיע לשיא הגובה?

ג. מהי המהירות הסופית של המדרון והכדור?

12) קפיץ נושא שתיים קצוטי

על שולחן אופקי חלק מונחים שני גופים בעלי מסות $M = 5\text{kg}$ ו- $m = 3\text{kg}$

המחוברים לקצוטיו של קפיץ בעל קבוע $\text{N} \text{m} = 150$ ואורך חופשי $l_0 = 0.4\text{m}$.

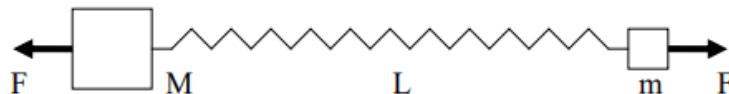
על הגוף פועלים שני כוחות, F , שווים בגודלם והפוכים בכיוונים.

המערכת נמצאת במנוחה כאשר הקפוץ מתחז ואורכו הוא L (ראה ציור).

א. מה תהיה המתיחות וההתארכות בקפיץ כאשר $F = 15\text{N}$?

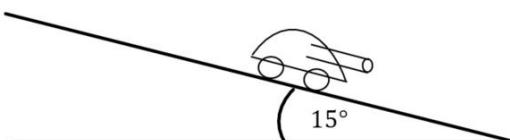
- ב. במקרה אחר, מחררים את המערכת במצב של מנוחה כאשר $m = 0.6m$ ו- F לא ידוע. מה יהיה אורךו של הקפץ כאשר הוא מגע להתקומות המקסימלית לאחר השחרור?

- ג. בסעיף ב', מה תהיה המהירות המקסימלית של M לאחר השחרור?



13) טנק יורה פגזים ועולה במדרון*

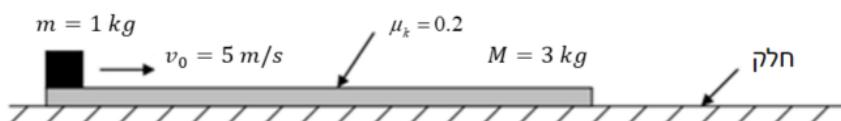
טנק שמסתו 800 kg (טנק קל מאוד) נמצא ברגע מסויים במנוחה על מדרון משופע בזווית של 15° מעלות. הטנק יורה שני פגזים במרווח של 2 שניות בין הירי הראשון לשני. מסת כל פגז הוא 20 kg והוא נורה במהירות לוע של 400 m/s לשנייה במקביל ובמוריד למדרון. הניחו שלטנק גלגלים והחיכוך ביןו למדרון זניח. מה ההעתק המקסימלי שיעשה הטנק במעלה המדרון?



14) קובייה נעה על לוח שזז**- כולל תנועה יחסית

קובייה קטנה שמסתה $m = 1 \text{ kg}$ נמצאת על לוח ארוך שמסתו $M = 3 \text{ kg}$ כמוראה בציור. 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 $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ יחסית ללוח ובכיוון ימינה. מקדם החיכוך הקינטי בין הקובייה ללוח הוא $\mu_k = 0.2$. כעבור זמן μ מטרים נעצרת הקובייה על הלוח (לפני שהיא מגיעה לקצהו), כך ששניהם נעים יחד באותה מהירות על השולחן. א. חשבו את המהירות המשותפת של הקובייה והלוח, לאחר עצירת הקובייה על הלוח ביחס למעבדה.

- ב. מהו הכוח האופקי הפועל על הקובייה עד לעצירתה על הלוח (גודל וכיוון)?
 ג. מהו הכוח האופקי הפועל על הלוח עד לעצירת הקובייה על הלוח (גודל וכיוון)?
 ד. מהי תאוצת הקובייה ביחס למעבדה ומהי תאוצת הקובייה ביחס לloor?
 ה. מהו המרחק שעברה הקובייה ביחס לLOOR עד לעצירתה ביחס אליו?



תשובות סופיות:

0.18m **(1)**

0.028m **(2)**

$$\Delta x_{\max} = \sqrt{\frac{m}{k} v_0^2} . \text{ ב} \quad \Delta x_{\max} = \sqrt{\frac{m}{k} \cdot \frac{1}{2} v_0^2} . \text{ א} \quad \text{ (3)}$$

$$. \vec{J}_1 = -mv_0 \hat{x}, \vec{J}_2 = mv_0 \hat{x} \quad \text{(ב)} \quad \vec{J}_1 = -\frac{1}{2} mv_0 \hat{x}, \vec{J}_2 = \frac{1}{2} mv_0 \hat{x} \quad \text{(א). ג}$$

$$t = 10 \text{ sec} . \text{ ג} \quad u = \frac{1}{4} v . \text{ ב} \quad u_2 = \frac{3}{2} v, u_1 = \frac{1}{2} v . \text{ א} \quad \text{ (4)}$$

$$. Q = 8.27 \text{ J} , \text{ ב. לא} \quad u_1 = 8.66 \frac{m}{sec}, u_2 = 3.34 \frac{m}{sec} . \text{ א} \quad \text{ (5)}$$

$$u_{3_x} \approx 152 \frac{m}{sec}, u_{3_y} \approx -32 \frac{m}{sec} \quad \text{ (6)}$$

$$u_x \approx -3.13 \frac{m}{sec}, u_y \approx 1.79 \frac{m}{sec} . \text{ א} \quad \text{ (7)}$$

$$u_{1_x} \approx -7.83 \frac{m}{sec}, u_{1_y} \approx -15.20 \frac{m}{sec}, u_2 = 13.11 \frac{m}{sec} . \text{ ב}$$

$$h \approx 12.3 \text{ m} \quad \text{ (8)}$$

$$E = \frac{3F^2 T^2}{32m} . \text{ ט} \quad \tilde{u} = \frac{FT}{8m} . \text{ ג} \quad N = \frac{F}{4} . \text{ ב} \quad v(T) = \frac{F}{4m} T . \text{ א} \quad \text{ (9)}$$

$$v_B = 2.853 \frac{m}{sec} . \text{ ג} \quad u_2 \approx 1.235 \frac{m}{sec} . \text{ ב} \quad v = 2.07 \frac{m}{sec} . \text{ א} \quad \text{ (10)}$$

$$v = 2.47 \frac{m}{sec} . \text{ ח} \quad \Delta l_{\max} \approx 0.285 \text{ m} . \text{ ט}$$

$$u_1' = 2\sqrt{5} \frac{m}{sec}, u_2' = -2\sqrt{5} \frac{m}{sec} . \text{ ג} \quad u = \sqrt{5} \frac{m}{sec} . \text{ ב} \quad v_0 = 8.94 \frac{m}{sec} . \text{ א} \quad \text{ (11)}$$

$$0.74 \frac{m}{sec} . \text{ ג} \quad 0.2 \text{ m} . \text{ ב} \quad 0.1 \text{ m}, 15 \text{ N} . \text{ א} \quad \text{ (12)}$$

$$60 \text{ m} \quad \text{ (13)}$$

$$. \text{ ג. } 2N \text{ ימינה.} \quad \text{ ב. } 2N \text{ שמאלה.} \quad 1.25 \frac{m}{sec} . \text{ א} \quad \text{ (14)}$$

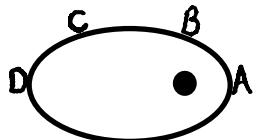
$$4.7 \text{ m} . \text{ ח} \quad -\frac{8}{3} \frac{m}{sec^2} . \text{ ט}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 11 - כבידה

תוכן העניינים

117 1. כבידה

כבידה:**שאלות:****1) קפלר חוק שני**

כוכב לכט מוקף שמש רחוכה במסלול אליפטי.
באיזה נקודה מהירות הגוף הגדולה ובאיזה היכי קטנה?
نمך תשובהך בעזרת החוק השני של קפלר.

2) קפלר חוק שלישי

לצדק יש ארבעה ירחים. שני הקרובים אליו הם Io ו-Europa.
זמן המחזור של Io הוא 1.77 ימים, ורדיויס הקפטו המומוצע את צדק
הוא 422,000 ק"מ.

רדיויס ההקפיה המומוצע של Europa סביב צדק הוא 671,000 ק"מ.
א. מהו זמן המחזור של Europa?

ב. האם ניתן בעזרת החוק השלישי של קפלר ונתוני שאלה זו למצוא את
זמן המחזור של הירח סביב כדור הארץ, אם רדיוס הקפטו המומוצע
הוא 384,000 ק"מ? נמקו.

3) חוק הכבידה 1

מסת כדור הארץ היא: $5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

מסת הירח היא: $7.3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

המרחק ביניהם הוא 384,000 ק"מ.

א. מה הכוח שפועל כדור הארץ על הירח?

ב. מהי תואצת הירח?

ג. מה הכוח שהירח מפעיל על כדור הארץ?

ד. מהי תואצת כדור הארץ?

4) חוק הכבידה 2

2 בני אדם עומדים במרחק 1 מטר זה מזה. מסת הראשון 60 ק"ג ומסת
השני 70 ק"ג.

מה כוח הכבידה שפועל ביניהם, ומה התואצת של הרזה?

5) חוק הכבידה 3

תפוח שמסתו 200 גרם נזוב מעל פניו כדור הארץ.

מה הכוח שירגish ומה תואצתו?

6) תנועת לוויינים 1

לוויין שמסתו 100kg מקיף את כדור הארץ בגובה $3,620\text{km}$.

- מה מהירותו (בנחנה שמסלולו מעגלי)?
- מה יהיה זמן המחזור שלו?
- מה תאוצת הלויין בנקודה בה הוא נמצא?
- כמה סיבובים משלימים לוויין זה בזמן שכדור הארץ משלימים סיבוב אחד?

7) תנועת לוויינים 2

על כוכב בעל רדיוס של $5,000\text{km} = R$ וצפיפות הממוצעת $\rho = \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 5$ חיים חייזרים, שורצים לשגר לוויין שמסתו $200\text{kg} = m$, כך שיקיפו בזמן מחזור של 20 שעות.

- מה תהיה המהירות הזוויתית של לוויין זה?
- מה יהיה רדיוס הקפתו?
- מה תהיה תאוצת הלויין בגובה בו הוא נמצא?
- מה תהיה תאוצת הנפילה החופשית בגובה בו הלויין נמצא?
- מה תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב זה?

8) תנועת לוויינים 3

לוויין ריגול הוא לוויין שנמצא בכל רגע מעל אותה נקודה על פני כדור הארץ (כדי לצלם נקודה זו). מסלול של לוויין שנמצא כל הזמן מעל אותה נקודה בקרקע נקרא מסלול גיאוסטציוני.

- איך זה אפשרי?
- מה גובה לוויין זה מעל פני הקרקע?
- מה מהירותו?
- הסבירו מדוע מסלול כזה אפשרי רק מעל קו המשווה.

9) חוסר משקל

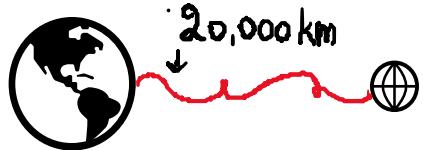
בתוך החללית תלוי משקלות, שמשקלת 2kg , על חוט.

מה תהיה המתיחות בחוט בכל שלב:

- במנוחה על כדור הארץ.
- מאייצה לעבר החלל החיצון ב- $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$.
- עכרת בגובה $h = 10,000\text{km}$.
- נכנת למסלול מעגלי בגובה זה.

10) שדה כבידה

כדור הארץ ולוין שמסתו 100kg נמצא במרחק $20,000\text{km}$ אחד מהשני (מרכזו כבודה'א ממרכזו הלויני).



- מה הכוח שפעיל כדור הארץ על הלוין?
- מה שדה הכבידה שוצר כדור הארץ במקום בו הלוין נמצא? ומה משמעות מספר זה?
- מה הכוח שפעיל הלוין על כדור הארץ?
- מה שדה הכבידה שוצר הלוין במקום בו נמצא (מרכזו) כדור הארץ?

11) אנרגיה כבידתית

عقب תקלת, לוין שמקיף את כדור הארץ ברדיוס של $10,000\text{km}$ נעצר רגעית, וاز מתחילה ליפול אל כדור הארץ.

- מה תהיה מהירותו בגובה $1,000\text{km}$ מעל פני הקרקע?
- באיזה מהירות יפגע בקרקע? (תזניחו חיכוך עם האטמוספירה או התנגדות האוויר, כאילו רק כוח הכבידה פועל בה).

12) אנרגיה לוויינים 1

לוין שמסתו 20kg מקיף את כדור הארץ כל 90 דקות .

- מה רדיוס הקפתו?
- מה האנרגיה המכנית שלו?
- מה האנרגיה הפוטנציאלית כבידתית שלו?
- מה האנרגיה הקינטית שלו?
- רוצים להעבירו למסלול מעגלי אחר ברדיוס של $9,000\text{km}$, כמה אנרגיה יש להשקיע לשם כך?

13) אנרגיה לוויינים 2

טיל שמסתו 100kg נורה מפני כדור הארץ במהירות $\frac{\text{m}}{\text{sec}} = 8000$.

- מה תהיה מהירותו בגובה $1,000\text{km}$? (נזניח את התנגדות האוויר)
- לאיזה מרחק מקסימלי מכדור הארץ הוא יגיע?
- במקרה אחר אנחנו רוצים לחתט טיל זהה ולהכניסו למסלול מעגלי סביב כדור הארץ ברדיוס שמצאוño בסעיף ב'. כמה אנרגיה יש להעניק לטיל לשם כך?

14) מהירות מילוט

- מצא את מהירות המילוט מפני כדור הארץ.
- מצא את מהירות המילוט מפני הירח.

15) קיז 2018 שאלה 6

סוכנות החל הישראלית בשיתוף עם סוכנות החל הצרפתית שיגרו באוגוסט 2017 לוויין עיר שמכונה (Vegetation & Environment on a New Micro Satellite μVEN S)

למטרות תצפית ומחקר מדעי ייחודי. הלויין מצוי באמצעים טכנולוגיים משוכללים, שהקלם פותחו ויוצרו בישראל. הלויין יצלם מהחלל, בין השאר, שדות וחלקות אדמה, לצורך מחקרים של ניטור מצב הקרקע, הצמחייה וアイיות המים.

הלוויין מצוי בשני מנועי סילון חדשים שפותחו בישראל וייבחנו לראשונה בחלל. הלויין מתוכנן לשחות בחלל בשלוש שנים וחצי:

בשלב הראשון ינוע הלויין בגובה של 720km מעל פני כדור הארץ.

בשלב השני ינוע הלויין בגובה של 410km מעל פני כדור הארץ.

שים לב:

- הנח כי הלויין נע במסלול מעגלי.
- התיחס רק להשפעת כדור הארץ על תנועת הלויין. השפעת גרמי שמיים אחרים ניתנת להזנה.

א. חשב את תואצת הנפילת החופשית של הלויין במהלך תנועתו בשלב הראשון (גודל וכיוון).

ב. חשב את זמן המחזור של הלויין ואת מהירות המשיקית שלו במסלולו בשלב השני.

ג. לפניך שלושה היגדים. התיחס לכל אחד מן ההיגדים וקבע אם הוא נכון, שגוי או שאי אפשר לקבוע.

הן האנרגיה הפוטנציאלית הכבידית של הלויין בשלב הראשון גדולה מנהן האנרגיה הפוטנציאלית הכבידית שלו בשלב השני.

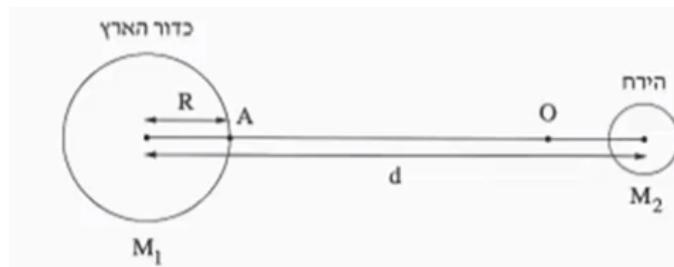
ii. האנרגיה הקינטית של הלויין בשלב הראשון גדולה מנהן האנרגיה הקינטית שלו בשלב השני.

iii. האנרגיה הכוללת של הלויין בשלב הראשון שווה לאנרגיה הכוללת שלו בשלב השני.
נמק את כל קביעותך.

ד. חשב את התוספת המינימלית של האנרגיה הנדרשת כדי לגרום ללוויין להגיע למבוקש שבו הוא יתנתק מהשפעת כוח המשיכה של כדור הארץ.

16) בגרות כבידה 2017

שאלה זו עוסקת במערכת כדור הארץ והירח, אך מתעלמת מן התנועות שלהם ומן ההשפעות של גرمים אחרים על מערכת זו.
בתרשים שלפניך מוצגים חתכים של כדור הארץ ושל הירח.
קנה המידה של התרשים אינו מדוק.



נסמן :

- M_1 - מסת כדור הארץ.
- M_2 - מסת הירח.
- R - רדיוס כדור הארץ.
- d - המרחק בין מרכזו כדור הארץ לבין מרכזו הירח.
- r - גודל תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ.

$$\text{נתון : } \frac{M_1}{81} = M_2, \quad d = 60R.$$

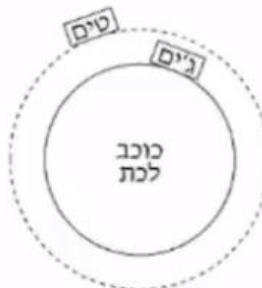
על הישר המחבר בין מרכזו כדור הארץ לבין מרכזו הירח נמצאת הנקודה O (ראה תרשים). בנקודה זו גוף שMOVOCB במנוחה – יישאר במנוחה.
א. בטא באמצעות R את מרחק הנקודה O ממרכזו כדור הארץ.

- משגרים חילית שמסתה m מן הנקודה A (ראה תרשים), שעל פני כדור הארץ, לירח.
ב. בטא באמצעות R , m ו- g את האנרגיה המינימלית E שיש להעניק
לחילית כדי להביאה לנקודה O.
שים לב : עלייך להתחשב בהשפעות של כדור הארץ ושל הירח על הchlilit.

ב-21 בדצמבר 1968 שוגרה החללית אפולו 8, והצotta שנשאה היה הראשון שנע במסלול סביב הירח. 103 שנים לפני כן תיאר הסופר זייל ורן בספרו "מן הארץ אל הירח" מסע דומה לזה של אפולו 8.
לשאלת "האם אפשר לשגר קליע עד הירח?", מוצגת בספרו של זייל ורן התשובה שלפניך (בתרגום חופשי) : "אפשר לשגר קליע עד הירח אם נתונים לו מהירות התחלתית שגודלה כ- $\frac{\text{km}}{\text{sec}} = 11$ ". מהירות זו מספיקת כדי שהקליע יגיע לנקודה שבה הכוחות שכדור הארץ והירח מפעילים על הקליע שוים בגודלם.
מעבר לנקודה זו כדור הארץ כבר אינו מושך את הקליע אלא רק הירח, ולכן אם הקליע יעבור את הנקודה הזאת בדרך לעבר הירח, הוא יצליח להגיע אליו".
ג. קבע אם כל התיאור הזה נכון. נמק את קביעתך. (אין צורך לחשב).

17) קיץ 2016 שאלה 5

בתחריש דמיוני, שני אסטרונאוטים טים וגיימ חקרו כוכב לכת שלא נع סביבב צירו. טים ישב על כסא בתוך מעבורת שהקיפה את כוכב הלכת במסלול מעגלי במנוע קבוע. גיימ ישב על כסא בתוך רכב חלל שעמד על פני כוכב הלכת (ראה תרשים). לשני האסטרונאוטים מסה זהה: $m = 100\text{kg}$.



- א. קבע מיהו האסטרונאוט שהפעיל על כיסאו כוח גדול יותר:
טים או גיימ? נמק בלי חישוב.

על הריצפה של רכב החלל שעמד על פני כוכב הלכת הותקן מד-משקל.
כאשר גיימ עמד עליו, הוריות המד-משקל הייתה N_{2000} .
גיימ התחליל בנסיעה לאורך מסלול מעגלי על קו המשווה של כוכב הלכת.
הוא הבין שככל שהגבר את מהירותו, כך קטנה הוריות המד-משקל.
ב. הסבר מדוע קטנה הוריות המד-משקל.

נתון: כאשר הגיע רכב החלל למהירות של: $v = 1.25 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, הייתה הוריות המד-משקל N_{980} .

- ג. חשב את הרדיוס של כוכב הלכת.
ד. חשב את מסתו של כוכב הלכת.
ה. תואצת המעבורת שהקיפה את כוכב הלכת בתנועה מעגלית קבועה הייתה a . נסמן ב- $* g$ את תאצת הגוף בגובה שבו סובבת המעבורת סביב כוכב הלכת.

קבע איזה מן ההיגדים i-iii שלפניך נכון. נמק קביעתך.

$$a > g^*$$

$$a = g^*$$

$$a < g^*$$

18) קייז 2015 שאלת 5

בסרט "כוח משיכה" משנת 2013, האסטרונאוטים מנסים להגיע לתחנת החלל הבין-לאומית, לאחר שתיקנו לוויין הסמוך לתחנת החלל. הלווין ותחנת החלל נעים סיבוב קו המשווה בגובה 400 קילומטרים מעל פני כדור הארץ. הנח שמסלול התחנה הוא מסלול מעגלי, והכוח היחיד הפועל על התחנה הוא כוח המשיכה של כדור הארץ.

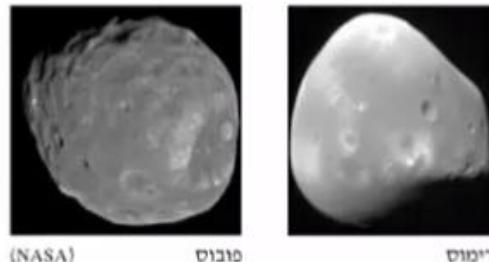
- חשב את תאוצת התחנה בהיותה במסלול המתויר בפתח לשאלת.
- לפניך 4 היגדים זו-ו.
- קבע איזה מן ההיגדים נכון, והעתק אותו למחברתך :

 - תחנת החלל נעה במסלולה ב מהירות שגודלה קבוע.
 - תחנת החלל נעה במסלולה ב מהירות קבועה.
 - סקול הכוחות הפועלים על תחנת החלל הנעה במסלולה שווה לאפס.
 - תחנת החלל נעה במסלולה ב מהירות ובתאוצה קבועות.

- ידעו כי תאוצת הכביד בגובה המסלול של התחנה היא בקירוב 90% מתאוצת הכביד על פני כדור הארץ.
- כיצד אפשר להסביר את העובדה שהאстрונאוטים שמתknים את הלווין נראים חסרי משקל (מרחפים)?
- ברגע מסוים עברה תחנת החלל במסלולה מעל נקודה כלשהי שנמצאת על קו המשווה. כמה פעמיים בשנה עברה תחנת החלל מעל נקודה זו ביוםמה (24 שעות)? (אפשר להזניח את הסיבוב של כדור הארץ סיבוב עצמו).
- אם האנרגיה המכנית של התחנה נשמרת במהלך תנועתה במסלולה המוגלי סיבוב כדור הארץ? הסבר את קביעתך.

19) קיץ 2014 שאלה 5

בשנת 1877 התגלו שני ירחים המקיפים את כוכב הלכת מאדים :
פובוס (Phobos) ודימוס (Deimos).



זמן המחזור של פובוס בתנועתו סביב מאדים, T_p , הוא 0.3189 ימים ארציות,
 ורדיווס מסלולו הוא : $m^{10} \cdot r_p = 9.377$.

זמן המחזור של דימוס סביב מאדים, T_D , הוא 1.262 ימים ארציות.
 א. ענה על הסעיפים הבאים :

נ. חשב את רדיוס המסלול של דימוס (אפשר להזניח את השפעת
 הירחים זה על זה).

ו. נתון : זמן מחזור הירח של כדור הארץ בתנועתו סביב כדור הארץ, T_m ,
 הוא 27.3 ימים.

האם על פי נתון זה, הנתונים שבפתיחה וחוקי קפלר בלבד, אפשר לחשב
 את רדיוס המסלול של הירח בתנועתו סביב כדור הארץ?
 אם כן – חשב אותו, אם לא – הסבר מדוע אי אפשר לחשב.

הנח שצורתו של כוכב הלכת מאדים היא כדורית וצפיפות אחידה.
 ב. חשב את מסת כוכב הלכת מאדים, על פי נתוני השאלה בלבד.
 פרט את חישובך.

חללית קטנה שמשקלתה 53kg נשלחה לחקור את מאדים, וריחפה ללא נוע
 בגובה 20m מעל נקודה מסוימת על פני מאדים.
 הנח שכוכב הלכת מאדים אינו מסתובב סביב צירו.

מטאורואיד שמשקלתו 1.3kg נע במהירות קבועה שגודלה $12.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ וכיוננה
 מקביל לקרקע המאדים, פגע בחללית וחדר לתוכה.

לאחר ההתנגשות שני הגוף אלה נעו כגוף אחד (נקנה אותו "גוף מורכב")
 ופגעו בקרקע המאדים. הרדיוס של כוכב הלכת מאדים הוא : $m^{10} \cdot R = 3.4 \cdot 10^6$.

ג. חשב את גודל המהירות של הגוף המורכב מיד אחרי ההתנגשות.
 ד. כמה זמן אחרי ההתנגשות פגע הגוף המורכב בקרקע המאדים?

(20) קיץ 2013 שאלה 5

משגרים ללוין לחללי באמצעות רקטה.

על כן השיגור מסת הרקטה עם הדלק והלוין היא : $M = 7.3 \cdot 10^5 \text{ kg}$.

הכוח המרבי שהמנוע מפעיל בזמן השיגור הוא : $F = 1.16 \cdot 10^7 \text{ N}$.

א. סרטט במחברתך תרשימים של הכוחות הפועלים על הרקטה בזמן השיגור.
הנח שהתנודות האויר זניחה.

ב. הרקטה ניתקה מכון השיגור ברגע $t = 0$. מרגע ההינתקות המנוע מפעיל את הכוח המרבי.

חשב את תאוצת הרקטה ברגע ההינתקות.

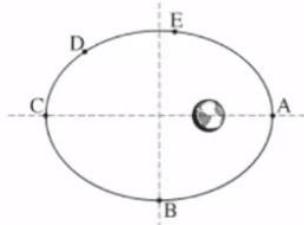
ג. ענה על הסעיפים הבאים :

ה. הסביר בקצרה את עקרון הפעולה של מנוע רקטי.

ii. בהנחה שהכוח F קבוע במשך השניות הראשונות, קבע אם בפרק הזמן זהה התאוצה קטנה, קטנה או לא משתנה. נמק את קביעתך.

ברגע מסוים הלוין מתנתק מהרקטה, ומשיכן לנوع בהשפעת כוח הכביד של כדור הארץ.

ד. בתרשיים שלפניך מוצג המסלול הקבוע של הלוין, שצורתו אליפסה (התרשימים אינם מסורטט בקנה מידה). הלוין נע סביבה כדור הארץ בכיוון השעון.



העתק את התרשימים למחברתך, וסמן עליו חצים המיצגים את :

ה. וקטור מהירות הלוין, בכל אחת מהנקודות B ו-D.

ii. וקטור התאוצה של הלוין בנקודה A.

iii. וקטור הכוח השקול הפועל על הלוין, בכל אחת מהנקודות C ו-E.
הסביר את שיקוליך.

ה. קבע באיזו משתי הנקודות A ו-E מהירות הלוין היא מרבית.
נמק את קביעתך.

(21) קיץ 2011 שאלה 5

- עמוס 1 הוא לוויין התקשורתי הישראלי הראשון, שפיתחה התעשייה האוירית של ישראל. המסלול של הלוויין עמוס 1 הוא מעגלי (בקירוב). ככלוין תקשורת עמוס 1 נמצא כל הזמן מעל אותה נקודה A לעל פני כדור הארץ.
- קבע את זמן המחזור של הלוויין עמוס 1. נמק את קביעתך.
 - חשב את גובה המסלול של הלוויין עמוס 1 מעל פני כדור הארץ.
 - חשב את גודל התאוצה של הלוויין עמוס 1 במסלולו.
 - לוויין אחר (לא לוויין תקשורת) מקיים את כדור הארץ במסלול מעגלי במשך 12 שעות. השתמש בחוקי קפלר וחשב באיזה גובה מעל פני כדור הארץ עובר המסלול של לוויין זה.
 - קבע איזה מההיגדים ציינו- שלפניך אינו נכון, והסביר מדוע הוא אינו נכון.
 - תנועת לוויין במסלולו היא נפילת חופשית.
 - גודל מהירות הקויה של נקודה A לעל פני כדור הארץ שווה לגודל מהירות הקויה של הלוויין עמוס 1 הנע במסלולו.
 - גודל מהירות הזוויתית של נקודה A לעל פני כדור הארץ שווה לגודל מהירות הזוויתית של הלוויין עמוס 1 הנע במסלולו.

(22) קיץ 2010 שאלה 5

חללית שוגרה מכדור הארץ כדי לחקור את מערכת השמש. בשלב הראשון החללית נעה סביבה המשמש במסלול מעגלי. רדיוס המסלול שלה שווה לרדיוס המסלול של כדור הארץ סביבה המשמש.

הערה : בכל החישובים בשאלת זו תוכל להזניח את השפעת כדור הארץ ושאר כוכבי הלכת על החללית.

א. ענה על הטעיפים הבאים :

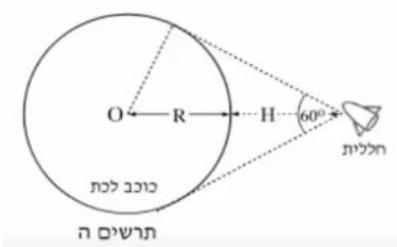
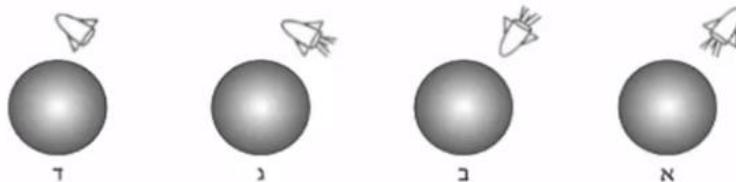
- המהירות הקויה של החללית שווה למהירות הקויה של כדור הארץ סביבה המשמש. הסבר מדוע.
 - חשב את המהירות הקויה של החללית.
- בשנת 2005 התגלה במערכת השמש גוף דמוי כוכב לכט המכונה "אריס" (ERIS), שמרחקו מהשמש : $1.01 \cdot 10^{10} \text{ km}$.
- ב. בהנחה שאריס נע סביבה המשמש במסלול מעגלי, חשב את זמן המחזור בזמן שהחללית נעה במסלולה סביבה המשמש, מפעילים ברגע מסוים את המנועים שלה. נתון שמסת החללית היא : 800 kg .
- ג. חשב את האנרגיה המינימלית, E_0 , שיש להוסיף לחילית כדי שתעזוב את מערכת השמש.
- רוצים לשגר את החללית ממסלולה סביבה המשמש של אריס.

ד. קבוע ללא חישוב מספרי, אם האנרגיה המינימלית שיש להוסיף לה לשם כך גדולה יותר מהאנרגיה E_0 שחייבת בסעיף ג', קטנה ממנה או שווה לה. הסבר את תשובתך.

(23) קיץ 2009 שאלה 5

אסטרונואוט בחללית רוצה חקור כוכב לכט שצורתו כדורית.

- א. בשלב מסוים של המחקה, האסטרונואוט בחללית נמצא במנוחה ביחס למרכז כוכב הלכת. איזה מהתרשיים א-ד שלפניך, מתאר נכון את מצב החללית ביחס לכוכב הלכת? נמק את תשובתך.
(שים לב: בתרשימים א-ג מנוע החללית פועל, בתרשימים ד-ה מנוע החללית אינו פועל).



האסטרונואוט נמצא באמצעות מכשיר רדי ראיי
החללית נמצא בגובה $m^7 = H$ מעל פני כוכב
הלכת, וכי רואים את כוכב הלכת בזווית ראייה
של 60° .

- ו. הוא מרכז כוכב הלכת (ראה תרשימים ה).
ב. חשב את הרדיוס, R , של כוכב הלכת.

בעזרת מנוע החללית, האסטרונואוט מכניס את החללית לתנועה מעגלית סביב כוכב הלכת (בגובה H מעל פני הירח). האסטרונואוט נמצא zeit מחזור התנועה של החללית סיבוב כוכב הלכת הוא 150 דקות. הנה כי צפיפות כוכב הלכת אחידה.

- ג. חשב את המסה של כוכב הלכת.
ד. חשב את גודל תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת.
ה. האם במהלך התנועה המעגלית נדרשת פעולה מנועי החללית כדי לקיים את התנועה המעגלית?
אם כן – הסבר את תפקיד המנועים, אם לא – הסבר מדוע התנועה המעגלית אפשרית בלי פעולה מנועי החללית.

24) בגרות כבידה 2006

הירח נע סביב כדור הארץ, וכל הזמן מפנה אליו אותו "צד". הירח משלים סיבוב מעגלי שלם סביב כדור הארץ במשך 27.3 ימים ארכיזות. משנהו נתונים אלה נובע כי הירח מסתובב גם סביב צירו, וזמן המחזור שלו הוא 27.3 ימים ארכיזות.

מהנדס עוסק בתכנון תקשורת בין מושבות שיוקמו בעתיד על פני הירח. בדעתו להשתמש בלווין תקשורת שנوع במסלול מעגלי סביב הירח, כך שזמן המחזור שלו יהיה 27.3 ימים ארכיזות, והוא יימצא כל העת מעל נקודה קבועה על פני הירח (בדומה ללוויני תקשורת שנעים מעל כדור הארץ).

א. חשב את רדיוס המסלול המעגלי של לוויין זהה, בהנחה כי רק הירח משפיע על תנועת הלווין.

ב. מהנדס חישב ומaza שבגלו השפעת כדור הארץ, אי אפשר למקם את הלווין במסלול שאט רדיוסו מזאת בסעיף א. הרדיוס המקסימלי של מסלול לוויין סביב הירח שבו אפשר להזניח את ההשפעה של כדור הארץ הוא כ- 3,000km.

חשב את זמן המחזור של לוויין שנע סביב הירח במסלול מעגלי שרדיוסו 3,000km.

ג. חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הירח.

ד. ציין תרומה אחת לידע המדעי על אודות מערכת המשש או גרמי שמיים במערכת זו, שתרם אחד מהאישים האלה:
ניקולס קופרניקוס, גלילאו גלילי, טיכו ברהה.

תשובות סופיות:

1) הcy גדול : A, הcy קטן : D.

2) א. $T_2 = 3.54 \text{ days}$ ב. לא.

$$a_{\text{Moon}} = 2.7 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad \text{ג.} \quad F = 1.97 \cdot 10^{20} \text{N} \quad (3)$$

$$a_{\text{Earth}} = 3.3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad \text{ג. כוח זהה לשיער א' - בכיוון ההפוך.}$$

$$F = 2.8 \cdot 10^{-7} \text{N}, a = 4.67 \cdot 10^{-9} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad (4)$$

$$F = 1.96 \text{N}, a = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad (5)$$

$$n = 8 \frac{2}{3} \cdot \tau \quad a = 3.98 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \text{ג.} \quad T = 2.77 \text{hr} \quad v = 6310 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{א.} \quad (6)$$

$$a_s = 0.216 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \tau \quad a_s = 0.216 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \text{ג.} \quad r = 2.84 \cdot 10^7 \text{m} \quad 8.72 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \cdot \text{א.} \quad (7)$$

$$6.99 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \text{ה.}$$

$$\text{ד. ראה סרטון.} \quad v = 3070 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{ג.} \quad h = 3.58 \cdot 10^7 \text{m} \quad \text{ב.} \quad \text{א. ראה סרטון.} \quad (8)$$

$$\text{ט} = 0 \cdot \text{ד.} \quad T = 2.97 \text{N} \cdot \text{ג.} \quad T = 24 \text{N} \cdot \text{ב.} \quad T = 20 \text{N} \cdot \text{א.} \quad (9)$$

$$g = 1.67 \cdot 10^{-23} \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \tau \quad \text{ג. כמו בסעיף א.} \quad g = 0.995 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \text{ב.} \quad F_G = 99.5 \text{N} \cdot \text{א.} \quad (10)$$

$$v_B = 6,725 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{ב.} \quad v_A = 5,330 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{א.} \quad (11)$$

$$E = 1.2 \cdot 10^9 \text{J} \cdot \text{ד.} \quad U = -2.4 \cdot 10^9 \text{J} \cdot \text{ג.} \quad E = 1.2 \cdot 10^9 \text{J} \cdot \text{ב.} \quad r = 6.65 \cdot 10^6 \text{m} \cdot \text{א.} \quad (12)$$

$$\Delta E = 3.15 \cdot 10^8 \text{J} \cdot \text{ה.}$$

$$\Delta E = 4.72 \cdot 10^9 \text{J} \cdot \text{ג.} \quad rf = 1.31 \cdot 10^7 \text{m} \cdot \text{ב.} \quad V_A = 6,860 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{א.} \quad (13)$$

$$v_{\text{Moon}} = 2,360 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{ב.} \quad v_{\text{Earth}} = 11,200 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{א.} \quad (14)$$

$$\text{ג.ז. נכוון.} \quad v = 7,660 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, T = 1.55 \text{hr} \quad a = g^* = 7.9 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot \text{א.} \quad (15)$$

$$\Delta E = 8.66 \cdot 10^9 \text{J} \cdot \text{ד.} \quad \text{iii. שגוי.} \quad \text{ii. שגוי.}$$

$$\Delta E = mg \cdot R \cdot 0.98 \cdot \text{ב.} \quad x = 54R \cdot \text{א.} \quad (16)$$

ג. לא נכון, מעבר לנקודה זו הירח מפעיל כוח משיכה חזק יותר על הקליין מאשר כדו"א.

$$M = 7.02 \cdot 10^{25} \text{kg} \cdot \text{ד.} \quad R = 1.53 \cdot 10^7 \text{m} \cdot \text{ג.} \quad \text{ראה סרטון.} \quad N_{\text{jim}} > N_{\text{Tin}} \cdot \text{א.} \quad (17)$$

ה. היגן זז והוא נכון.

ב. היגד ? נכון. $a = 8.7 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ א. (18)

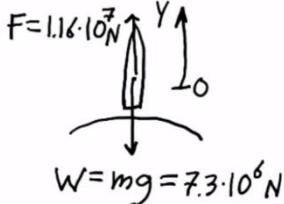
ג. ביחס ללווין האסטרונואוט לא נע (מרחף) גם בלי שימוש על הרצתה.

ד. כן. $N = 15$

(19) א.י. אי אפשר, תקף רק ל-2 גופים שמקיפים את אותו

$t = 3.29 \text{ sec}$ ד. $u = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ג. $M = 6.45 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ ב. גרים שמיימים.

(20) א.شرطות: ג.י. ראה סרטון. ב. $a = 5.89 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ii. גילה.

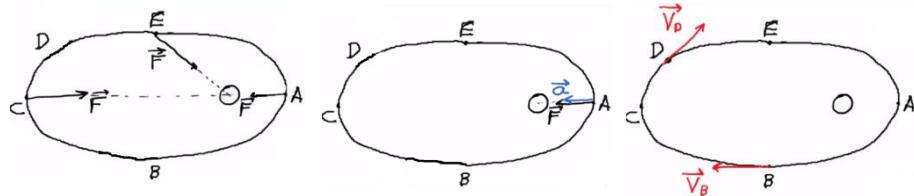


ה. $v_A > v_E$

iii.شرطות:

ii.شرطות:

ד.شرطות:



ה. $h = 2.02 \cdot 10^7 \text{ m}$ ד. $a = 0.224 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ג. $h = 3.59 \cdot 10^7 \text{ m}$ ב. $T = 86,400 \text{ sec}$ א. (21)

ה. היגד ii לא נכון.

ג. $E_0 = -3.56 \cdot 10^{11} \text{ J}$ ב. $T = 553$ ג. $v = 2.98 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ii. (22)

ד. קטנה.

ה. $g^* = 39 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ג. $M = 5.84 \cdot 10^{25} \text{ kg}$ ב. $R = 10^7 \text{ m}$ א. א. (23)

ה. לא, הכוח שגורם לתנועה המוגלית סביב הכוכב הוא בעצם כוח המשיכה עצמו.

ד. ראה סרטון. ג. $a = 1.62 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ ב. $T = 0.17 \text{ days}$ א. $r = 8.84 \cdot 10^7 \text{ m}$ (24)

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 12 - הידרו-סטטיקה והידרו-динמיקה

תוכן העניינים

- 131 1. הידרו-סטטיקה והידרו-динמיקה

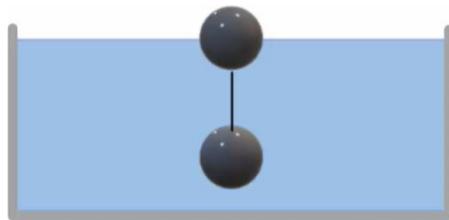
הידרו-סטטיקה והידרו-דינמיקה:

שאלות:

- 1) מעבר ייחדות בדוגמה של צפיפות מים
מצא מהי צפיפות המים ביחסות של גرم לאינץ' עמוק.

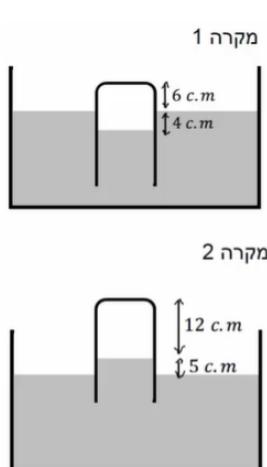
$$1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} \times \left(\frac{1\text{m}}{39.3\text{in}} \right)^3$$

- 2) שני כדורים קשורים בחוט בתוך המים



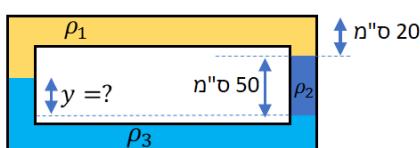
שני כדורים בעלי נפח זהה $V = 20\text{c.m}^3$ קשורים בחוט זה לזה.
מניחים את ה כדורים במים ולאחר זמן רב רואים שהמערכת התייצבה כך שכדור 1 נמצא כולו בתוך המים ורך חצי מנפחו של כדור 2 שקע לתוך המים, ראה איור.
המסה של כדור 1 גדולה פי 4 מזו של כדור 2.

- a. מהי המסה של כל כדור?
b. מהי צפיפות המסה של כל כדור?



- 3) צינורית במיכל כספית
מיכל גדול מאוד מכיל כספית ונמצא בחדר לחץ בו לחץ האוויר אינו ידוע. טובלים במיכל צינורית זכוכית דקה הסגורת בחלקת העליון. כאשר מחזיקים את הקצה העליון של הצינורית בגובה 6 ס"מ מעל פני הכספית במיכל, גובה הכספית בצינורית הוא 4 ס"מ מתחת לפני הקרקע. הרים את הקצה העליון של הכספית במיכל. כאשר מחזיקים את הקצה העליון של הצינורית בגובה 17 ס"מ מעל פני הכספית במיכל, גובה הכספית בצינורית הוא 5 ס"מ מעל פני הכספית במיכל. הנח שגובה פני הכספית במיכל קבוע.
a. מהו לחץ האוויר בחדר?

- b. באיזה גובה צריך להחזיק את קצה הצינורית מעל המיכל כך שפני הכספית בצינורית יהיו בגובה הכספית של המיכל?

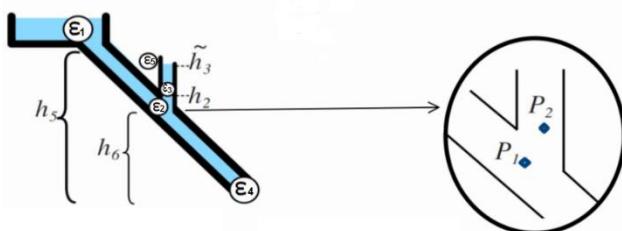
4) שלושה נוזלים בצינור

האיור הבא מתאר צינור סגור שבתוכו שלושה נוזלים שונים.

כפיות הנוזלים הן :

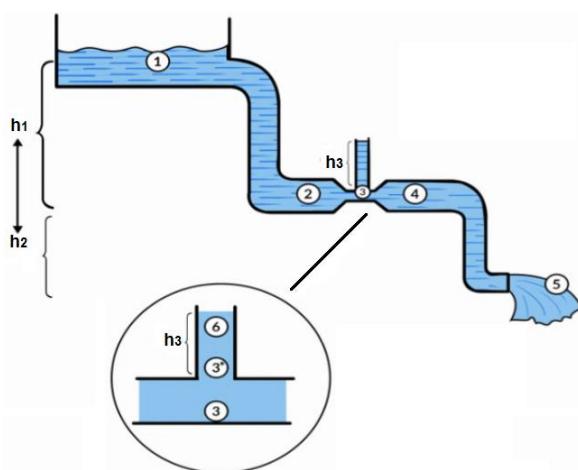
$$\rho_1 = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_2 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_3 = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

מצא את הגובה y באյור.

**5) מים בנפילה + צינורית מד-לחץ**

נתונה המערכת שבסרטוט.

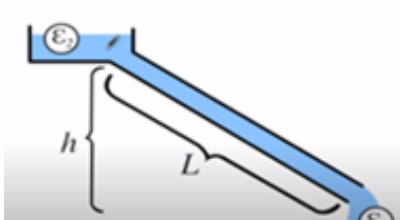
מצא את החלצים בנקודות השונות.

**6) צינור ונטורי ללא חיכוך**

נתונה זרימה על פי הشرطוט
(מקדם הצמיגות ידוע).

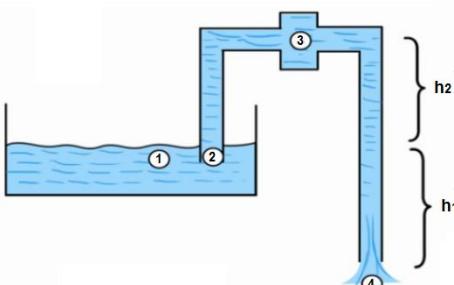
בחלק מס' 3 שטח החתך של הצינור
הינו שליש מבשרטוט הצינור.

מצא את הלחץ בכל הנקודות 1-5 ומצא
את גובה עמוד המים מעל נקודת 3.

**7) איבוד אנרגיה עקב צמיגות**

נתון נוזל בעל צמיגות ידועה.

מצא על פי הנתונים שבסרטוט, מהי מהירות
הזרימה בצינור אם נתון מקדם הצמיגות,
רדיוס הצינור, אורך הצינור וגובה מאגר.

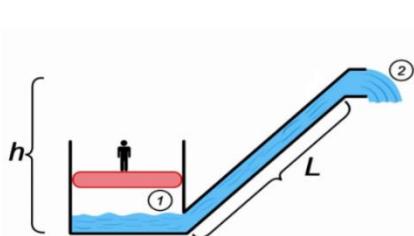
**8) צינור ונטורי עם חיכוך**

נתונה המערכת שבסרטוט.

שטח חתך הצינור בנקודת 3 כפול
מבשרטוט הצינור.

א. מהי מהירות הזרימה בהנחה שאין
איבוד אנרגיה?

ב. מהי מהירות הזרימה אם נתון
מקדם הצמיגות?

**9) לחץ ממושך אדם מלא בריכת**

צינורית בקוטר d ואורך L מחוברת לתתיתית בריכה רדודה. מעלים את הלחץ בבריכה ע"י כך שמניחים אדם בעל מסה m על משטח בגודל S , כך שהמשטח לווחץ את האויר תחתיו מכובד משקל האדם (המשטח בדיק בגודל הבריכה ויכול לנוע מעלה ומטה אך האזoor תחתיו נשאר אותו).

תוק כמה זמן הבריכה תתרוקן אם נתון כי נפל המים בבריכה בתחילת הוא K וצמיגות המים היא μ ?

תשובות סופיות:

$$0.016 \frac{\text{gr}}{\text{in}^3} \quad (1)$$

$$\rho_1 = 1.6 \frac{\text{gr}}{\text{c.m}^3}, \rho_2 = 0.4 \frac{\text{gr}}{\text{c.m}^3} \quad \text{ב.} \quad m_2 = 8\text{gr}, m_1 = 32\text{gr} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$x = 10.8\text{c.m} \quad \text{ב.} \quad P_0 \approx 0.656\text{atm} \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$y = 25\text{c.m} \quad (4)$$

ראה סרטון. (5)

$$P_3 = P_2 - \frac{1}{2} \rho \cdot 8V^2, P_2 = P_4 = P_{\text{atm}} + \rho gh_2 - \frac{1}{2} \rho V^2, P_1 = P_5 = P_{\text{atm}} \quad (6)$$

$$P_3 = \rho g \tilde{h}_3 + P_{\text{atm}} \quad (7)$$

ראה סרטון.

$$V^* = \sqrt{2gh_1} \quad (8)$$

ראה סרטון. (9)

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 13 - גלים אלקטרומגנטיים

תוכן העניינים

134 1. הסברים ותרגילים

הסבירים ותרגילים:

שאלות:

1) תרגיל 1

$$\vec{B} = B_0 \cos(Ax - 2Ay - \omega t) \hat{z}$$

- א. מצא את וקטור הגל של השדה?
- ב. הבא את התדריות באמצעות הפרמטר A.
- ג. מצא את השדה החסמי?
- ד. מה הכוח הפועל על מטען Q הנמצא בראשית עם מהירות $\vec{v}_0 = v_0 \hat{x}$? $t = 0$?
- ה. מצא את הוקטור פוטינגן?

2) מצא שדה מגנטי

$$\vec{E} = E_0 (1, 1, 2) e^{i(2x-z-\omega t)}$$

השדה החסמי בגל אלקטרו מגנטי נתון לפי:
מצא את השדה המגנטי.

3) גל עומד

$$\text{משוואת הגלים בצורה כללית היא: } \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} - \nabla^2 \phi = 0 \quad \text{כאשר } \phi \text{ היא פונקציית הגל}$$

במרחב ו- v היא מהירות הגל $\left(v = \frac{\omega}{k} \right)$. במקרה של גלים אלקטרו מגנטים ϕ תהיה הפונקציה של השדה החסמי או המגנטי, $c = v$.

א. הראה שהפונקציה $\phi(x, t) = A \cos(kx) \sin(\omega t)$ מקיימת את משוואת הגלים ולכן היא פתרון אפשרי למשוואה.

ב. פתרו דלמבר למשוואת הגלים אומר שככל פתרו צריך להיות מהצורה $f(x-vt) + g(x+vt)$, כאשר f ו- g הם פונקציות כלשהן.

הראה שהפונקציה מסעיף א' היא גם פתרון מהצורה הכללית של הפתרון של דלמבר.

רמז: השתמש בזיהויות טריגונומטריות.

4) תרגיל 4

השدة החשמלי של גל אלקטרו מגנטי המתפשט בריק בכיוון x נתנו לפיה:

$$\vec{E} = E_0 e^{-\left(\frac{x-ct}{a}\right)^2} \hat{y} + E_0 e^{-\left(\frac{x-ct}{a}\right)^2} \hat{z}$$

כאשר E_0 ו- a הם קבועים חיוביים.

- מהו השדה המגנטי של הגל?
- הראו כי השדה המגנטי מאונך לשدة החשמלי.
- כתבו ביטוי לצפיפות האנרגיה של הגל.

תשובות סופיות:

$$\omega = C \cdot A \cdot \sqrt{S} \quad \text{ב.} \quad \vec{k} = (A, -2A, 0) \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$\vec{E} = +C^2 2AB_0 \cos(Ax - 2Ay - \omega t) \cdot \frac{1}{+\omega} \hat{x} + C^2 2AB_0 \cos(Ax - 2Ay - \omega t) \cdot \frac{1}{+\omega} \hat{y} \quad \text{ג.}$$

$$\vec{S} \cdot \vec{E} = 0 \quad \text{ה.} \quad \vec{F} = Q \left(\frac{C^2 AB_0}{\omega} (2\hat{x} + \hat{y}) + V_0 B_0 (-\hat{y}) \right) \quad \text{ט.}$$

$$\vec{B} = \frac{E_0}{\sqrt{5c}} (1, -5, 2) e^{i(2x-z-\omega t)} \quad (2)$$

3) שאלת הוכחה.

$$2\epsilon_0 E_0^2 e^{-2\left(\frac{x-ct}{a}\right)^2} \quad \text{ג.} \quad \text{ב. הוכחה.} \quad \frac{E_0}{c} e^{-\left(\frac{x-ct}{a}\right)^2} (\hat{z} - \hat{y}) \quad \text{א.} \quad (4)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 14 - מבוא למבנה החומר

תוכן העניינים

1. מבוא למבנה החומר

(ללא ספר)

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 15 - הכוח החשמלי - חוק קולון

תוכן העניינים

136	1. חוק קולון
137	2. תרגילים

חוק קולון:

שאלות:

1) אלקטرون ופרוטון

אלקטרון ופרוטון נמצאים במרחק של 3 A אחד מהשני.
מהו הכוח הפועל על כל אחד מהם? (גודל וכיוון).

2) שני מטענים על ציר ה-X

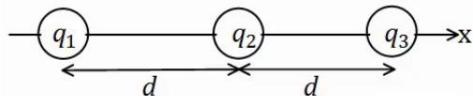
שני גופים טעוניים במטענים: $q_1 = 0.2\text{ mc}$, $q_2 = 0.3\text{ mc}$.
מיקום הגוף הראשון הוא: $(3\text{ m}, 0)$ ומיקום הגוף השני הוא: $(8\text{ m}, 0)$.
א. חשב את הכוח החשמלי הפועל על כל גוף גודל וכיוון.
ב. מהי תאוצת כל גוף באותו הרגע אם מסותיהם הן: $m_1 = 3\text{ kg}$, $m_2 = 8\text{ kg}$.

3) שני מטענים במישור

שני גופים טעוניים במטענים: $q_1 = 15\mu\text{C}$, $q_2 = -20\mu\text{C}$.
מיקום הגוף הראשון הוא: $(0, 0)$ ומיקום הגוף השני הוא: $(5\text{ m}, 3\text{ m})$.
א. חשב את הכוח החשמלי הפועל על כל גוף גודל וכיוון.
ב. מהי תאוצת כל גוף באותו הרגע אם מסותיהם הן: $m_1 = 3\text{ kg}$, $m_2 = 8\text{ kg}$.

4) 3 מטענים על ציר ה-X

שלושה מטענים מונחים על ציר ה- x במרחקים של $d = 10\text{ cm}$ אחד מהשני.
גודל המטענים הוא: $q_1 = 2\mu\text{C}$, $q_2 = 5\mu\text{C}$, $q_3 = -10\mu\text{C}$.



תשובות סופיות:

$$(1) F = -2.56 \cdot 10^9 \text{ N} \quad \text{כוח המשיכה.}$$

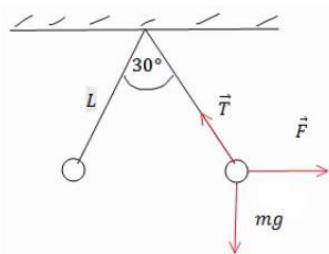
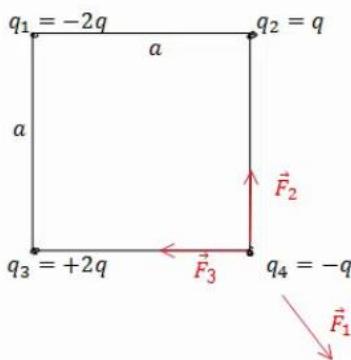
$$(2) \text{א. שניהם נעים בכיוונים הפוכים, ב- } F = 21.6 \text{ N.} \quad \text{ב. } a_1 = -7.2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \hat{x}, a_2 = 2.7 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \hat{x}$$

$$(3) \text{א. } a_1 \approx 2.65 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \hat{x} \quad \text{ב. } |F_1| = |F_2| = 7.94 \cdot 10^{-2} \text{ N}, \theta_1 = 30.96^\circ, \theta_2 = 210.96^\circ$$

$$(4) \sum \vec{F}_1 = 15.75 \text{ N} \hat{x}, \sum \vec{F}_2 = 27 \text{ N} \hat{x}, \sum \vec{F}_1 = 42.75 \text{ N} \hat{x}$$

תרגילים:

שאלות:



1) מטען בפינה ריבוע

חשב את הכוח הפועל על המטען בפינה הימנית התחתונה של הריבוע.
 q ו- a נתונים.

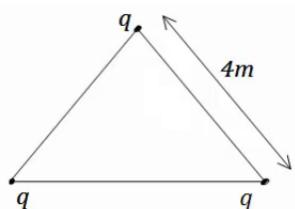
2) שני כדורים תלויים

שני כדורים בעלי מסה m ומטען זהה תלויים מהתקלה ע"י חוטים בעלי אורך L , הזווית בין החוטים היא 30° מעלות.
מצא את מטען הכדורים.

3) מהירות זוויתית באטום המימן

אטום המימן מורכב מפרוטון בגרעין ואלקטרון הסובב סביב הגרעין בתנועה מעגלית ברדיוס של 0.53 אנGSTROMS .

מצא את המהירות הזוויתית של האלקטרון, אם ידוע כי מסת האלקטרון $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ והיא: $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ומטען האלקטרון והפרוטון הוא:

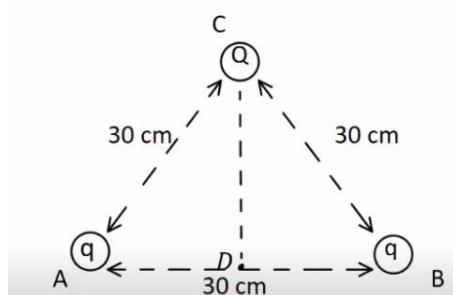


4) מטענים בקודקוד של משולש

שלושה מטענים זהים נמצאים על קודקודיו של משולש שווה צלעות.

גודל כל מטען הוא $q = 2\mu\text{C}$ ואורך צלע המשולש 4m .

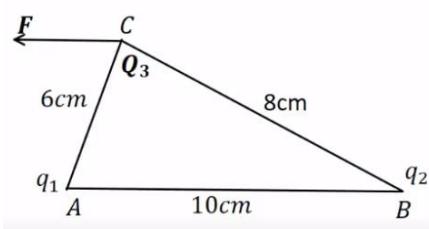
מצא את הכוח שמרגיש כל מטען כתוצאה מהמטענים האחרים.

**5) כוח על כדור בקצת משולש**

שני כדורים קטנים, שטענו כל אחד מהם הוא : $c^5 = q$, קבועים בנקודות A ו-B באирו. המרחק בין הנקודות הוא 30cm. בנקודה C הנמצאת במרחק של 30cm מכל אחד מהמטענים האלה, נמצא כדור מוליך קטן שמסתו 20gr והוא טוען בטען של : $c = -2 \cdot 10^{-5}$.

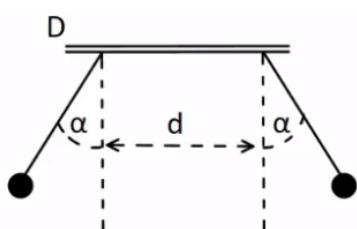
משחררים את הכדור הנמצא בנקודה C.

- чисב את הגודל ואת הכיוון של הכוח על הכדור ברגע בו שוחרר.
- чисב את גודלה ואת כיוונה של תואצת הכדור ברגע בו שוחרר.
- чисב את תואצת הכדור בנקודה D.

**6) נחש את סימני המטענים**

שני מטענים נקודתיים ממוקמים בקודקודים משולש ישר זווית, בקצוות המיתר AB. נתון כי : $c = 3\text{mc} |q_1| = 3\text{mc}$ ו- $Q_3 = 3\text{mc}$ והכוח השקול F הפועל על Q_3 פועל בכיוון אופקי שמאלה במקביל לצלע AB. בהזנחה כוח הכבוד :

- מהם סימני המטענים q_1 ו- q_2 ? נמק.
- чисב את מטען q_2 אם הזווית $\angle ACB$ היא זווית ישרה.
- מהו גודלו של הכוח השקול F?

**7) שני מטענים תלויים**

שני כדורים שמסתם זהות $m = 8\text{gr}$ ו- מטען זהה q , תלויים באמצעות חוטים משתי נקודות שה מרחק ביניהם הוא $d = 2\text{cm}$. נתון : $\alpha = 30^\circ$ ו- $l = 3\text{cm}$. בטא את גודל המטען q באמצעות d , α , m , l , ו- q . וчисב את גודל המטען q .

תשובות סופיות:

$$\sum F_y = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \quad (1)$$

$$q = \sqrt{\frac{mg}{k} \tan(15) L^2 \left(2 - \sqrt{3} \right)} \quad (2)$$

$$\omega = \sqrt{17} \cdot 10^{16} \frac{1}{\text{sec}} \quad (3)$$

$$\sum F = 3.897 \cdot 10^{-3} N \quad (4)$$

$$a = 0 \quad \text{ג.} \quad a_y = 1,732 \frac{m}{s^2} \quad \text{ב.} \quad 34.6 N \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$\sum F_x = 37.5 N \quad \text{ג.} \quad q_2 = 7.11 \mu C \quad \text{ב.} \quad q_1 : \text{שלילי,} \quad q_2 : \text{חיובי.} \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$q \approx 5.2 \cdot 10^{-8} C, \quad q = \sqrt{\frac{mg \tan \alpha}{k}} (d + 2l \sin \alpha) \quad (7)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 16 - השדה החשמלי

תוכן העניינים

- 140 1. שדה חשמלי של מטענים נקודתיים

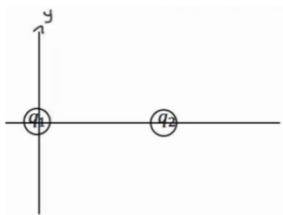
שדה חשמלי של מטענים נקודתיים:

שאלות:

1) שדה בשתי נקודות

טען q נמצא בראשית הצירים.

- חשב את השדה בנקודות $(0, 2m)$, $(1m, 3m)$, אם נתון $q = 5c$ (גודל וכיוון).
- חזור על סעיף א' אם $q = -7c$.
- מצא מה יהיה הכוח על מטען $q_2 = 3c$ הגיעו לנקודה $(1m, 3m)$ עבור סעיף א'.
- מצא מה יהיה הכוח על מטען $q_3 = -4c$ הגיעו לנקודה $(1m, 3m)$ עבור סעיף א' ללא q_2 .



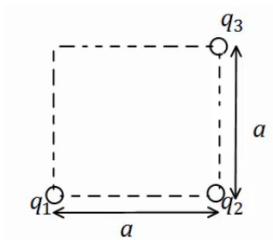
2) חישוב שדה שקל שלוש נקודות

טען $c = 5m$ נמצא בראשית הצירים.

טען $c = 4m$ נמצא במקום $(3cm, 0)$.

מצא את השדה בנקודות הבאות :

- $(5cm, 0)$.
- $(2cm, 0)$.
- $(2cm, 1cm)$.



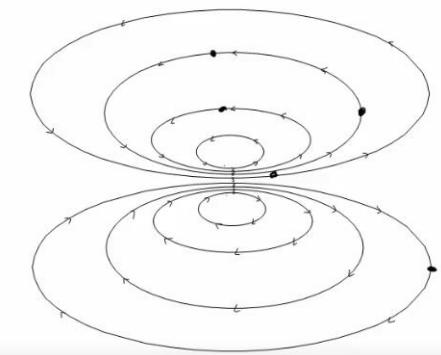
3) חישוב שדה שקל בפינה של ריבוע

טען q_3 , q_1 , q_2 נמצאים בשלוש פינותיו של ריבוע

על צלע a .

מהו השדה בפינה הרביעית?

q_1 , q_2 , q_3 , a נתונים.



4) קווי שדה

באזור הבא מתוארים קווי שדה במרחב.

צייר איקוטית את וקטור השדה החשמלי

בכל הנקודות המסומנות.

5) חלקיק על קו שדה

חלקיק מתחילה לנوع מנוחה במרחב בו קיים קו השדה החסמי. האם החלקיק ימשיך לנوع לאורך קו השדה עליו היה בתחילת התנועה לעד?

6) ייחidot של השדה

תלמיד טען שניתן לרשום את היחידות של השדה החסמי גם כגיאול לקולון למטר. האם התלמיד צודק?

7) קווי שדה חוצים זה את זה

תלמיד טען שקווי השדה של שני מטענים במרחב חוצים זה את זה? האם הדבר אפשרי? אם כן, אילו מטענים יקifymo טענה זו?

8) שדה מתאפס

בתוך אזור מבודד נמצאים שני מטענים במקומות שונים. גודל המטענים זהה וסימניהם אינם ידוע. קבעו האם המטענים בעלי סימן זהה או סימן הפוך אם ידוע שקיים נקודה במרחב שבה השדה מתאפס. הניחו שאין עוד מטענים במרחב.

9) גוף מרגיש שדה

גוף קטן הנושא מטען של $C = 10^{-5}$ – חשב בכוח החסמי שגודלו $N = 10^8$ כלפי מטה. הניחו שכוח הכבוד זניח.

- מהו השדה החסמי בנקודתה בה נמצא הגוף?
- מה יהיה הכוח על פרוטון שייהי באותה נקודת?

10) שדה מתאפס בין שני מטענים

שני מטענים $C_1 = 10^{-9} C$ ו- $C_2 = 5 \cdot 10^{-9} C$ מרוחקים $1.8m$ זה מזה. באיזו נקודת מתאפס השדה החסמי על הקו המחבר בין המטענים?

11) שדה בכמה נקודות

טען $q_1 = 4 \cdot 10^{-6} C$ נמצא בראשית. מטען אחר של $C = 2 \cdot 10^{-9}$ נמצא בנקודת $(1,2)$ במטרים.

חשבו את השדה השקול בנקודות הבאות:

א. $(0,2)$

ב. $(-1,-2)$

ג. $*(-1,-4)$

תשובות סופיות:

$$\vec{E} = 6.3 \cdot 10^9 \hat{x} + 15.75 \cdot 10^9 (-\hat{y}) \text{ . ב. } \quad \vec{E} = 1.42 \cdot 10^9 \hat{x} + 4.27 \cdot 10^9 \hat{y} \text{ . א. } \quad (1)$$

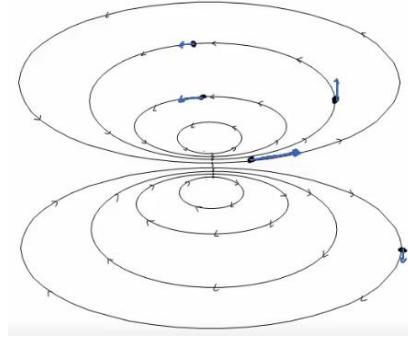
$$\vec{F}_3 = -4 \cdot (1.42 \cdot 10^9 \hat{x} + 4.27 \cdot 10^9 \hat{y}) \text{ . ז. } \quad \vec{F} = 4.26 \cdot 10^9 \hat{x} + 12.81 \cdot 10^9 \hat{y} \text{ . ג. } \quad (2)$$

$$E_{l_x} = 8.05 \cdot 10^7, E_{l_y} = 4.03 \cdot 10^7, E_{2_x} = -12.73 \cdot 10^7, E_{2_y} = 12.73 \cdot 10^7 \quad (2)$$

$$E_{T_x} = -4.68 \cdot 10^7, E_{T_y} = 16.77 \cdot 10^7 \quad (2)$$

$$E_{T_y} = \frac{kq_1}{a^2} + \frac{kq_2}{2a^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}, E_{T_x} = \frac{kq_3}{a^2} - \frac{kq_2}{2a^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

$$(4)$$



(5) לא.

(6) כן.

(7) לא.

(8) זהה.

(9) א. $|E| = 8 \frac{N}{C}$, למעלה. ב. ראה סרטונו.

$$x_2 = -6.19 \quad (10)$$

$$\vec{E} = -2.82 \hat{x} - 5.63 \hat{y} \frac{N}{C} \text{ . ב. } \quad \vec{E} = 18 \hat{x} + 9 \hat{y} \text{ . א. } \quad (11)$$

$$\vec{E} = -0.37 \hat{x} - 1.63 \hat{y} \text{ . ג. }$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 17 - חוק גאוס בrama אינטגרלית בלבד

תוכן העניינים

1. הסבר
(ללא ספר)

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 18 - תנואה בשדה חשמלי אחד

תוכן העניינים

143 1. הסבר ותרגילים

הסבר ותרגילים:

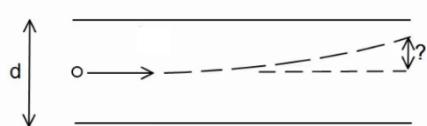
שאלות:

1) מלח אל לוח

שני לוחות ריבועיים נמצאים אחד מעל השני. אורך כל צלע היא 6 ס"מ , והמרחק בין הלוחות הוא 2 מ"מ . הלוחות טעוניים בинфופוט מטען אחידה; המטען הכלול על הלוח התיכון הוא: $c^6 \cdot 6 = Q$ ומהטען הכלול על הלוח העליון זהה והפוך בסימנו. משחררים אלקטרון ממנוחה קרוב מאוד ומתחת ללוח העליון: $\begin{cases} q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ c} \\ m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$

- כמה זמן ייקח לאלקטרון להגיע אל הלוח התיכון?
- מהי מהירותו בזמן פגיעהו ללוח?
- מהי האנרגיה הקינטית של האלקטרון באותורגע?

2) חישוב סטייה

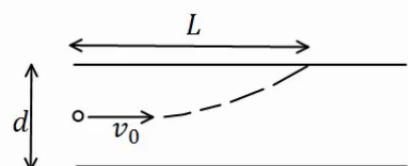


שני לוחות ריבועיים נמצאים אחד מעל השני. אורך הצלע של כל לוח היא 5 ס"מ והמרחק בין הלוחות הוא 2 מ"מ . הלוחות טעוניים בинфופוט מטען אחידה.

הטען הכלול על הלוח העליון היא: $c^{11} \cdot 3 = Q$, ומהטען הכלול על הלוח התיכון זהה והפוך בסימנו.

אלקטרון נע במהירות: $\begin{cases} q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ c} \\ m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$ במקביל ללוחות: $v_0 = 2 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

- מצא את הסטייה של האלקטרון (כמה זו בציר ה- y) ברגע צאתו מן הלוחות.
- מהו כיוון מהירותו של האלקטרון ביציאתו מן הלוחות?



שני לוחות ריבועיים נמצאים אחד מעל השני. המרחק בין הלוחות היא d ואורך הצלע של כל לוח גדול בהרבה מהמרחק בין הלוחות. הלוחות טעוניים בинфופוט מטען אחידה, צפיפות המטען המשטחית על הלוח העליון היא σ והצפיפות על הלוח התיכון זהה והפוכה בסימנה. מטען לא מזוהה נכנס בדיזוק במרכז בין הלוחות במהירות v_0

- ובכוון מקביל ללוחות. המטען פוגע בלוח העליון במרקם T .
- מצא את סימנו של המטען, בהנחה שהинфופוט הנתונה חיובית.
 - מצא את היחס בין גודל המטען לمسה שלו.

תשובות סופיות:

$$E_k = 6.06 \cdot 10^{-16} \text{ J} \quad \text{ג.} \quad v(t) = 3.65 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad t \approx 1.1 \cdot 10^{-10} \text{ sec} \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$\theta \approx 1.72^\circ \quad \text{ב.} \quad y_x = 0.747 \text{ mm} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\frac{q}{m} = \frac{dv_0^2}{4\pi k \sigma L^2} \quad \text{ב.} \quad (3) \quad \text{א. סימן המטען שלילי.}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

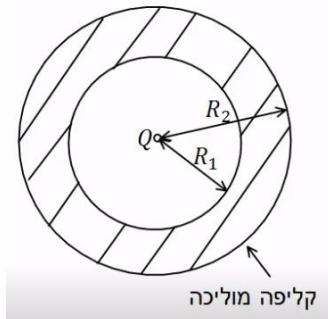
פרק 19 - מוליכים

תוכן העניינים

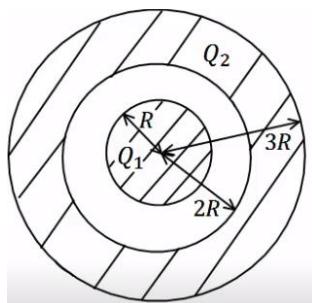
1. הסבר על מוליכים	ללא ספר
2. תרגילים	145

תרגילים:

שאלות:

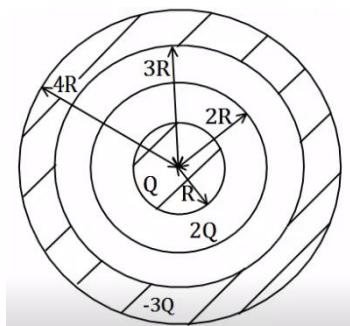


- 1) מטען נקודתי וקליפה עבה**
 מטען נקודתי Q נמצא במרכז של קליפה כדורית מוליכה ועבה. לקליפה רדיוס פנימי R_1 ורדיוס חיצוני R_2 .
- מצא את השدة בכל המרחב אם הקליפה ניטרלית.
 - מהי התפלגות המטען על שפת הקליפה?

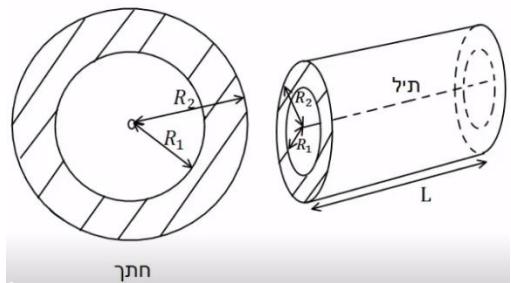


- 2) כדור מוליך וקליפה עבה טעונה**
 כדור מוליך ברדיוס R טוען בטען Q .
 הכדור נמצא בתוך ובסמוך לשכבות קליפה כדורית מוליכה עם רדיוס פנימי $2R$ ורדיוס חיצוני $3R$.
 הקליפה טעונה, וכך המטען על הקליפה הוא Q_2 .
- מצא את השدة החשמלי בכל המרחב.
 - מהי התפלגות המטען על שפת הכדור ושפת הקליפה?
 - טען נקודתי q מונח ב- $r = 1.5R$.

מהו הכוח הפועל על המטען אם נתן להניח שההשפעה שלו על המערכת זניחה.



- 3) כדור מוליך קליפה דקה וקליפה עבה**
 במערכת הבאה ישנו כדור מוליך ברדיוס R הטוען במטען Q . מסביב לכדור ישנה קליפה כדורית דקה ברדיוס $2R$ הטוענת במטען $-2Q$. את הכדור והקליפה מקיפה קליפה כדורית עבה ומוליכה בעלת רדיוס פנימי $3R$ ורדיוס חיצוני $4R$ הטוענת במטען כולל $-3Q$.
 הקרים והקליפות קוטנציריים (בעל מרכז משותף).
- מצא את השدة בכל המרחב.
 - מצא את התפלגות המטען בכל המרחב.

**4) תיל וקליפה גלילית עבה**

במערכת הבאה ישנו תיל באורך L הטוען בטען כולל Q . התיל נמצא במרכז קליפה גלילית עבה ומוליכה בעלי רדיוס פנימי R_1 ורדיוס חיצוני R_2 . אורך הקליפה הוא L גם כן והוא ניטרלי. הנח שאורך התיל והקליפה גדול בהרבה מהרדיזיסים.

- מהי צפיפות המטען ליחידת אורך בתיל?
- מצא את השدة החשמלי בכל המרחב.
- מהי צפיפות המטען על שפת הקליפה?

תשובות סופיות:

$$\sigma_1 = \frac{q_1}{4\pi R_1^2}, \sigma_2 = \frac{q_2}{4\pi R_2^2} . \blacksquare$$

$$E = \begin{cases} \frac{kQ}{r^2} & r < R_1 \\ 0 & R_1 < r < R_2 \\ \frac{kQ}{r^2} & R_2 < r \end{cases} . \text{ נ } \quad (1)$$

$$\sigma_1 = \frac{Q_1}{4\pi R^2}, \sigma_2 = \frac{-Q_1}{4\pi 4R^2}, \sigma_3 = \frac{q_3}{4\pi (3R)^2} . \blacksquare$$

$$E = \begin{cases} 0 & r < R \\ \frac{kQ_1}{r^2} & R < r < 2R \\ \frac{k(Q_1 + Q_2)}{r^2} & 3R < r \end{cases} . \text{ נ } \quad (2)$$

$$F = q \frac{kQ_1}{(1.5R)^2} . \lambda$$

$$\sigma_1 = \frac{Q}{4\pi R^2}, \sigma_2 = \frac{Q}{8\pi R^2}, \sigma_3 = \frac{-3Q}{4\pi 9R^2} . \blacksquare$$

$$E = \begin{cases} 0 & r < R \\ \frac{kQ}{r^2} & R < r < 2R \\ \frac{k3Q}{r^2} & 2R < r < 3R \\ 0 & 3R < r < 4R \\ 0 & 4R < r \end{cases} . \text{ נ } \quad (3)$$

$$E = \begin{cases} \frac{2k\lambda}{r} & r < R_1 \\ 0 & R_1 < r < R_2 \\ \frac{2k\lambda}{r} & R_2 < r \end{cases} . \blacksquare$$

$$\lambda = \frac{Q}{L} . \text{ נ } \quad (4)$$

$$\sigma_1 = -\frac{\lambda}{2\pi R_1} . \lambda$$

פיהיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 20 - מתח, פוטנציאל ואנרגיה פוטנציאלית חשמלית

תוכן העניינים

148	1. עבודה ואנרגיה של הכוח החשמלי
150	2. פוטנציאל ומתח
154	3. פוטנציאל במוליכים
156	4. תרגילים נוספים

עבודה ואנרגיה של הכוח החשמלי:

שאלות:

1) עבודה להביא מטען מהאינסוף

מהי העבודה הדורשיה להביא מטען $c = 2 \cdot 10^{-6} C$ מהאינסוף למרחק $r_1 = 50\text{cm}$ מטען $c = 3 \cdot 10^{-6} C$ המקובע במקום?

2) מטען מגיע עם מהירות מהאינסוף

מטען $c = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בעל מסה $Q_1 = 4 \cdot 10^{-5} \text{kg} = 10^{-3} \text{kg}$ נע מהאינסוף במהירות $v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ כלפי מטען $c = 5 \cdot 10^{-5} C$ המקובע במקום.

- א. מהו המרחק בו יעצר רגיעה המטען?
- ב. מהי מהירות המטען כאשר מרחקו 100m ?

3) עבודה להרחק שני מטענים

חשב את העבודה הדורשיה להרחק שני מטענים: $c = 3 \cdot 10^{-6} C$, $Q_1 = -4 \cdot 10^{-6} C$, $Q_2 = -4 \cdot 10^{-6} C$ מרחק $r_1 = 20\text{cm}$, $r_2 = 40\text{cm}$.
בדוק האם הסימן הגיוני.

4) עבודה להכניס מטען לתוך קליפה טעונה

חשב את העבודה הדורשיה להביא מטען של $c = 3 \cdot 10^{-5} C$ לתוך קליפה כדורית ברדיוס $R = 0.8\text{m}$ הטעונה בצפיפות מטען משטחית $\sigma = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$.

5) עבודה של לוח אינסופי

מטען $C = 2 \cdot 10^{-6} C$ נמצא במרחק $d = 30\text{cm}$ מלוח אינסופי הטוען בצפיפות מטען יחידת שטח $\sigma = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$.
חשב את העבודה הדורשיה להביא את המטען אל הלוח.

6) מטען זז בין שני לוחות

שני לוחות גדולים מאוד טעונים בצדדיוות מטען משטחיות הפוכות $\sigma = \pm 3 \cdot 10^{-3} \frac{C}{m^2}$.

המרחק בין הלוחות הוא $d = 5\text{cm}$.

מצא את העבודה הדרושה להעביר מטען של $c = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ מהלוח השמאלי אל הלוח החיובי. הזנה את השפעת המטען על השدة של הלוחות.

תשובות סופיות:

$$W = 108 \cdot 10^{-3} \text{J} \quad (1)$$

$$v_F \approx 6.32 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad r = 90\text{m} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\text{כ.}, W = 0.27\text{J} \quad (3)$$

$$W = 5.43 \cdot 10^3 - 0 \quad (4)$$

$$W = 170\text{J} \quad (5)$$

$$W = 33.9\text{J} \quad (6)$$

פוטנציאל ומתח:

שאלות:

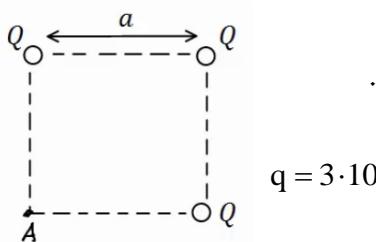
1) פוטנציאל שיוצר מטען בשתי נקודות

חשב את הפוטנציאל שיוצר המטען $c = 2 \cdot 10^{-6} C$ במרחק $r_1 = 0.8m$ ובמרחק $r_2 = 0.3m$ מהטען.

מהי העבודה הדרושים להזיז את המטען $c = 5 \cdot 10^{-6} C$ מהמרחק הראשון למרחק השני?

2) מטענים בפינות של ריבוע

בשלוש פינות של ריבוע קבועים שלושה מטענים זרים $c = 2 \cdot 10^{-5} C$.



אורך צלע הריבוע היה $a = 3cm$.

א. חשב את הפוטנציאל בפינה הימנית של הריבוע.

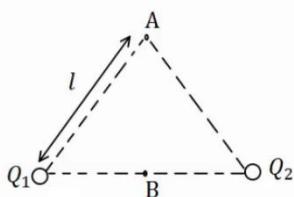
ב. חשב את הפוטנציאל במרכז הריבוע.

ג. חשב את העבודה הדרושים להזיז את המטען $c = 3 \cdot 10^{-6} C$ ממרכז הריבוע לנקודה A.

3) שני מטענים על משולש שווה צלעות

שני מטענים זרים $c = Q_1 = Q_2 = 10^{-6} C$ נמצאים על קדקודיו של

משולש שווה צלעות בעל אורך צלע $l = 5cm$.



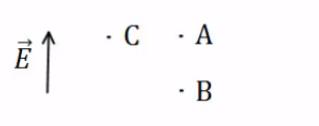
א. מצא את המתח בין הנקודה A הנמצאת בקדקוד השלישי של המשולש לבין הנקודה B הנמצאת במרכז הצלע המחברת את שני המטענים.

ב. חשב את העבודה הדרושים להביא מטען של $c = 5 \cdot 10^{-6} C$ מקדקוד אחד לאמצע הצלע.

4) פוטנציאל בין לוחות

שני לוחות גדולים מאוד טעונים בטענים בעלי סימן הפוך.

ידוע כי כיוון השדה בין הלוחות הוא מהלך התחתון שלוחות העליין.

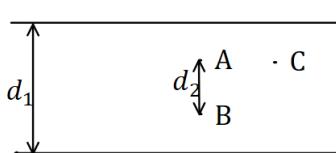


א. איזה מהלכות טעון במטען חיובי ואיזה במטען שלילי?

ב. איזה מהלכות נמצא בפוטנציאל יותר גבוה?

ג. איזו מהנקודות A ו-B נמצאת בפוטנציאל יותר גבוה?

ד. איזה מהנקודות A ו-C, הנמצאות באותו גובה, נמצאת בפוטנציאל גבוה יותר?



5) **מתח בין לוחות**
 שני לוחות גדולים מאוד נמצאים במרחק $d_1 = 40\text{cm}$ זה מזה. המתח בין הלוחות הוא $20V = \Delta V$ וידוע כי הלוח העליון נמצא בפוטנציאל גובה יותר.

א. איזה מהלוחות טען בטען חיובי ואיזה בטען שלילי?

ב. מהו השדה בין הלוחות (גודלו וכיוונו)?

ג. מהו המתח V_{BA} אם ידוע שהמרחק בין הנקודות A ו-B הוא 5cm ?

ד. מהי העבודה הדרושה להזיז מטען $c = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ מ-A ל-B?

ה. מהי העבודה הדרושה להזיז מטען $c = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ מ-A ל-C - הנמצאת באותוגובה של A?

6) פוטנציאל של לוח ומטען נקודתי

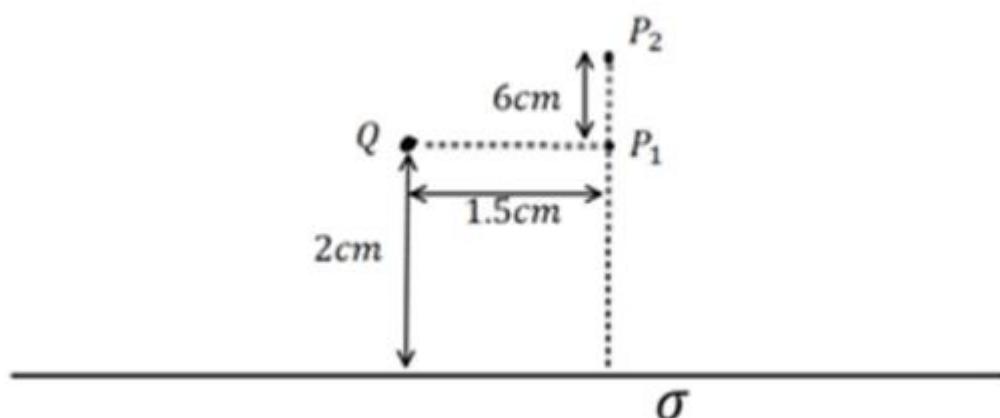
טען נקודתי $C = 3\mu\text{C}$ נמצא בגובה 2cm מעל לוח אינסופי הטעון בצפיפות

$$\text{אחידה: } \sigma = 8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

א. מצאו את הפוטנציאל בנקודות שבאיור (הניחו שהפוטנציאל של הלוח הוא אפס על הלוח).

ב. מהי העבודה הדרושה להזיז מטען $P_2 = 10^{-10}\text{C}$ מ- P_1 ל- P_2 .

הניחו שהטען Q והלוח אינם משנהים את מיקומם.



תשובות סופיות:

$$W = 18.75 \cdot 10^{-2} J \quad (1)$$

$$V_B = 25.46 \cdot 10^6 V \quad \text{ב.} \quad V_A = 16.24 \cdot 10^6 V \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$W = -27.65 J \quad \text{ג.}$$

$$W_{A \rightarrow B} = 1.8 J \quad \text{ב.} \quad V_{BA} = 3.6 \cdot 10^5 V \quad \text{א.} \quad (3)$$

(4) א. הלווח הטעון במטען חיובי נמצא למיטה, והשלילי למעלה.

ב. התחתון. ג. B ד. הפוטנציאלי שווה.

(5) א. הלווח הטעון במטען חיובי נמצא למשלה, והשלילי למיטה.

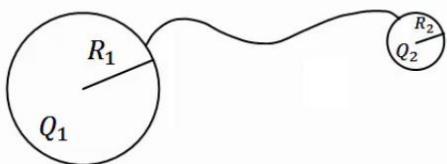
$$B = 50 \frac{N}{m} \quad g = 10 \frac{m}{s^2} \quad d = 2.5 \cdot 10^{-6} m \quad h = 5 m \quad (6)$$

$$-16.35 \cdot 10^5 J \quad \text{ב.} \quad V(P_2) = -7.39 \cdot 10^5 V, V(P_1) = 8.96 \cdot 10^5 V \quad (6)$$

פוטנציאל במוליכים:

שאלות:

1) שני כדורים מוליכים מחוברים



שני כדורים מוליכים בעלי רדיוסים R_1 , R_2 , נמצאים למרחק גדול מאוד אחד מהשני. הconductרים טעונים בטען Q_1 , Q_2 בהתאמה. מחברים את הconductרים באמצעות חוט מוליך. מה יהיה המטען על כל כדור לאחר זמן רב?

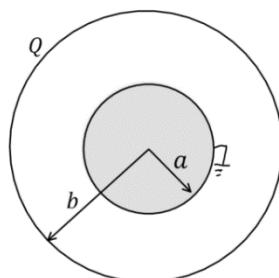
2) מטען נקודתי במרכז קליפה מוארכת

טען נקודתי Q נמצא במרכזו של קליפה (חלולה) כדורית דקה ומוליכה ברדיוס R . מהו המטען על הקליפה אם ידוע שהיא מוארכת?

3) כדור בתוך קליפה

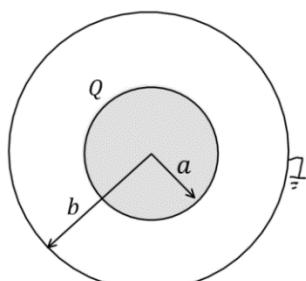
קליפה כדורית מוליכה ודקה בעלת רדיוס b טעונה במטען Q . במרכז הקליפה נמצא כדור מוליך בעל רדיוס a המוארך לאדמה.

א. מהו המטען על הconductור?



cutting the conductor Q (which is not a capacitor), and the capacitance of the shell is given.

ב. מהו מטען השכבות החיצונית מוארכות?



תשובות סופיות:

$$q_1 = (Q_2 + Q_1) \frac{R_1}{R_1 + R_2} , q_2 = (Q_2 + Q_1) \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$$q = Q \quad (2)$$

$$-Q \quad \text{ב.} \quad -\frac{a}{b}Q \quad \text{א.} \quad (3)$$

תרגילים נוספים:

שאלות:

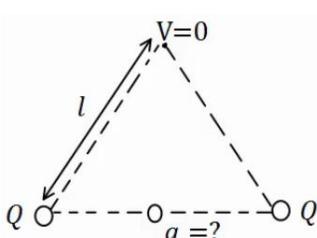
1) אנרגיה חשמלית של מערכת

מצא את האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של שני מטענים זוהים: $c^{-6} \cdot 10^6 = Q_1 = Q_2$ הנמצאים במרחק 80 ס"מ זה מזה.

2) מטענים בפינות ריבוע

בארבעת הפינות של ריבוע בעל צלע $a = 0.5\text{m}$ ישנו מטען זהים שגודלם הוא: $c^{-7} = Q$.

- א. מהי העבודה הדרושים לבניית המערכת?
- ב. מהו הפוטנציאלי נקודת הנמצאת במרכז אחד מצלעות הריבוע?
- ג. מהי העבודה הדרושים להבאת מטען $c^{-8} = q$ לנקודת מסעיף ב'?
- ד. מהי האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של המערכת לאחר סעיף ג'?



3) מטען שמאפס פוטנציאל בקודקוד

בשני קודקודיו של משולש שווה צלעות נמצאים מטענים זהים שגודלם הוא: $c^{-5} = Q$.

טען נוסף, q , מונח במרכז הצלע שביניהם. אורך הצלע של המשולש הוא: $l = 20\text{cm}$.

- א. מצא את גודלו של המטען q כך שהפוטנציאלי בקודקוד השלישי יתאפשר.
- ב. חזר על סעיף א' אם המטען q נמצא במרכז הצלע אחרית המשולש.

4) פוטנציאל נקודת מסויימת

בקודודה מסויימת קיים פוטנציאל של 15V .

- א. מהי העבודה להביא מטען שגודלו 1C מהתאוסף לנקודת זו?
- ב. מהי העבודה הדרושים להביא מטען של $c^{-6} = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ לנקודת זו?
- ג. מהי העבודה הדרושים להביא מטען של $c^{-6} = 3 \cdot 10^{-6}\text{C}$ מפוטנציאל של $5\text{V} = V$ לנקודת זו?
- ד. מהי העבודה הדרושים להביא מטען של $c^{-6} = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ מנקודת זו לפוטנציאל של 10V ?

5) עבודה לא תלوية במסלול

טען נקודתי $Q_1 = 10^{-5} C$ ממוקם בראשית הציר.

טען נקודתי נוסף $Q_2 = 2 \cdot 10^{-5} C$ ממוקם ב- $(0.8m, 0)$.

א. מצא את הפוטנציאל בנקודות: A(1.5m, 0), B(1.5m, 1m), C(0.8m, 1m).

ב. מהי העבודה הדרישה להעביר את המטען $c = 3 \cdot 10^{-6} C$ מנקודה A ל-B?

ג. מהי העבודה הדרישה להעביר את אותוטען מנקודה B אל נקודה C?

ד. מהי העבודה הדרישה להעביר את אותוטען מנקודה A לנקודה C, דרך הקו הישר בין הנקודות?

6)ALKTRON מואץ בהפרש פוטנציאליים

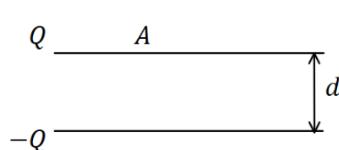
ALKTRON מואץ בהפרש פוטנציאליים של 300V.

הALKTRON מתחילה תנועתו מנוחה.

א. מהו ההפרש בין האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של האALKTRON בתחילת התנועה לסופ התנועה, ביחידות של ALKTRON וולט וביחידות של גיאול?

ב. מהי מהירות האALKTRON בסוף התהליך?

$$q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} C, m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$$



שני לוחות גדולים בעלי שטח $A = 2m^2$ נמצאים

במרחק $d = 10cm$ אחד מהשני.

טוענים את אחד הלוחות בטען $c = 6 \cdot 10^{-3} C$, $Q = 6 \cdot 10^{-3} C$,

ואת הלוח השני בטען זהה והפוך בסימנו.

א. חשב את צפיפות המטען לייחידה שטח על כל לוח.

ב. מהו השדה בין הלוחות?

ג. מהו המתח בין הלוחות?

ד. פרוטון משוחרר מנוחה קרוב מאוד ללוח החיבוי.

מהי מהירות הפרוטון בהגיעו ללוח השלילי?

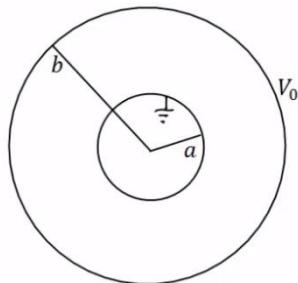
$$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C, m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$$

8) פוטנציאל של כדור מוליך

כדור מוליך שרדיווס $R = 20cm$ טוען בטען $c = 3 \cdot 10^{-6} C$.

א. מהו השדה החשמלי במרחק $r_1 = 25cm$ וברחק $r_2 = 15cm$ ממרכזו הcéדור?

ב. מהו הפוטנציאל באותם מרחקים?

**9) מטענים על קליפות**

במערכת הבאה ישנים שתי קליפות כדוריות מוליכות, דקotas, ברדיוסים b , a . הקליפה החיצונית מוחזקת במתוח V_0 והקליפה הפנימית מוארקת. השתמש בפוטנציאלי של קליפה כדורית בודדת ובעקרון הסופרפוזיציה וחשב את המטען על כל קליפה.

10) מתוח בין שני כדורים מוליכים

שני כדורים מוליכים, בעלי רדיוסים: $R_2 = 1.4\text{m}$ ו- $R_1 = 1\text{m}$ ו- $c = 2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ ו- $Q_2 = 6 \cdot 10^{-6}\text{C}$.

- מהו הפרש הפוטנציאליים בין שפות ה כדורים, אם הם מרוחקים מאוד זה מזה.
- מהו הפרש הפוטנציאליים בין שתי הנקודות הכproximal של ה כדורים, אם המרחק בין מרכזיהם הוא $d = 5\text{m}$. הנח שהתפלגות המטען על כל כדור עדין אחת.

11) שני מטענים מתרחקים

שני גופים בעלי מסות $m_2 = 60\text{gr}$ ו- $m_1 = 20\text{gr}$ ו- $c = 6 \cdot 10^{-6}\text{C}$ ו- $Q_2 = 6 \cdot 10^{-6}\text{C}$ נמצאים במרחק $r_1 = 80\text{cm}$ זה מזה, ובמנוחה.

- מה תהיה מהירות הגוף הראשון כאשר המרחק ביניהם הוא $r_2 = 1.2\text{m}$?
- מה תהיה מהירות הגוף השני לאחר זמן רב מאד?

12) שני מטענים מתרחקים וمتקרבים
 שני גופים בעלי מסות $m_2 = 50\text{gr}$ ו- $m_1 = 25\text{gr}$ ו- $c = 4 \cdot 10^{-6}\text{C}$ ו- $Q_1 = -5 \cdot 10^{-6}\text{C}$ נמצאים במרחק $r_1 = 1\text{m}$ זה מזה.

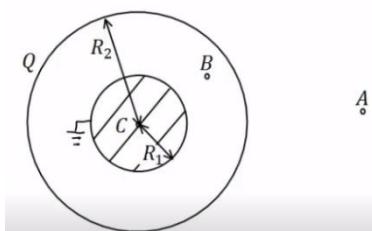
ל גופים מהירות ההתחלתית כך שאחד מתרחק מהשני.

$$\text{גודל מהירות ההתחלתית של שני הגוףים הוא } v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

- מה תהיה מהירות הגוף הראשון כאשר המרחק ביניהם הוא $r_2 = 5\text{m}$?
- מהו המינימאלי עבورو הגוף השני לא יפגש לעולם?
- כעת נניח כי $v_0 = 0$ שווה לחצי מהערך שחייבת בסעיף ב'.
- מהו המרחק המקסימאלי אליו יוכל להגיע הגוף?
- מצא את מהירות הגוף הראשון כאשר $r_3 = 0.5\text{m}$.

13) 1000 טיפות שמן

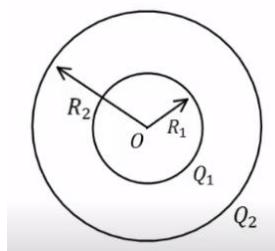
1000 טיפות שמן זהות טענות במטען זהה וنمוצאות בפוטנציאל זהה V_1 .
 הטיפות מתחברות לティפה אחת גדולה. מהו הפוטנציאלי של הטיפה הגדולה (V_2 נתון)?
 רמז: ניתן להתייחס לכל טיפה ככדור מוליך.

14) כדור מוליך מוארך בתוך קליפה כדורית

כדור מוליך ברדיוס $R_1 = 5\text{cm}$. נמצא בתוך
 ובמרכזו של קליפה כדורית דקה.
 רדיוס הקליפה הוא: $R_2 = 10\text{cm}$. והמטען עלייה
 הוא: $c = 10^{-7}\text{C}$. מאריכים את הכדור.
 א. מצא את המטען על שפת הכדור.

ב. מהו הפוטנציאלי בנקודות: $r_A = 20\text{cm}$, $r_B = 7\text{cm}$, $r_C = 0$?

ג. מהי העבודה הדורשת להזיז את המטען c מ- r_A ל- r_C ?

**15) שתי קליפות קוונטריות מחוברות בחוט**

קליפה כדורית (כדור חלול) שהרדיוס שלו R_1 נמצאת
 בתוך קליפה כדורית שהרדיוס שלה R_2 , ולשתי הקליפות
 מרכז משותף O (ראה תרשים). הקליפה הפנימית טעונה
 במטען חשמלי חיובי Q_1 , והקליפה החיצונית טעונה
 במטען חשמלי חיובי Q_2 . שתי הקליפות עשויות מחומר מוליך.
 א. בטא באמצעות נתוני השאלה, את הגודל של השدة החשמלי לשתי
 הקליפות יוצרות בכל אחת מהנקודות הבאות:

i. הנקודה O.

ii. נקודה הנמצאת מחוץ לקליפה הפנימית, אך קרובה אליה מאוד,
 מרחקה מ-O ייחשב ל- R_1 .

iii. נקודה הנמצאת מחוץ לקליפה החיצונית, אך קרובה אליה מאוד,
 מרחקה מ-O ייחשב ל- R_2 .

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה, את הפוטנציאלי החשמלי הכלול לשתי
 הקליפות יוצרות בכל אחת משלוש הנקודות הבאות:

i. הנקודה O.

ii. נקודה על פני הקליפה הפנימית.

iii. נקודה על פני הקליפה החיצונית.

ג. מחברים את שתי הקליפות באמצעות תיל מוליך דק שהתנגדותו זניחה,
 ולכן חלקיקים טעונים יכולים לעבור ביניהן.

בטא, באמצעות נתוני השאלה, את המטען החשמלי על כל אחת משתי
 הקליפות לאחר שנפסק הזרם בתיל.

16) כדור טעון מבודד מול מישור טעון מבודד*

כדור בעל רדיוס $R = 3\text{m}$, מבודד מבחינה חשמלית, טעון על פניו בצפיפות מטען

$$\text{אחידה: } \sigma_1 = 5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \text{ במרחק } d = 6\text{m} \text{ ממרכזו הבודד נמצא משטח מישורי}$$

$$\text{גדול מבודד, הטעון בצפיפות מטען אחידה: } \sigma_2 = 15 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

הנקודות P_1 ו- P_2 שבציוור נמצאות מחוץ לכדור, אך קרוב מאוד לשפטו. הישר המחבר את הנקודות P_3 ו- P_4 ניצב למשטח ומרוחק $D = 4\text{m}$ ממרכזו הבודד. הנקודה P_1 ו- P_3 נמצאות היא נקודה מימין למשטח, אך מאוד קרובה אליו. הנקודות P_1 ו- P_3 נמצאות בדיקות מעלה מרכזו הבודד. לעזרתכם: שטח פנים של כדור בעל רדיוס R נתון ע"י $4\pi R^2$.

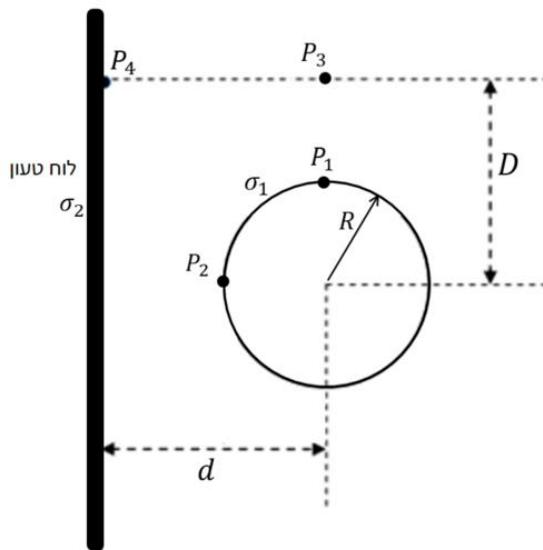
א. מה ערכו של השדה החשמלי השקול בנקודה P_2 ?

ב. מהו הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות P_1 ו- P_2 בהתאם?

ג. מטען קטן: $q = 10^{-9}\text{C}$ נמצא בנקודה P_3 .

מהו ערכו של הכוח החשמלי הפועל על המטען בנקודה זו?

ד. מהי העבודה הדרישה, כדי להעביר את q מהנקודה P_3 לנקודה P_1 ?

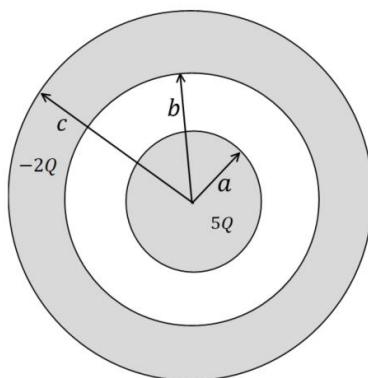


17) כדור בתוך קליפה מוליכה עבה**

כדור מוליך בעל רדיוס a טוען בטען חיובי Q ונמצא בתוך קליפה כדורית מולlicaה בעלת רדיוס פנימי b ורדיוס חיצוני c , הטעונה בטען $-2Q$.

לכדור ולקליפה הגדורית יש מרכז משותף.

- מהו המטען על השפה הפנימית ($b = r$) והחיצונית ($c = r$) של הקליפה הגדורית?
- מהו הפוטנציאלי החסמי על השפה הפנימית ($b = r$) והחיצונית ($c = r$) של הקליפה הגדורית? הניחו שהפוטנציאלי באינסוף הוא אפס.
- מהו הפוטנציאלי החסמי במרכז הכדור ($r = 0$)?



תשובות סופיות:

$$U \approx 0.101J \quad (1)$$

$$W \approx 6.25 \cdot 10^{-4} J \quad \text{ג.} \quad V_A = 20.84 \cdot 10^3 V \quad \text{ב.} \quad W \approx 3.9 \cdot 10^{-3} J \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$W = 4.53 \cdot 10^{-3} J \quad \text{ט}$$

$$q = -2 \cdot 10^{-5} C \quad \text{ב.} \quad q = -3.46 \cdot 10^{-5} C \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$W = -3 \cdot 10^{-5} J \quad \text{ג.} \quad W = 3 \cdot 10^{-7} J \quad \text{ב.} \quad W = 15 J \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$W = -10^{-5} J \quad \text{ט}$$

$$V_A = 3.17 \cdot 10^5 V, V_B \approx 1.97 \cdot 10^5 V, V_C = 2.5 \cdot 10^5 V \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$W_{AC} = -2.01 \cdot 10^{-1} J \quad \text{ט} \quad W_{B \rightarrow C} = 1.59 \cdot 10^{-1} J \quad \text{ג.} \quad W_{AB} = -3.6 \cdot 10^{-1} J \quad \text{ב.}$$

$$V_F \approx 1.02 \cdot 10^7 \frac{m}{sec} \quad \text{ב.} \quad \Delta U = -300 eV / = 4.8 \cdot 10^{-17} J \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$V = 3.39 \cdot 10^4 V \quad \text{ג.} \quad E \approx 3.39 \cdot 10^5 \frac{N}{C} \cdot \text{ב.} \quad \sigma = 3 \cdot 10^{-6} \frac{C}{m^2} \quad \text{א.} \quad (7)$$

$$v = 2.55 \cdot 10^6 \frac{m}{sec} \quad \text{ט}$$

$$E(r_1) = 4.32 \cdot 10^5 \frac{N}{C}, E(r_2) = 0 \quad \text{א.} \quad (8)$$

$$V(r_1) = 1.08 \cdot 10^5 V, V(r_2) = 1.35 \cdot 10^5 V \quad \text{ב.}$$

$$q_1 = \frac{bv_0}{k} \cdot \frac{a}{(a-b)}, q_2 = -\frac{bv_0}{ka} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right) \quad (9)$$

$$V_{ba} = 7.6 \cdot 10^3 V \quad \text{ב.} \quad V_{21} \approx 2.06 \cdot 10^4 V \quad \text{א.} \quad (10)$$

$$u_2 = 1.06 \frac{m}{sec}, u_1 = -3.18 \frac{m}{sec} \quad \text{ב.} \quad u_1 \approx -1.84 \frac{m}{sec}, u_2 = 0.612 \frac{m}{sec} \quad \text{א.} \quad (11)$$

$$u_1 = -7.96 \frac{m}{sec}, u_2 = 1.48 \frac{m}{sec} / u_1 = 4.62 \frac{m}{sec}, u_2 = -4.81 \frac{m}{sec} \quad \text{א.} \quad (12)$$

$$u_1 = -3.79 \frac{m}{sec}, u_2 = 1.35 \frac{m}{sec} \quad \text{ט} \quad r_{max} = 1.29 m \quad \text{ג.} \quad v_{0_{min}} \approx 2.18 \frac{m}{sec} \quad \text{ב.}$$

$$V_{1000} = 100 V_1 \quad (13)$$

$$V_A = 6.75 \cdot 10^3 V, V_B \approx 7.71 \cdot 10^3 V, V_C = 0 \quad \text{ב.} \quad q = -1.5 \cdot 10^{-7} C \quad \text{א.} \quad (14)$$

$$W_{A \rightarrow C} = -6.75 \cdot 10^{-7} J \quad \text{ג.}$$

$$E_T = \frac{k(Q_1 + Q_2)}{R_2^2} \quad \text{iii} \quad E_T = \frac{kQ_1}{R_1^2} \quad \text{ii} \quad E_T = 0 \quad \text{i.e.} \quad (15)$$

$$V_T(R_2) = \frac{k(Q_1 + Q_2)}{R_2} \quad \text{iii} \quad V_T(R_1) = \frac{kQ_1}{R_1} + \frac{kQ_2}{R_2} \quad \text{ii} \quad V_T = \frac{kQ_1}{R_1} + \frac{kQ_2}{R_2} \quad \text{ב.}$$

$$q_1' = 0, q_2' = Q_1 + Q_2 \quad \text{ג.}$$

$$810\pi V \text{ ב.ב.} \quad 90 \cdot \pi \frac{N}{C} \hat{x} \text{ נ.א. (16)}$$

$$-3.375 \cdot 10^{-6} J \text{ נ.ג.} \quad 270 \cdot \pi \cdot 10^{-9} N \hat{x} + 101 \cdot \pi \cdot 10^{-9} N \hat{y} \text{ נ.ג.}$$

$$V(b) = V(c) = \frac{3KQ}{c} \text{ נ.ב.} \quad q(r=c) = 3Q, \quad q(r=b) = -5Q \text{ נ.א. (17)}$$

$$\frac{5KQ}{a} - \frac{5KQ}{b} + \frac{3KQ}{c} \text{ נ.ג.}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 21 - זרם מתח ותנגדות

תוכן העניינים

164	1. הזרם החשמלי.....
166	2. המתח החשמלי וחוק אווחם
167	3. התנגדות.....
169	4. כאמ ומתח הדקאים.....
(ללא ספר)	5. סיכום הפרק
170	6. תרגילים.....

זרם החשמלי:

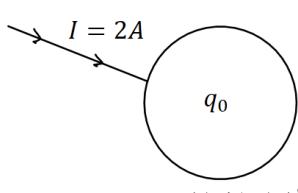
שאלות:

1) פלאפון מחובר למטען

פלאפון המחבר לטען נטען בזרם קבוע של 1 אמפר במשך שעה אחת.

א. מהי כמות המטען שעברה בחוט?

ב. מהו מספר האלקטרונים שעברו בחוט?



2) זרם לתוך כדור מוליך

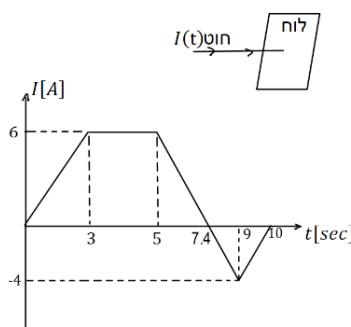
כדור מוליך טוען בטען של $5c_0 = 5c$.

מחברים את הכדור לחוט מוליך והחוט מעביר זרם של 2 אמפר לתוך הכדור.

א. רשום נוסחה המתארת את המטען על הכדור כתלות בזמן.

ב. צייר גרף של המטען על הכדור כתלות בזמן.

ג. צייר גרף של הזרם כתלות בזמן.



3) חוט מחובר ללוח

חוט מוליך מחובר ללוח מוליך שאינו טוען ב- $t=0$.

בחוט מתחילה זרום זרם והतלות של הזרם בזמן נתונה לפי הגרף הבא:

א. מהו המטען הכלול בלוח אחורי עשר שניות?

ב. מהו המטען על הלוח אחורי 5 שניות?

4) זרם בנורת להט

הזרם העובר בנורת להט ביתית הוא בערך 1 אמפר.

נניח כי חוטי החשמל בבניין עשויים נחושת בקוטר של 0.2 ס"מ.

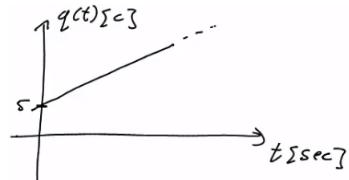
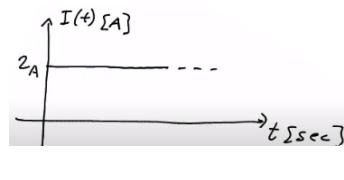
מספר האלקטרונים החופשיים ליחידה נפח בנחושת הוא: $8.5 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3}$.

מצא מהי מהירות האלקטרונים בחוטים.

תשובות סופיות:

ב. $N_e = 2.25 \cdot 10^{22}$ א. $\Delta q = 3600c$ (1)

ג. ב. $q(t) = 5 + 2 \cdot t$ א. (2)



ב. $q(t=5) = 21c$ א. $\Delta q = 23c$ (3)

ב. $v_d = 2.341 \cdot 10^{-5} \frac{m}{sec}$ (4)

הנתר החשמלי וחוק אורה:

שאלות:

1) חוק אורה

על מוליך מסוים הופעל מתח של 5 וולט. כתוצאה לכך נוצר זרם במוליך של $10mA$.

א. מהי ההתנגדות של המוליך?

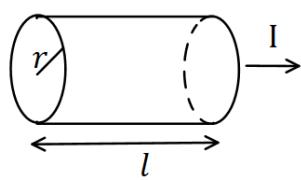
ב. נניח כי התנגדות המוליך קבועה.

מה יהיה הזרם במוליך אם יופעל עליו מתח של 10 וולט?

תשובות סופיות:

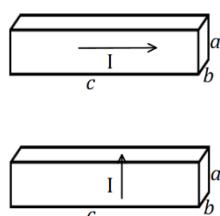
$$\text{ב. } I = 20mA$$

$$\text{א. } R = 500\Omega$$

התנגדות:**שאלות:**

- 1) נגד גליילי**
חשב את ההתנגדות של נגד בצורת גליל באורך $l = 1\text{m}$ ורדיוס בסיס של $r = 2\text{mm} = 2 \cdot 10^{-3}\text{m}$. הנגד עשוי מנחושת בעלת התנגדות סגוליית $\rho = 1.72 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$ (הזרם זורם לאורכו ציר הסימטריה של הגליל).

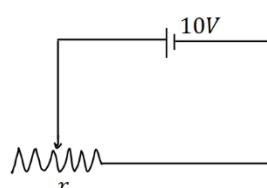
(א)



- 2) נגד בצורת תיבת מוליך**
מוליך בנוי בצורת תיבה עם צלעות שאורכן a, b, c .
התיחס לגודלו הצלעות ולהתנגדות הסגוליית ρ נתונים.
חשב את התנגדות המוליך בכל אחד מהמקרים הבאים. (ב)
שים לב: בכל מקרה הזרם זורם במוליך בכיוון אחר!

3) נגד

- מקור מתח בעל מתח של 10 וולט מחובר דרך חוטים אידיאליים (בעל התנגדות זניחה) לנגד בעל התנגדות $R = 2\Omega$.
צייר איור של המעגל וחשב את הזרם בנגד.

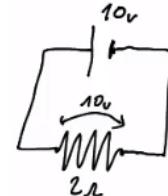


- 4) נגד משתנה**
במעגל הבא ישנו מקור מתח בעל מתח של 10 וולט. המקור מחובר לנגד משתנה בעל התנגדות יחידה אורך $r = 50 \frac{\Omega}{\text{m}}$.
מה צריך להיות אורך הנגד על מנת שהזרם במעגל יהיה 2A ?

תשובות סופיות:

$$R = 0.00137 \Omega \quad (1)$$

$$R = \rho \cdot \frac{a}{b \cdot c} . \quad (2)$$

$$R = \rho \cdot \frac{c}{a \cdot b} . \quad (2)$$


$$, I = 5A \quad (3)$$

$$x = 10\text{cm} \quad (4)$$

כאמ' ומתח הבדיקה:

שאלות:

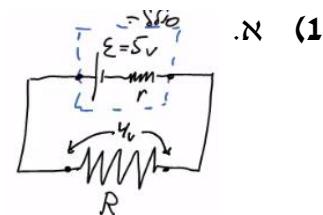
1) כאמ' ומתח הבדיקה

- סוללה מייצרת כא"מ של $7.5V$. לסוללה התנגדות פנימית של 2Ω .
 מחברים את הסוללה נגד חיצוני R שההנגדותו אינה ידועה.
 נתון כי זרם בכל רכיב במעגל זהה ושווה ל- $I = 0.5A$.
- شرط תרשים המתאר את המעגל.
 - חשב את מתח הבדיקה שמספקת הסוללה.
 - מהי ההנגדות של הנגד?

תשובות סופיות:

א. $R = 8\Omega$

ב. $V = 4V$



תרגילים:**שאלות:****תרגיל 1**

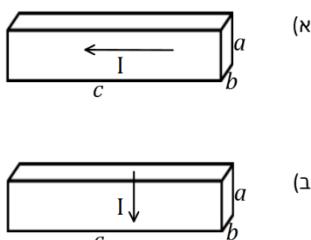
מהו הזרם במוליך אם עבר בו מטען של 50 קולון ב 10 שניות?

תרגיל 2

כמה אלקטرونים עוברים במוליך בשניה אחת אם זורם בו זרם קבוע של 2 אמפר?

תרגיל 3

מהי התנגדות של גליל ניקל בעל התנגדות סגולית של $m \cdot \Omega = 7.8 \cdot 10^{-8}$, שאורכו 20 ס"מ ורדיווסו 3 מ"מ?

**תרגיל 4**

תיבה בעלת צלעות: $a = 3\text{mm}$, $b = 2\text{mm}$, $c = 4\text{cm}$.
עשוי מחומר בעל התנגדות סגולית $m \cdot \Omega = 10^{-8}$.
מצא את התנגדות התיבה בשני המקרים הבאים:

תרגיל 5

בנד גליילי בעל שטח חתך $A = 2\text{mm}^2$ זורם זרם של $I = 20\text{mA}$.
כפיות האלקטרונים החופשיים בנד היא: $n = 8.5 \cdot 10^{28} \frac{1}{\text{m}^3}$.
מהי מהירות האלקטרונים בנד?

תרגיל 6

נד בעל שטח חתך $A = 2\text{cm}^2$ ואורך $c = 4\text{cm}$ עשוי מחומר בעל התנגדות סגולית $m \cdot \Omega = 10^{-2}$. מחברים את הנגד באמצעות חוטים בעלי התנגדות זניחה למקור מתח אידיאלי של 5V.

- א. מהו הזרם בנד?
- ב. מהי מהירות המטען בנד, אם מספר האלקטרונים החופשיים

$$\text{הוא: } n = 8.5 \cdot 10^{28} \frac{1}{\text{m}^3}$$

7) תרגיל 7

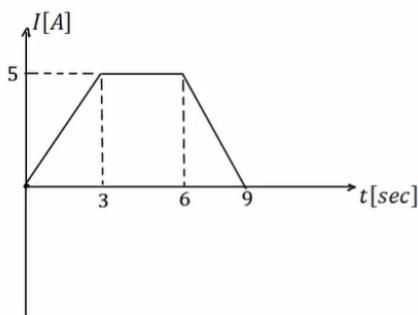
סוללה בעלת מתח 6V מחוברת נגד משטנה.
 כאשר אורך הנגד הוא $6\text{cm} = 1\text{ cm}$ הזרם במעגל הוא 1A .
 מהי ההתנגדות ליחידת אורך של הנגד?

8) תרגיל 8

סוללה עם כא"מ של 4V מחוברת למעגל חסמי.
 במעגל זורם זרם $I = 0.5\text{A}$.
 ההתנגדות הפנימית של הסוללה היא $r = 0.5\Omega$.
 מהו מתח ההזקים של הסוללה?

9) תרגיל 9

בגרף הבא נתון הזרם בمولיך כתלות בזמן.
 כמה מטען עבר במוליך?

**תשובות סופיות:**

$$I = 5\text{A} \quad (1)$$

$$N = 1.25 \cdot 10^{19} \quad (2)$$

$$R = 5.51 \cdot 10^{-4}\Omega \quad (3)$$

$$R = 3.75 \cdot 10^{-7} \Omega \quad \text{ב.} \quad R \approx 6.67 \cdot 10^{-5}\Omega \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$v_d = 7.35 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (5)$$

$$v_d \approx 9.19 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad I = 2.5\text{A} \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$r = 100 \frac{\Omega}{\text{m}} \quad (7)$$

$$V = 3.75\text{V} \quad (8)$$

$$\Delta q = 30\text{C} \quad (9)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 22 - אנרגיה והספק במעגל החשמלי

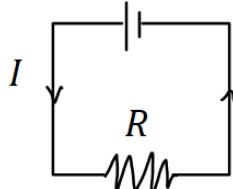
תוכן העניינים

172	1. עבודה ואנרגיה ברכיבים חשמליים
173	2. הספק חשמלי
175	3. תרגילים נוספים

עבודה ואנרגיה ברכיבים חשמליים:

שאלות:

1) חישובי עבודה ואנרגיה בנגד



בנגד בעל התנגדות $R = 30\Omega$ זורם זרם $I = 0.3A$.

א. כמה מטען עובר בנגד במשך 3 שניות?

ב. מהו המתח על הנגד?

ג. מהי העבודה שמתבצעת על המטען?

ד. כמה חום נוצר בנגד במשך הזמן הנתון?

ה. כמה אנרגיה איבדה הטעלה במשך הזמן הנתון?

2) חישובי עבודה של סוללה

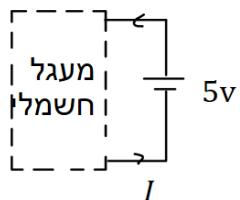
סוללה מחוברת למעגל חשמלי קלשוח.

המתח בסוללה הוא $V = 5$ Volt

והזרם במעגל (וגם בסוללה) הוא $I = 0.4A$.

א. כמה מטען עובר דרך הסוללה במשך 2 שניות?

ב. כמה עבודה ביצעה הטעלה במשך הזמן הנתון?



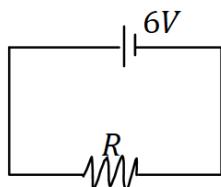
תשובות סופיות:

$$\text{W} = 8.1J \quad \text{Q} = 8.1J \quad \text{ה. J.} \quad \text{W} = 8.1J \quad \text{V} = 9V \quad \Delta q = 0.9c \quad \text{(1)}$$

$$\text{W} = 4J \quad \text{ב.} \quad \Delta q = 0.8c \quad \text{(2)}$$

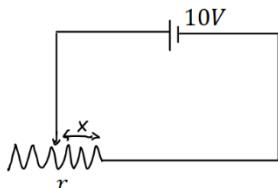
הספק חשמלי:

שאלות:



- 1) **הספק של מקור ושל נגד**
במעגל הבא מקור מתח של 6 וולט מחובר לנגד שהתנגדותו $12\Omega = R$.

- א. מהו ההספק של מקור המתח?
ב. מהו ההספק של הנגד וכמה חום נוצר בנגד כל שנייה?



- 2) **הספק בנגד משתנה**
במעגל הבא סוללה בעלת מתח של 10 וולט מחוברת לנגד משתנה שהתנגדותו ליחידת אורך היא $\frac{\Omega}{m} = r$.

- א. מהו ההספק של הנגד כאשר אורכו 5 ס"מ?
ב. מהו ההספק בנגד כאשר אורכו 10 ס"מ?
ג. מהו ההספק בנגד כפונקציה של האורך?

- 3) **נורה במתח אחר**
נורה שהספק שלה הוא 100W במתח של 220V חוברה למתח של 110V.
הנחת שהתנגדות הנורה קבועה וחשב מה ההספק של הנורה במתח החדש.

- 4) **כמה עולה להפעיל מזגן כל הלילה**
מזגן של 1.5 כוח סוס פועל בהספק מרבי.

- א. מהי כמות האנרגיה שצורך המזגן בשעה אחת ביחידות של קוט"ש
(קילו וואט שעה), כאשר היחס: $1hp = 746Watt$?

- ב. תעריך חברת החשמל לצריכת ביתית הוא בערך חצי שקל לקוט"ש.
כמה עולה להפעיל את המזגן כל הלילה (8 שעות)?

- 5) **חום שנוצר בנגד**
בנגד של 10 א Ohms זורם זרם של 0.5 אמפר במשך 4 דקות.
כמה חום נוצר במשך הזמן שבו זרם זרם בנגד?

תשובות סופיות:

$$\rho = 3W \text{ ב. נ.} \quad (1)$$

$$\rho = \frac{1}{x} \text{ ג. נ.} \quad (2)$$

$$\rho = 25W \text{ (3)}$$

$$W = 1.119 \text{ kWhr. נ.} \quad (4)$$

$$Q = 600J \quad (5)$$

תרגילים נוספים:

שאלות:

1) תרגיל 1

מקור מתח אידיאלי בעל מתח של 75 מוחובר לנגד בעל התנגדות של 10 אוהם.

- א. מהו הזרם בנגד?
- ב. מהו ההספק בנגד?
- ג. כמה חום מיוצר בנגד בעשר שניות?

2) תרגיל 2

על נורה רשות 60W/220V.

- א. מהי התנגדות הנורה?
- ב. מהי כמות המטען שעברה בנורה במשך דקה אחת?
- ג. מהו הספק הנורה במתח של 110V בהנחה שההתנגדות שלה לא משתנה.

3) תרגיל 3

למזגן שני מכבי קירור, במצב הראשון הספקו 1000W ובסמך השני הספקו 1500W. מצא את היחס בין ההתנגדויות בשני המכבים.

4) תרגיל 4

נורה של 60W דולקת במשך שעה כל יום.

מהי צריכה האנרגיה של הנורה במשך חודש ביחידות של kWh?

תשובות סופיות:

$$Q = 25\text{J} \quad / \quad \approx 5.9\text{cal.} \quad \text{ג.} \quad \rho = 2.5\text{W} \quad \text{ב.} \quad I = 0.5\text{A.} \quad \text{א.} \quad \mathbf{(1)}$$

$$\rho \approx 15\text{W} \quad \text{ג.} \quad \Delta q \approx 16.4\text{c} \quad \text{ב.} \quad R = 807\Omega \quad \text{א.} \quad \mathbf{(2)}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1.5 \quad \mathbf{(3)}$$

$$E = 1.8\text{kWh} \quad \mathbf{(4)}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

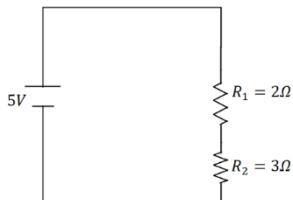
פרק 23 - חיבור נגדים וחוקי קירכהוף

תוכן העניינים

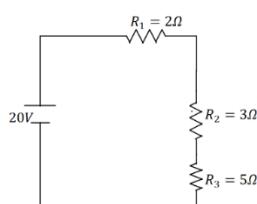
177	1. חיבור נגדים במעגל
180	2. חוקי קירכהוף
181	3. תרגילים נוספים
(לא ספר)	4. טעינה ופריקה של קבל
183	5. נזילות במעגל החשמלי
185	6. מקור מתח לא אידיאלי

חיבור נגדים במעגל

שאלות

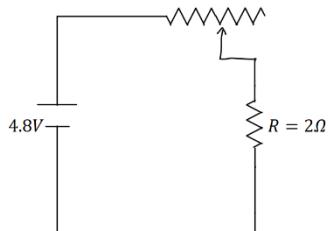


1) דוגמה 1
חשב את הזרם במעגל הבא וחשב את ערך הפוטנציאלי בין הנגדים (הנץ שהדק השיליili נמצא בפוטנציאלי אפס).

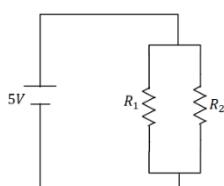


2) דוגמה 2
חשב את הזרם במעגל הבא ומצא את המתח על כל נגד.

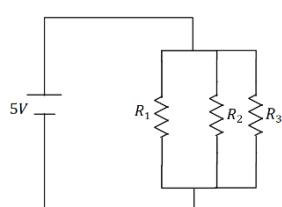
- 3) דוגמה 3**
- סוללה עם כא"מ של 3V והתנגדות פנימית $\Omega_2 = 2\Omega$ מחוברת לנגד $R = 10\Omega$.
- סרטט איור של המעלג.
 - מהו הזרם במעגל?
 - מהו מתח ההדקים של הסוללה?



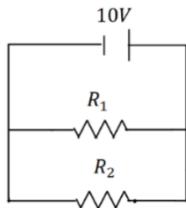
4) דוגמה 4
במעגל הבא ישנו מקור מתח אידיאלי (ללא התנגדות פנימית) המחבר לנגד רגיל ונגד משתנה. אורך הנגד המשתנה הוא 20 ס"מ והתנגדותו יחידה אורך היא: $r = \frac{\Omega}{m}$. מהו הזרם במעגל ומהו המתח על כל נגד?



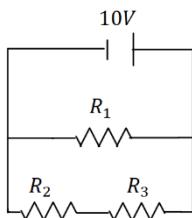
5) דוגמה 5
במעגל הבא: $\Omega_1 = 6\Omega$, $\Omega_2 = 2\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.



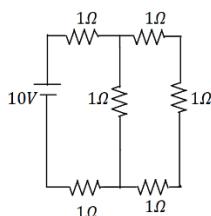
6) דוגמה 6
במעגל הבא: $\Omega_1 = 1\Omega$, $\Omega_2 = 2\Omega$, $\Omega_3 = 4\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

**7) דוגמה 7**

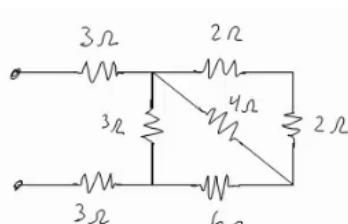
במעגל הבא : $R_2 = 3\Omega$, $R_1 = 5\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

**8) דוגמה 8**

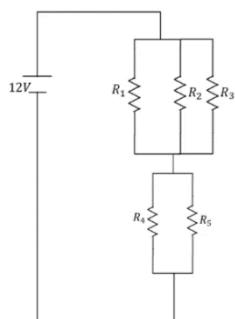
במעגל הבא : $R_3 = 1\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_1 = 4\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

**9) דוגמה 9**

מצא את כל הזרמים במעגל הבא :

**10) דוגמה 10**

חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל הבא בין שני הבדיקה.

**11) חישוב הספק מעגל**

נתון המעגל הבא 8Ω . $R_3 = R_2 = R_1 = 6\Omega$, $R_5 = R_4 = 2\Omega$. מצאו את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

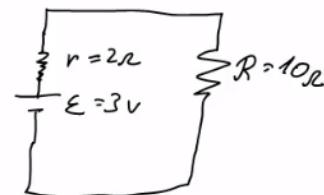
- חסבו את הספק המעגל והראו כי הוא שווה להספק הסוללה.
- מוסיפים נגד כלשהו המחבר בטור לסוללה.
- אם ההספק של המעגל יקטן, יגדל או לא ישתנה?

תשובות סופיות

$$I = 1A, V_3 = 3V \quad (1)$$

$$I = 2A, V_1 = 4V, V_2 = 6V, V_3 = 10V \quad (2)$$

$$V = 2.5V \text{ .ג} \quad I = 0.25A \text{ .ב} \quad \text{.א} \quad (3)$$



$$I = 2A, V_r = 0.8V, V_R = 4V \quad (4)$$

$$I = \frac{10}{3}A, V_1 = \frac{5}{6}A, V_2 = \frac{5}{2}A \quad (5)$$

$$I = 24.5A, I_1 = 14A, I_2 = 7A, I_3 = 3.5A \quad (6)$$

$$I = 5.33A, I_1 = 2A, I_2 = \frac{10}{3}A \quad (7)$$

$$I = 5A, I_1 = 2.5A, I_2 = 2.5A \quad (8)$$

$$I = \frac{40}{11}A, I_1 = \frac{10}{11}A, I_2 = \frac{30}{11}A \quad (9)$$

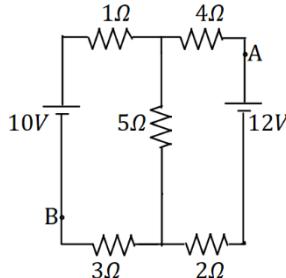
$$R_T = \frac{66+24}{11} \quad (10)$$

$$\text{.ג.יקט.} \quad 24w \text{ .ד} \quad I_T = 2A, I_1 = I_2 = I_3 = \frac{2}{3}A, I_4 = I_5 = 1A \text{ .נ} \quad (11)$$

חוקי קירכהוף:

שאלות:

1) קירכהוף תרגיל 1

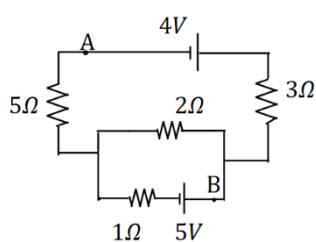


במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באירור.

א. מצא את הזרמים במעגל.

ב. מצא את V_{AB} באמצעות שני מסלולים שונים.

2) קירכהוף תרגיל 2



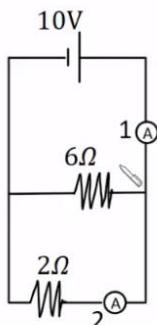
במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באירור.

א. מצא את הזרמים במעגל.

ב. מצא את V_{AB} .

3) דוגמה

מה יראה כל אמפרמטר במעגל הבא בהנחה שהם אידיאליים?



תשובות סופיות:

$$V_{AB} = 12.49V \quad \text{ב.} \quad I_1 = 0.67A, I_2 \approx 1.46A, I_3 \approx 0.79A \quad (1)$$

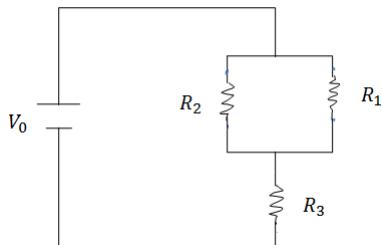
$$V_{AB} = -3.79V \quad \text{ב.} \quad I_1 = 0.08A, I_2 \approx 1.69A, I_3 \approx -1.61A \quad (2)$$

$$A_1 = \frac{20}{3}A, A_2 = 5A \quad (3)$$

תרגילים נוספים:

שאלות:

1) תרגיל 1



במעגל הבא נתונים ההתנגדות של כל נגד ומתח המקור: $R_3 = 5\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_1 = 2\Omega$, $V_0 = 31V$.
 א. מצא את ההתנגדות השකולה של המעגל.
 ב. מצא את הזרם העובר בסוללה.
 חשב את הזרם והמתוח על כל אחד מהנגדים.

2) תרגיל 2

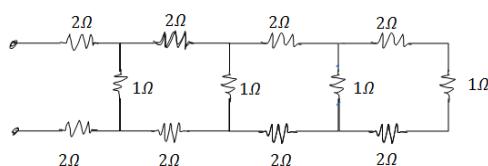
נתונים שלושה נגדים זהים עם ההתנגדות ידועה R .
 מצא את כל האפשרויות השונות לחבר את הנגדים.
 מצא את ההתנגדות השקולה של כל אפשרות.

3) תרגיל 3



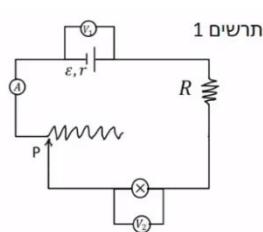
חשב את הזרם והמתוח בכל נגד במעגל הבא:

4) תרגיל 4

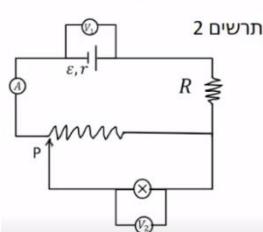


מצא את ההתנגדות השקולה של המעגל
בין שני הבדיקהים:

5) תרגיל 5



במעגל הבא (תרשים 1) כל מכשירי המדידה אידיאליים $\epsilon = 5V$, $R = 2\Omega$, ההתנגדות הנגד המשטנה היא 8 אומס. כאשר הגרהה P נמצאת בנקודה הכי שמאלית של הנגד המשטנה מדידת האמפרמטר היא 0.2A והוולטметр $V_1 = 4V$.



א. מהי ההתנגדות הפנימית של הסוללה ומהי ההתנגדות הנוראה?
 ב. מהי נצילות המעגל במצב הנוכחי?

ג. משנים את מיקום הגרה בצורה רציפה, האם הנצלות תגדל/תקטן/לא תשתנה?

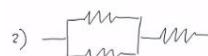
מחברים את הקצה השני של הנגד המשנה כפי שנראה בתרשים 2 כאשר הגרה נשארת בקצתה השמאלי של הנגד.

- ד. האם הספק הסוללה גדול/קטן או לא השתנה? נמק ללא חישוב.
 ה. באיזה מעגל הנורה מאירה בעוצמה חזקה יותר? הסבר ללא חישוב.

תשובות סופיות:

$$V_3 = 25V, V_{1,2} = 6V, I_1 = 3A, I_2 = 2A \quad \text{ב.} \quad R_T = \frac{31}{5}\Omega \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$1) \quad \text{Diagram of three resistors in series} \quad , \quad R_{T_1} = 3R, R_{T_2} = \frac{3}{2}R, R_{T_3} = \frac{R}{3} \quad (2)$$



$$I_1 = 2A, I_2 = 4A, I_3 = 9A, V_1 = 2V, V_2 = 8V, V_3 = 27V \quad (3)$$

$$R_T = \frac{169}{204} + 4 \quad (4)$$

$$R = 18\Omega, r = 5\Omega, \text{ התנגדות הפנימית: } (5)$$

$$\text{ה. ראה סרטון.} \quad \text{ד. גדל.} \quad \text{ג. תקטן.} \quad \text{ב.} \quad n = 72\%.$$

ניצילות במעגל החשמלי:

שאלות:

1) דוגמה ניצילות

במעגל הבא נתונה התנגדות הנגד, התנגדות הנורה והמתח של

$$\text{הסוללה: } \Omega = 5\Omega, R_1 = 3\Omega, V = 5V$$

- א. מהו הזרם בנורה ומהו הזרם בסוללה?
- ב. מהו ההספק המתפתח בנורה ומהו ההספק של הסוללה?
- ג. מהי הניצילות של המעגל?
- ד. מהו אחוז ההספק שהולך לאיבוד במעגל?

2) מנוע של משאבה

מנוע של משאבה עובד במתח של $V = 220V$ ובזרם של $A = 10A$.

- א. מהי כמות המים שניתן לשאוב במשך $30m$ מברר בעומק $30m$?
הנח שנצילות של המנוע היא 100 אחוז.
- ב. חזר על סעיף א' אם ניצילות המנוע היא 40 אחוז.

3) מנוע של מכונית

למנוע של מכונית יש הספק מרבי של 100 כוח סוס .
המכונית מתחילה לנסוע ממנוחה ומסתה 1 טון .

- א. מהי המהירות המרבית אליה יכולה להגיע המכונית לאחר 10 שניות?
הנח שנצילות המנוע היא 100 אחוז ומצא את התשובה בקמ"ש.
- ב. חזר על סעיף א' אם ניצילות המנוע היא 30 אחוז.
- ג. חזר על סעיף א' ובו ובודק כמה חום נוצר במשך 10 השניות,
ביחידות של קלוריות.

תשובות סופיות:

1) א. בנויה : $I = \frac{8}{3} A$, בסוללה : $I = 1A$

ב. בנויה : $\rho = \frac{40}{3} W$, בסוללה : $\rho = 5W$

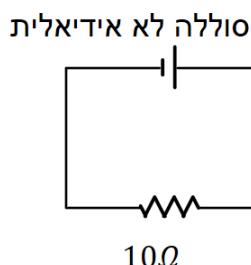
ד. 62.5% ג. $\eta = 37.5\%$

2) א. $V = 176 \text{ Litter}$ ב. $V = 440 \text{ Litter}$

ג. $Q = 124,333 \text{ cal.}$ ב. $v = 76.2 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ א. $v \approx 139 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$

מקור מתח לא אידיאלי:

שאלות:



1) דוגמה 1

המעגל הבא מורכב מסוללה לא אידיאלית המחברת נגד של 10 אומס. התנגדות הפנימית של הסוללה היא 1 אומס. במעגל זורם זרם של 2 אמפר.

א. מהו הcac"ם של הסוללה?

ב. מהו מתח ההדקים שמספקת הסוללה במעגל?

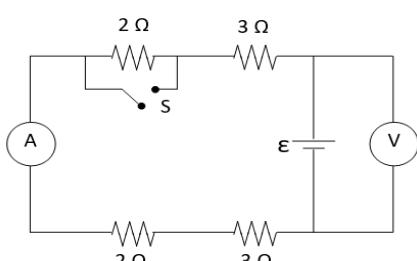
2) דוגמה 2

מחברים סוללה לא אידיאלית נגד של 10 אומס ומודדים את הזרם במעגל. המדידה מראה כי הזרם הוא 2 אמפר. לאחר מכן מנתקים את הסוללה מהנגד ומחברים אותה נגד של 6 אומס.

מודדים שוב את הזרם במעגל ורואים כי הזרם השתנה ל-3 אמפר.

א. מצא את cac"ם וההתנגדות הפנימית של הסוללה.

ב. מצא את מתח ההדקים של הסוללה בכל אחד מהחברורים.



3) מעגל עם סוללה לא אידיאלית

המעגל שבתרשים מכיל ארבעה נגדים, מד מתח ומד זרם אידיאלים, סוללה (לא אידיאלית) וmpsok. קריית האמפרמטר נרשמה פעמיים, כאשר המפסק פתוח וכאשר המפסק סגור.

אחת הקרייאות הייתה 1.5A והאחרת הייתה 1.8A.

א. אם הזרם הגבוה יותר נמדד כאשר המפסק היה פתוח או כאשר הוא היה סגור? נמק!

ב. מה הוראת מד המתח בשני מצביו המפסק?

פרט!/чисוביך!

ג. חשב/י את cac"ם ואת ההתנגדות הפנימית של הסוללה

ד. מה היו מראים אותם שני מכשירי מדידה אילו היו מחברים את מד המתח במקום מד הזרם ולהפץ? נמק!

תשובות סופיות:

(1) א. $V = 20V$ ב. $\varepsilon = 22V$

(2) א. $V_1 = 20V$, $V_2 = 18V$ ב. $r = 21\Omega$, $\varepsilon = 24V$

(3) א. ככל שההתקנות השකולות נמוכאה יותר, הזרם יהיה גבוה יותר.
לכן, הזרם הגבוה יהיה כאשר המפסק סגור.

ב. סגור : $V_{AB} = 15V$, פתווח : $V_{AB} = 14.4V$

ד. האמפרמטר : $I = 9A$, הולטמטר : $V = 0$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71060, 71059)

פרק 24 - קבליים

תוכן העניינים

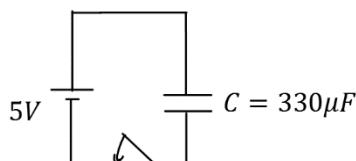
187	1. הרצאות ותרגילים
195	2. תרגילים נוספים

הרצאות ותרגילים:

שאלות:

1) קבל ומקור דוגמה בסיסית

קבל בעל קיבול $C = 330\mu F$ מחובר לסללה במתח $V = 5V$. סגורים את המפסק במעגל ומחכים זמן רב.



א. מה יהיה הזרם במעגל?

ב. מה יהיה המתח בין לוחות הקבל?

ג. מה יהיה המטען על הלוחות? ציין איפה יהיה המטען החיובי ואיפה השילי.

ד. חזר על הסעיפים במרקחה שבו מחובר גם נגד בטור במעגל

2) מוצאים מטען מהקбл

קбл טען בטען של 2mC . מד מתח שמחובר לקבל מראה קריאה של 3 וולט.

א. מצא את הקיבול של הקבל.

כעת מוצאים 2mC מהטען על הקבל ($0 - 2\text{mC}$ – מהצד השילי).

ב. מה יראה מד המתח?

3) קבל במקביל נגד

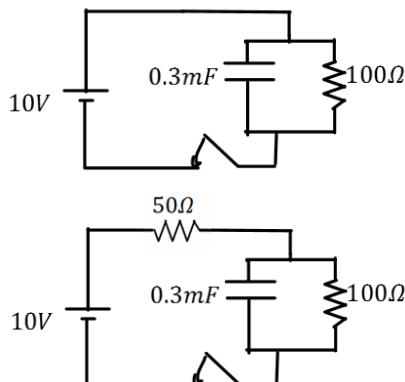
במעגל הבא סגורים את המפסק ומחכים זמן רב.

א. מצא את המתח והטען על הקבל.

ב. האם יזרום זרם במעגל?

אם כן, מצא את גודלו וכיומו.

ג. חזר על הסעיפים עבורי המקרה בו יש נגד נוסף במערכת (ראה תרשים).

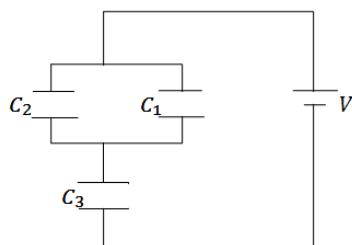


4) חישוב קיבול של קבל לוחות

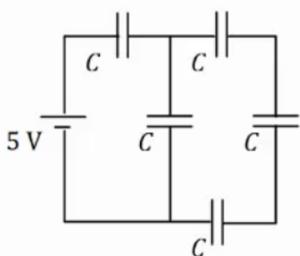
קבל לוחות מורכב מלוחות זהים בעלי שטח 2cm^2 ומרחק בין הלוחות 0.3mm .

א. חשב את הקיבול של הקבל.

ב. מה יהיה המטען על הקבל אם נחבר אותו למקור מתח $V = 3V$ (לאחר זמן רב)?



- 5) חיבור במקביל ובטור**
 במעגל הבא נתון מתח הסוללה $V = 3V$ והקיבול של כל קובל: $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 3\mu F$, $C_3 = 5\mu F$.
 מצא את המטען על כל קובל.



- 6) חיבור 5 קבילים**
 במעגל הבא לכל הקבילים קיבול זהה $C = 200\mu F$.
 המתח של הסוללה הוא $V = 5V$.
 א. מצא את הקיבול השקול של המעגל.
 ב. מצא את המתח והטען על כל קובל זמן רב לאחר סגירת המעגל.

- 7) מרוחקים לוחות בקבל**
 קובל לוחות מורכב מלוחות זהים בעלי שטח $3cm^2$ ומרחק בין הלוחות $0.4mm$.
- חשב את הקיבול של הקובל
 - מה יהיה המטען על הקובל אם נחבר אותו למקור מתח $V = 3V$ (לאחר זמן רב).
 - cut מנתקים את הקובל ממקור המתח ומגדלים את המרחק בין הלוחות פי 2.
 - מצא את הקיבול החדש.
 - מצא את המטען והמתח על הקובל החדש.
 - חוור על סעיפים ג' ו-'ד', אם היינו מרוחקים את הלוחות מבלי לנתק את מקור המתח.

- 8) אנרגיה של קובל לוחות**
 קובל לוחות מורכב מלוחות זהים בעלי שטח $5cm^2$ ומרחק בין הלוחות $2mm$.
- חשב את הקיבול של הקובל.
 - מחברים את הקובל לסוללה במתח 4 וולט.
 - מהי האנרגיה האgorה בקובל לאחר זמן רב?

9) מקרבים את הלוחות

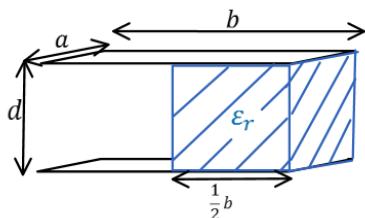
- קבל לוחות מורכב מלוחות זהים בעלי שטח 6cm^2 ומרחק בין הלוחות 3mm .
- חשב את הקיבול של הקבל.
 - מחברים את הקבל לסוללה במתוח 5 וולט.
 - מהי האנרגיה האגורה בקבל לאחר זמן רב?
 - מקרבים את לוחות הקבל למרחק 1mm .
 - מצא את האנרגיה החדשה אם הקבל מחובר לסוללה משך כל התהלייך.
 - רשום גם את שינוי האנרגיה בקבל.
 - חוור על ג' עבור המקרה שבו מנתקים את הקבל מהסוללה לפני שמקרבים את הלוחות.

10) מכנים חומר לקבלת בשתי דרכים

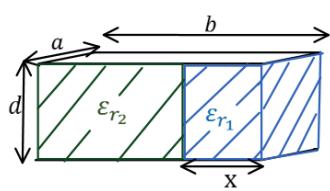
- קבל בעל קיבול של $F_5\text{m}^2$ מחובר למקור מתוח של 12V .
- חשב את המטען, המתח והאנרגיה האגורה בקבל זמן רב לאחר החיבור למקור.
 - מכנים לקל חומר דיאלקטרי בעל מקדם דיאלקטרי $\epsilon_r = 1.2$, הממלא את כל הרווח בין לוחות הקבל.
 - בנחתה שהקל מחובר למקור בכל התהלייך.
 - חשב את המתח המטען והאנרגיה בקבל לאחר זמן רב.
 - חשב את השינוי במטען ובאנרגייה בעקבות הכנסת החומר.
 - חוור על סעיף ב' אם מנתקים את הקבל מהמקור לפני שימוש מכנים את החומר הדיאלקטרי.

11) מכנים ומוציאים חומר מקבל

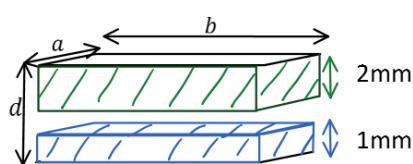
- קבל בעל קיבול של $F_8\text{m}^2$ מחובר למקור מתוח של 12V .
- חשב את המטען, המתח והאנרגיה האגורה בקבל זמן רב לאחר החיבור למקור.
 - מכנים לקל חומר דיאלקטרי בעל מקדם דיאלקטרי $\epsilon_r = 1.4$, הממלא את כל הרווח בין לוחות הקבל.
 - בנחתה שהקל מחובר למקור בכל התהלייך.
 - חשב את המתח המטען והאנרגיה בקבל לאחר זמן רב.
 - כעת מנתקים את הקבל מהמקור ומוציאים את החומר הדיאלקטרי.
 - מה יהיה המתח המטען והאנרגיה בקבל לאחר זמן רב?
 - חוור את שינוי האנרגיה בכל שלב בתהלייך.



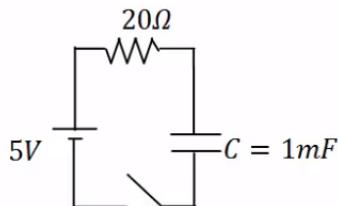
- 12) קובל עם חצי ימין מלא**
 קובל לוחות מורכב משני לוחות בעלי שטח $A = a \times b$,
 ומרחק d בין הלוחות. $a = 3\text{cm}$, $b = 4\text{cm}$, $d = 2\text{mm}$.
 א. מצא את הקיבול של הקובל.
 ממלאים את חציו הימני של הקובל בחומר דיאלקטרי
 בעל מקדם $\epsilon_r = 3$ וחציו השמאלי נשאר ריק (ראה איור).
 ב. מצא את הקיבול החדש של הקובל.
 ג. מחברים את הקובל למקור מתח $V_0 = 5\text{V}$.
 כמה מטען יהיה על כל לוח ומה תהיה האנרגיה של הקובל?



- 13) קובל עם חלק ימין שונה מחלק שמאל**
 קובל לוחות מורכב משני לוחות בעלי שטח $A = a \times b$,
 ומרחק d בין הלוחות. $a = 5\text{cm}$, $b = 6\text{cm}$, $d = 1\text{mm}$.
 ממלאים את חלק של הקובל ברוחב $x = 1\text{cm}$ בחומר
 דיאלקטרי בעל מקדם $\epsilon_{r_1} = 4$, ואת החלק הנותר
 בחומר דיאלקטרי בעל מקדם $\epsilon_{r_2} = 2$ (ראה איור).
 א. מצא את הקיבול החדש של הקובל.
 ב. מחברים את הקובל למקור מתח $V_0 = 5\text{V}$.
 כמה מטען יהיה על כל לוח ומה תהיה האנרגיה של הקובל?

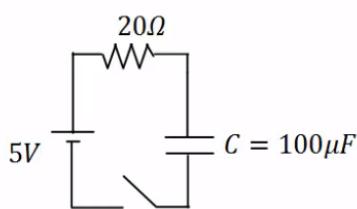


- 14) קובל עם שלושה חלקים אחד מעל השני**
 קובל לוחות מורכב משני לוחות בעלי שטח $A = a \times b$,
 ומרחק d בין הלוחות. $a = 5\text{cm}$, $b = 6\text{cm}$, $d = 4\text{mm}$.
 ממלאים חלק של הקובל בגובה 1mm ולכל הרוחב
 בחומר דיאלקטרי בעל מקדם $\epsilon_{r_1} = 4$.
 את החלק מגובה 2mm ועד הלוח העליון ממלאים בחומר דיאלקטרי בעל
 מקדם $\epsilon_{r_2} = 2$ (ראה איור).
 א. מצא את הקיבול החדש של הקובל.
 ב. מחברים את הקובל למקור מתח $V_0 = 5\text{V}$.
 כמה מטען יהיה על כל לוח ומה תהיה האנרגיה של הקובל?

**15) טעינה**

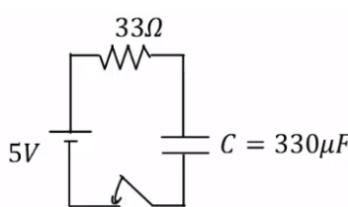
במעגל הבא הקיבול של הקובל הוא : $C = 1\text{mF}$
 התנודות הנגד היא : $R = 20\Omega$ ומתוח המקור הוא : $V_0 = 5\text{V}$. סגורים את המפסק ב- $t=0$.

- מהו המטען על הקובל לאחר 0.01 שניות?
- המתוח על הקובל באותו רגע?
- מהם המטען והמתוח על הקובל לאחר 0.1 שניות?

**16) זמן אופייני**

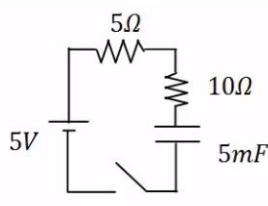
במעגל הבא הקיבול של הקובל הוא : $C = 100\mu\text{F}$
 התנודות הנגד היא : $R = 100\Omega$ ומתוח המקור הוא : $V_0 = 5\text{V}$. סגורים את המפסק ב- $t=0$.

מהו המטען והמתוח על הקובל לאחר 0.3 שניות?

**17) חישוב זרם**

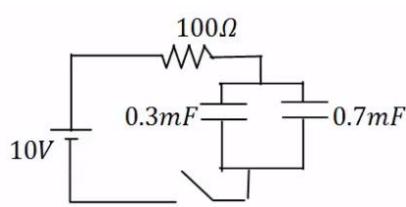
במעגל הבא הקיבול של הקובל הוא : $C = 330\mu\text{F}$
 התנודות הנגד היא : $R = 33\Omega$ ומתוח המקור הוא : $V_0 = 5\text{V}$. סגורים את המפסק ב- $t=0$.

- מהו הזרם במעגל ב- $t = 0.005\text{sec}$?
- מהו ההספק בנגד באותו רגע?

**18) שני נגדים**

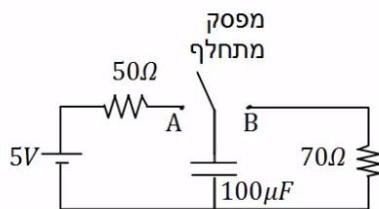
במעגל הבא סגורים את המפסק ב- $t=0$.

- מהו הזמן האופייני במעגל?
- מצא את המתוח והזרם בקבל בזמנים : $t = 0.01, 0.6\text{sec}$

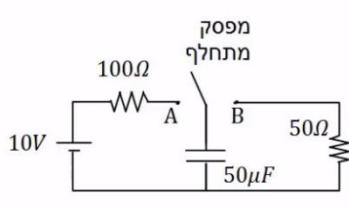
**19) שני קבליים**

במעגל הבא סגורים את המפסק ב- $t=0$.

- מהו הזמן האופייני במעגל?
- מצא את המתוח והטען בכל קובל בזמנים : $t = 0.2, 0.8\text{sec}$



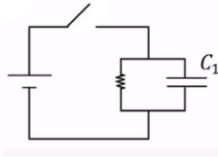
- (20) דוגמה מסכמת**
 במעגל הבא מחברים את המפסק המתחלף
 (lnkودה A ומוחכים זמן רב.
 א. רשום את המתח על הקובל כתלות בזמן.
 מהו "זמן רב"?
 לאחר מכן מעבירים את המפסק(lnkודה B.
 ב. רשום שוב את המתח על הקובל כתלות בזמן.



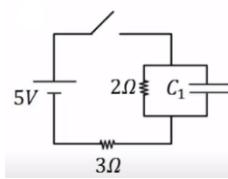
- (21) מתג מתחלף**
 במעגל הבא מחברים ב- $t=0$ את המפסק המתחלף(lnkודה A.
 ב- $t=0.01$ מעבירים את המפסק(lnkודה B.
 א. רשום את המתח על הקובל כתלות בזמן.
 ב. מה המטען על הקובל ב- $t=0.02$?
 ג. רשום את הזרם כתלות בזמן.
 ד. צייר גרפים עבור המתח והזרם כתלות בזמן.

(22) מציאת זרם במספר מעגלים
 מצא את הזרם, בכל נגד, במעגלים הבאים. ברגע סגירת המתג הנה שהקבלים
 אינם טעוניים לפני הסגירה של המתג וכי הסוללה והחוטים אידיאליים.

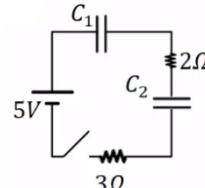
ד.



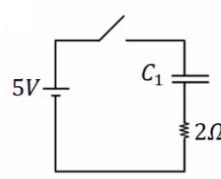
ג.



ב.



א.



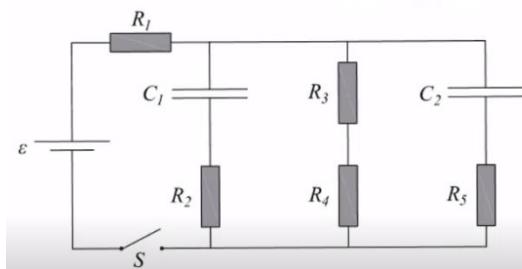
23) קבלים במעגל בהתחלה ולאחר זמן רב

נתוני הרכיבים במעגל הבא הם :

$$R_1 = 4\Omega, R_2 = 3\Omega, R_3 = 2\Omega, R_4 = 1\Omega, R_5 = 6\Omega, \epsilon = 24V, C_1 = 2\mu F, C_2 = 4\mu F$$

לפני סגירת המפסק הקבלים אינם טעוניים.

- א. מהו הזרם דרך כל אחד מהנגדים במעגל ברגע סגירת המפסק?
 ב. מהו הזרם דרך כל אחד מהנגדים במעגל זמן רב לאחר סגירת המפסק?
 ג. מהו המטען על כל אחד מהקבלים זמן רב לאחר סגירת המפסק?



תשובות סופיות:

$$\text{ג. } I = 1.65 \text{ mA} \quad \text{ד. ללא שינוי.} \quad |V_c| = 5V \quad I = 0 \text{ A.} \quad \boxed{1}$$

$$V_c = 1.8V \quad Q = 1.67 \mu F \text{ A.} \quad \boxed{2}$$

$$I = 0.1A \text{ B.} \quad V_c = V_0 = 10V, Q = 3mc \text{ A.} \quad \boxed{3}$$

$$I = 0.067A, V_c = 6.7, Q = 2.01mc \text{ A.} \quad \boxed{4}$$

$$Q = 17.7 \text{ pC B.} \quad C \approx 5.9 \cdot 10^{-12} \text{ F A.} \quad \boxed{4}$$

$$q_1 = 3\mu C, q_2 = 4.5\mu C, q_3 = 7.5\mu C \quad \boxed{5}$$

$$C_{T_1} = \frac{C}{3}, C_{T_2} = \frac{4C}{3}, C_T = 114\mu F \text{ A.} \quad \boxed{6}$$

$$q_1 = q_T = 571\mu C, q_2 = q_3 = q_4 = q_{T_1} = 143\mu C \text{ B.}$$

$$V_1 = 2.86V, V_5 = 2.14V, V_2 = V_3 = V_4 = 0.715V$$

$$Q' = 19.9 \text{ pc, } V' = 6V \text{ .} \quad \boxed{2} \quad C' = 3.32 \text{ pF A.} \quad Q = 19.9 \text{ pc B.} \quad C = 6.64 \text{ pF A.} \quad \boxed{7}$$

$$V' = 3V, Q' = 9.96 \text{ pc (2) A.} \quad C' = 3.32 \text{ pF (2) A.} \quad \boxed{7}$$

$$U_c = 17.68 \cdot 10^{-12} \text{ J B.} \quad C = 2.21 \text{ pF A.} \quad \boxed{8}$$

$$U'_c = 66.375, \Delta U = 44.245 \text{ pJ A.} \quad U_c = 22.13 \text{ pJ B.} \quad C = 1.77 \text{ pF A.} \quad \boxed{9}$$

$$U'_c \approx 7.38 \text{ pJ, } \Delta U = -14.76 \text{ pJ .} \quad \boxed{9}$$

$$C' = 6\mu F, U'_c = 432\mu J, Q' = 72\mu C \text{ B.} \quad V_c = 12V, Q = 60\mu C, U_c = 3.6 \cdot 10^{-4} \text{ J A.} \quad \boxed{10}$$

$$V' = 10V, U_c = 300\mu J \text{ .} \quad \Delta Q = 12\mu C, \Delta U = 72\mu J \text{ A.}$$

$$V'_c = 12V, Q' = 134.4\mu F, U'_c = 806.4\mu J \text{ B.} \quad V_c = 12V, Q = 96\mu F, U_c = 576\mu J \text{ A.} \quad \boxed{11}$$

$$V''_c = 16.8V, Q'' = 134.4\mu F, U''_c \approx 1129\mu J \text{ A.}$$

ד. במעבר מסעיף א' ל-ב': $\Delta U = 230.4 \mu J$, $\Delta U \approx 323\mu J$: $V_c = 12V, Q = 96\mu F, U_c = 576\mu J$.

$$U_c = 132.75 \text{ pJ A.} \quad C_T = 10.62 \text{ pF B.} \quad C = 5.31 \text{ pF A.} \quad \boxed{12}$$

$$Q = 309.75 \text{ pc, } U_c = 1548.75 \text{ pJ B.} \quad C_T = 61.95 \text{ pF A.} \quad \boxed{13}$$

$$q = 59 \cdot 10^{-9} \text{ C, } U_c = 1.475 \cdot 10^{-7} \text{ J B.} \quad C_T = 11.8 \text{ pF A.} \quad \boxed{14}$$

$$V_C = 1.97V \text{ B.} \quad q_C(t) \approx 1.97 \cdot 10^{-3} \text{ C A.} \quad \boxed{15}$$

$$q_C(t=0.1) = 4.97 \cdot 10^{-3} \text{ C, } V_C = 4.97V \text{ A.}$$

$$q_C = 5 \cdot 10^{-4} \text{ C, } V_C = V_0 = 5V \quad \boxed{16}$$

$$P \approx 0.305W \text{ B.} \quad I(0.005) \approx 0.096A \text{ A.} \quad \boxed{17}$$

$$\tau = 0.075 \text{ sec A.} \quad \boxed{18}$$

$$V_C(t=0.01) = 0.624V, I(t=0.01) \approx 0.292A, V_C(t=\infty) = 5V, I(t=\infty) = 0 \text{ B.}$$

$$\tau = 0.1 \text{ sec A.} \quad \boxed{19}$$

$$V_T(t=0.2) = 8.65V, q_1(t=0.2) = 2.60 \cdot 10^{-3} \text{ C, } q_2(t=0.2) = 6.01 \cdot 10^{-3} \text{ C B.}$$

$$V_C(t) = 5 \cdot e^{-\frac{t^*}{7 \cdot 10^{-3}}} \quad \text{ב.} \quad V_C(t) = 5V \left(1 - e^{-\frac{t}{5 \cdot 10^{-3}}} \right) \text{. נ (20)}$$

$$q_C(t=0.02) \approx 7.92 \cdot 10^{-6} C \quad \text{ב.} \quad V_C(t) = \begin{cases} 10 \left(1 - e^{-\frac{t}{0.005}} \right) & 0 < t < 0.01 \\ 8.65 \cdot e^{-\frac{t-0.01}{0.0025}} & 0.01 < t \end{cases} \text{. נ (21)}$$

$$\text{ד. ראה סרטון.} \quad I(t) = \begin{cases} \frac{10}{100} \cdot e^{-\frac{t}{0.005}} & 0 < t < 0.01 \\ \frac{8.65}{50} \cdot e^{-\frac{t-0.01}{0.0025}} & 0.1 < t \end{cases} \text{.}$$

$$I(t=0) = \infty \quad \text{ד.} \quad I = \frac{5}{3} A \quad \text{ב.} \quad I = 1A \quad \text{ב.} \quad I(t=0) = 2.5A \quad \text{. נ (22)}$$

$$I_T = I_1 \approx 4.62A, I_2 \approx 1.85A, I_{3,4} = 1.85A, I_5 \approx 0.92A \quad \text{. נ (23)}$$

$$q_1 \approx 20.58 \cdot 10^{-6} C, q_2 \approx 41.16 \cdot 10^{-6} C \quad \text{ג.} \quad I_{1,3,4} = 3.43A, I_{2,5} = 0 \quad \text{ב.}$$

תרגילים נוספים:

שאלות:

תרגילים ברמה א':

1) תרגיל 1 - מציאת מטען

מה המטען המצטבר על קובל של $C = 30\mu F$ לאחר זמן רב, אם נחבר אותו למתח של $10V$?

2) תרגיל 2 - קובל לוחות

קובל לוחות מורכב משני לוחות בעלי שטח $A = 4cm^2$, שביניהם מרחק של $d = 1mm$.

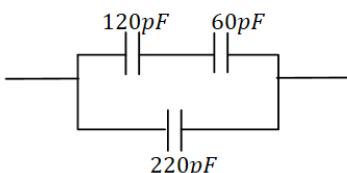
א. מה הקיבול של הקובל אם המרוחה בין הלוחות ריק?

ב. מה הקיבול של הקובל אם המרוחה בין הלוחות מלא בחומר דיאלקטרי אחיד בעל מקדם $\epsilon_r = 2.5$?

ג. מצא את המטען על הקובל, עבור כל אחד מהמקרים בסעיפים הקודמים, אם מחברים את הקובל למקור מתח של $5V$.

3) תרגיל 3 - חיבור קבליים

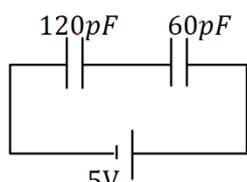
מצא את הקיבול השקול של החיבור הבא.



4) תרגיל 4 - חיבור קבליים

מה המטען והמתח על כל קובל במערכת הבאה (זמן רב לאחר חיבור הסוללה)?

ציין איפה המטען החיובי והיכן המטען השלילי בכל קובל.

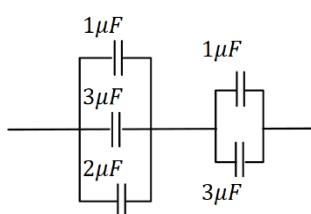


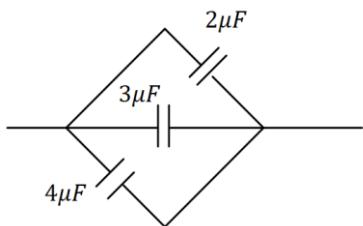
5) תרגיל 5 - חיבור קבליים

נתונה מערכת הקבליים הבאה:

א. מצא את הקיבול השקול בין שני הקצוות של החוט.

ב. מצא את המתח והטען על כל קובל אם מחברים את הקצוות למקור מתח של $10V$.



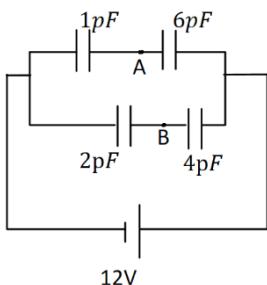
**6) תרגיל 6 - יהלום**

נתונה מערכת הקבלים הבאה:

א. מצא את הקיבול השקול במקורה הבא.

ב. מצא את המתח והמטוסן על כל קבל אם

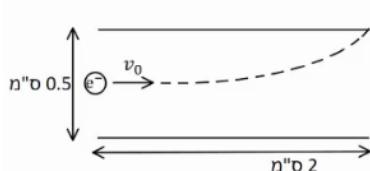
מחברים את הקצוות למקור מתח של 10V.

**7) תרגיל 7 - חיבור קבלים ומציאת מתח**

במעגל הבא נתון הקיבול של כל קבל ומתח הסוללה:

א. מצא את המתח על כל קבל ומהטען על כל קבל

סמן על כל קבל היכן המטען החיובי.

ב. מהו V_{AB} המתח בין הנקודות A ל-B?**8) תרגיל 8 - אלקטטרו נכנס לקל לוחות**

קל לוחות מורכב משני לוחות ריבועיים בעלי אורך צלע של 2 ס"מ ומרחק בין הלוחות של 0.5 ס"מ.

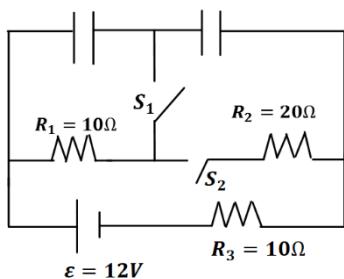
אלקטטרו נכנס במרכז הלוחות עם מהירות, המקבילה

ללוחות, שגודלה $v_0 = \frac{m}{sec} = 10^7$ (ראה איור).

האלקטטרו פוגע בדיק בקצה הלוח העליון.

א. חשב את השدة בין הלוחות (גודל וכיוון).

ב. חשב את המתח אליו מחובר הקובל.

תרגילים ברמה ב':**9) תרגיל 1 - מעגלים חשמליים**

ענה על השיעיפים הבאים עבור המעגל שבציור,

זמן רב לאחר סגירת או פתיחת המתגים.

א. מהו המתח והמטוסן על כל קובל,

כאשר שני המפסקים פתוחים?

ב. סגורים את S_1 . S_2 פתוח.

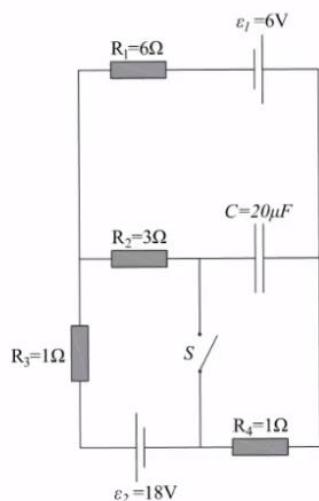
מהו המתח והמטוסן של כל קובל?

ג. סגורים את S_2 ופתחים את S_1 . מהו המתח על כל קובל?

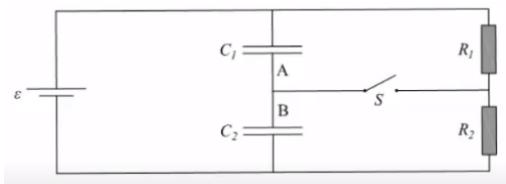
ד. הפעם שנייהם סגורים. מהו המתח והמטוסן על כל קובל?

10) תרגיל 2 - מעגלים חשמליים

- שני קבילים, האחד של $10\mu F$ והשני של $15\mu F$, חוברו בנפרד למקורות מתח של 7 ו- 8V, בהתאם. לאחר מכן נותקו ממקורות המתח וחוברו זה לזה.
- א. מה יהיה המתח והטען הסופי על כל קבל, אם הקבילים חוברו כאשר הדקים שווים סימן מחוברים זה לזה?
- ב. ללא קשר לסעיף א', מה יהיה המתח והטען הסופי על כל קבל, אם הקבילים חוברו כאשר הדקים שונים סימן מחוברים זה לזה.

**11) תרגיל 3 - מעגלים חשמליים**

- נתון המעגל החשמלי המופיע בתרשימים. התרגדיות הפנימיות של מקורות המתח זניחות. כאשר המפסק S פתוח והמעגל במצבו המקורי:
- א. מהו הזרם החשמלי העובר דרך כל אחד מהנדים?
- ב. מהו המטען על לוחות הקובל?
- ג. מהו גודל המתח בין הדקי המפסק הפתוח?
- סגורים את המפסק S ומ答题ים להתייצבות המערכת.
- ד. מהו הזרם החשמלי העובר דרך כל אחד מהנדים?
- ה. מהו המטען על לוחות הקובל?

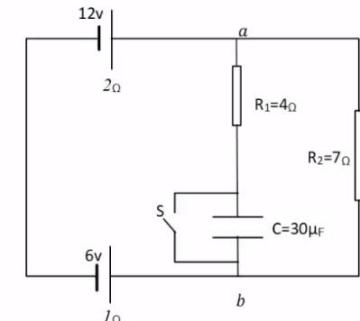
12) תרגיל 4 - מעגלים חשמליים

נתונים שני קבלי לוחות C_1 ו- C_2 , שטח כל לוח הוא $0.02m^2$. המרחק בין לוחות קובל C_1 הוא 1mm וה מרחק בין לוחות קובל C_2 הוא 3mm.

- א. חשבו את הקיבול של כל אחד מהקבילים. חיבורו את שני הקבילים למעגל הנתון בשרטוטו.
נתון: $\epsilon = 12V$, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$.
- פתרו את כל הסעיפים לאחר זמן רב.
- ב. מהו הזרם דרך כל אחד מהנדים כאשר המספר S פתוח?
- ג. כאשר המפסק S סגור, מהו הזרם דרך כל אחד מהנדים?
- ד. מהו סכום המטען שהצטבר על שני הלוחות A ו-B?

13) תרגיל 5 - מעגלים חשמליים (עם מקור לא אידיאלי)

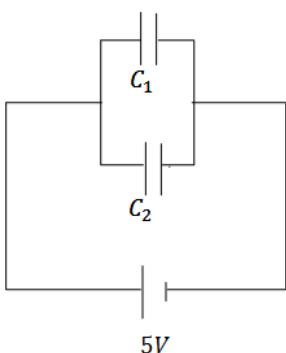
נתון המעגל החשמלי שבאיור, לכל מקור יש התנגדות פנימית המצוינה מתחה לסימון המקור. כאשר המפסק סגור.



- מהם הזרמים (גודל וכיוון) שעוברים ב נגדים?
- מהו המתח בין הנקודות *a* ו- *b*?
- cut-off פותחים את המפסק ומחכים זמן רב. מהם הזרמים (גודל וכיוון) שעוברים ב נגדים?
- מהו המטען על לוחות הקבל, וככמה אנרגיה אגורה בו?

14) תרגיל 6 - שני קבלי טעונים מחוברים לקבל שלישי

במעגל הבא קיבול הקבלים הוא: $C_1 = 3\mu F$, $C_2 = 2\mu F$ ו- $C_3 = 5\mu F$. והמתח בסוללה הוא 5V.



לאחר שהקבלים נטענים מנטקים את המקור ומחליפים אותו בקבל של C_3 .

מצאו את המטען המתח והאנרגיה של הקבל החדש, לאחר שהמערכת מתיצבת.

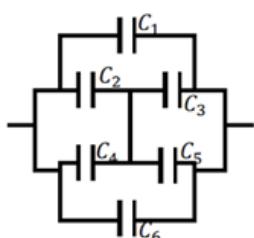
15) תרגיל 7 - מרחיקים לוחות לקבל לוחות

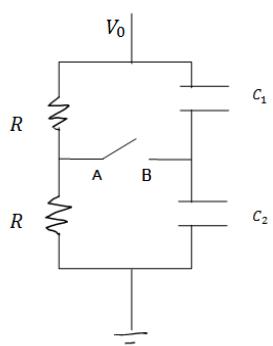
קבל לוחות בעל אורך צלע $a = 2\text{cm}$ ומרחק בין הלוחות $d = 1\text{mm}$, נתון ע"י סוללה במתaga 3V. אחרי שהקבל נטען במלואו מנטקים את הסוללה ומרחיקים את הלוחות למרחק $3d$.

- מצאו את הפרש הפוטנציאלי החדש על הקבל.
- מצאו את האנרגיה ההתחלתית והסופית האגורה בקבל.
- מצאו את העבודה הנדרשת ע"מ להרחיק את הלוחות ע"י הגדרת העבודה.

16) תרגיל 8 - חיבור קונפיגורציית קבליים

נתונה מערכת קבליים המוחברים על פי הشرطוט. מצאו את הקיבול השקול של המערכת.



**17) תרגיל 9 - קבליים עם מפסק**

במעגל הבא מחזיקים את הקצה העליון בפוטנציאל קבוע,

ונטו V_0 הקצה התחתון מוארך.

נתון: הקיבול של כל קבל, ההתנגדות הזזה של הנגדים.

א. מצא את המתח (הפרש הפוטנציאליים)

בין הנקודה A לנקודה B.

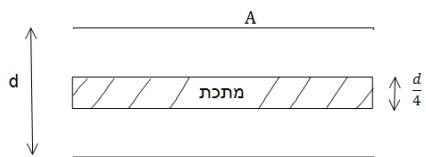
ב. סוגרים את המפסק AB.

כמה מטען עבר דרך המפסק עד שהמערכת התייצבה?

18) תרגיל 10 - קובל עם פיסת מתכת

קובל לוחות מחובר למקור מתח V . שטח כל לוח בקובל הוא A

והמרחק בין הלוחות הוא $d \ll \sqrt{A}$.



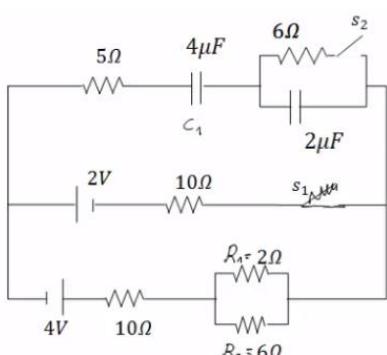
א. מצא את המטען על הקובל, את השدة בתוך הקובל ואת האנרגיה של המערכת.

ב. כתע מכניםים לקובל פיסת מתכת בעובי $\frac{d}{4}$

עם שטח A ממרכז הקובל. חזר על סעיף א.

ג. כתע מוציאים את המתכת, מჩכים שהקובל יטען שוב ומנתקים את מקור המתח. לאחר הניתוק מכניםים את המתכת חוזרת פעם שנייה.

חזר על סעיף א' (סעיף ב' אינו משפיע על סעיף ג').

**19) תרגיל 11**

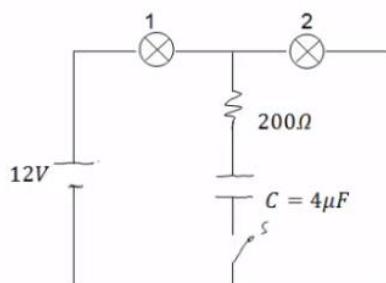
חשב את כל הזרמים במעגל ואת המטען על כל קובל

במצב הייציב כאשר המפסקים במצב הבא:

א. S_1 פתוח ו- S_2 סגור.

ב. S_2 פתוח ו- S_1 סגור.

ג. שני המפסקים סגורים.

**20) תרגיל 12 - שתי נורות**

במעגל הבא הספק נורה מס' 1 במתח של 10V

הוא 0.5W. ההספק של נורה מס' 2 באותו המתח

הוא 0.4W. ההתנגדות הנגד היא 200Ω.

א. חשב את ההתנגדות המתח וההספק החסמי של כל נורה כאשר המפסק פתוח.

ב. חשב את המתח על הקובל אם המפסק סגור ומה מערכת התייצבה.

תשובות סופיות:

$$Q = 0.3mF \quad (1)$$

$$Q_A = 17.7pc , Q_B = 44.25pc \quad .ג \quad C' = 8.85pF \quad .ב \quad C = 3.54pF \quad .א \quad (2)$$

$$C_T = 260pF \quad (3)$$

$$Q_1 = Q_2 = 200pc , V_{C_1} = 1.67V , V_{C_2} = 3.33V \quad (4)$$

$$C_T = 2.4\mu F \quad .א \quad (5)$$

$$V_{4,5} = 6V , V_{1,2,3} = 4V , Q_1 = 4\mu C , Q_2 = 12\mu C , Q_3 = 8\mu C , Q_4 = 6\mu C , Q_5 = 18\mu C \quad .ב$$

$$V_T = 10V , Q_1 = 20\mu C , Q_2 = 30\mu C , Q_3 = 40\mu C \quad .ב \quad C_T = 9\mu F \quad .א \quad (6)$$

$$Q_{1,2} = 10.29\mu C , Q_{3,4} = 16\mu C , V_1 = 10.29V , V_2 = 1.71V , V_3 = 8V , V_4 = 4V \quad .א \quad (7)$$

$$V_{AB} = -2.28V \quad .ב$$

$$V \approx 35.5V \quad .ב \quad \vec{E} \approx -7.12 \cdot 10^3 \frac{N}{C} \hat{y} \quad .א \quad (8)$$

$$V_{C_2} = 0 , V_{C_1} = 12V , Q_1 = 36\mu C \quad .ב \quad Q_1 = Q_2 = 24\mu C , V_1 = 8V , V_2 = 4V \quad .א \quad (9)$$

$$Q_{1,2} = 18\mu C , V_1 = 6V , V_2 = 3V \quad .ג$$

$$V_{C_1} = 6V , Q_{C_1} = 18\mu C , V_{C_2} = 3V , Q_2 = 18\mu C \quad .ד$$

$$q_2 = 36\mu C , q_1 = 24\mu C , V_1 = V_2 = 2.4V \quad .ב \quad q_2 = 108\mu C , q_1 = 72\mu C , V_1 = V_2 = 10.8V \quad .א \quad (10)$$

$$|V_s| = 15V \quad .ג \quad q_C = 240\mu C \quad .ב \quad I = 3A \quad .א \quad (11)$$

$$q = 40.4\mu C \quad .ה \quad I_1 = 2.52A , I_2 = -3.87A , I_3 = 6.39A \quad .ט$$

$$I = 0.8A \quad .ג \quad I = 0.8A \quad .ב \quad C_1 = 1.77 \cdot 10^{-10}F , C_2 = 0.59 \cdot 10^{-10}F \quad .א \quad (12)$$

$$q_1 = 7.08 \cdot 10^{-10}C , q_2 = 4.72 \cdot 10^{-10}C \quad .ט$$

$$V_{ab} = 2.756V \quad .ב \quad I_1 = 0.689A , I_2 = 0.393A \quad .א \quad (13)$$

$$q = 1.26 \cdot 10^{-4}C \quad .ט \quad I_1 = 0 , I = 0.6A , I_2 = 0.6A \quad .ג$$

$$q'_3 = 12.5\mu C , V'_3 = 2.5V , U = 15.625J \quad (14)$$

$$U_{c_i} = 15.93 \cdot 10^{-12}J , U_{c_F} = 47.79 \cdot 10^{-12}J \quad .ב \quad V' = 9V \quad .א \quad (15)$$

$$|W| = 31.86 \cdot 10^{-12}J \quad .ג$$

$$C_T = C_1 + C_6 + C_{2,3,4,5} \quad (16)$$

$$q_1 = \frac{C_1 V_0}{2} , q_2 = \frac{C_2 V_0}{2} , \Delta q = \frac{V_0}{2} (C_2 - C_1) \quad .ב \quad V_{AB} = \frac{V_0}{2} - \frac{V_0 C_2}{C_1 + C_2} \quad .א \quad (17)$$

$$q = CV = \frac{\epsilon_0 A}{d} V , E = \frac{V}{d} , U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d} V . \text{ נ } (18)$$

$$q_1 = q_2 = \frac{4\epsilon_0 A V}{3d} , E_1 = E_2 = \frac{4V}{3d} , U = \frac{1}{2} C_T V^2 = \frac{2\epsilon_0 A}{3d} V^2 . \text{ ב}$$

$$E_1 = E_2 = \frac{V}{d} , U = \frac{3\epsilon_0 A V^2}{8d} . \text{ ג}$$

$$\frac{136}{129} \mu C . \text{ ג} \quad \frac{12}{43} A . \text{ ב} \quad 16 \mu F . \text{ נ } (19)$$

$$R_1 = 200\Omega , R_2 = 250\Omega , V_1 = 5.34V , V_2 = 6.68V , P_1 = 0.143W , P_2 = 0.178W . \text{ נ } (20)$$

$$V_C = 6.68V . \text{ ב}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

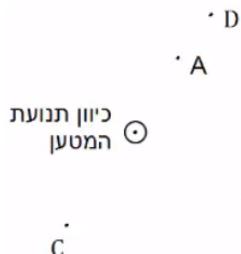
פרק 25 - השדה המגנטי (שדה של זרם)

תוכן העניינים

202	1. הסברים ודוגמאות
204	2. סיכום ותרגילים נוספים

הסברים ודוגמאות:

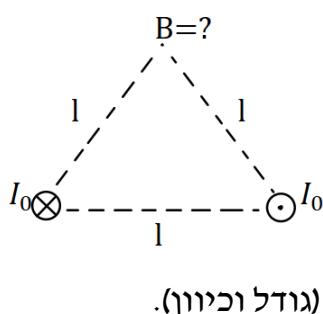
שאלות:



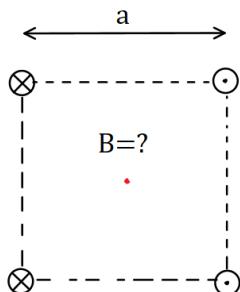
- 1) דוגמה 1**
מטרען נע מהדך אלינו.
צירר את כיוון השדה המגנטי בנקודות: A, B, C, D.



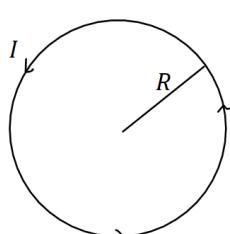
- 2) דוגמה 2**
מטרען נע במשורר הדף כלפי מעלה.
מה כיוון השדה המגנטי שיוצר המטען משני הצדדים של הקו עלייו נع המטען?



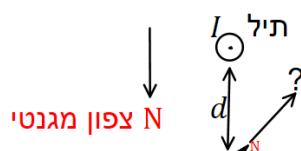
- 3) דוגמה 3 - שדה בפינט משולש**
במערכת הבאה ישנים שני תיילים אינסופיים הנושאים זרם $I_0 = 2A$.
התיילים מונחים בקודקוד הבסיס של משולש שווה צלעות בעל אורך צלע $20\text{ cm} = 1\text{ m}$.
התיילים מונחים במקביל כך שבאחד הזרם נכנס לתוך הדף ובשני הזרם יוצא מן הדף.
חשב את השדה המגנטי בקודקוד השלישי של המשולש (גודל וכיום).



- 4) דוגמה 4 - שדה במרכז ריבוע**
במערכת הבאה ישנים ארבעה תיילים אינסופיים בפינותיו של ריבוע בעל אורך צלע $a = 10\text{ cm}$.
גודל הזרם בכל התיילים זהה ושווה ל- $3A = I$.
כיוון הזרם מותואר באיור.
מהו השדה המגנטי במרכז הריבוע?

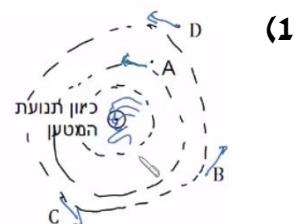


- 5) דוגמה 5 - שדה במרכז טבعت**
מצא את גודל וכיום השדה המגנטי במרכז הטבעת שבאיור.
רדיוס הטבעת הוא $r = 5\text{ cm}$ וזרם בה הוא $I = 0.2\text{ A}$ בכיוון השעון.



- 6) דוגמה 6 - שדה של תיל וכדחה"א
 תיל ארוך מונח במאונך לפני כדור הארץ
 ונושא זרם $I = 5A$ במרחב $m = 5c$.
 מהתיל לכיוון הצפון החזון המגנטי של כדור הארץ נמצא מצפון
 המוחזק אופקית לכדור הארץ.
 מצא את הכוון אליו תצביע המagnet. (רכיב השדה המגנטי המקביל לפניו כדחה"א הוא: $B_t = 2.9 \cdot 10^{-5} T$).

תשובות סופיות:



- 2) מצד ימין השדה נכנס, מצד שמאל השדה יוצא.

$$\vec{B} = -2 \cdot 10^{-6} \hat{y} \quad (3)$$

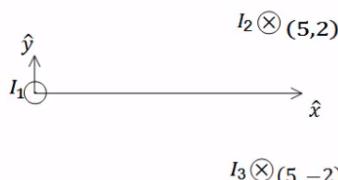
$$\vec{B} = -24.24 \cdot 10^{-6} T \hat{y} \quad (4)$$

$$B = 8\pi \cdot 10^{-7} T \quad (5)$$

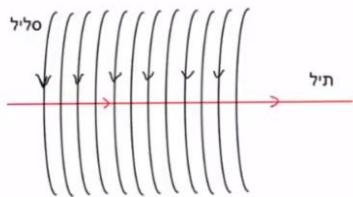
$$\theta \approx 55.4^\circ \quad (6)$$

סיכום ותרגילים נוספים:

שאלות:



- 1) שדה של שלושה תילים אינטופיים**
 שלושה תילים אינטופיים המקבילים לציר ה- z מונחים במקומות הבאים: $(0,0)$, $(\vec{r}_2(5,2))$, $(\vec{r}_3(-2,5))$.
 הזרמים בתילים הם: $I_1 = 3A$, $I_2 = 5A$, $I_3 = 4A$ גם כן לתוך הדף.
 נמצא באיזה נקודה לאורך ציר ה- x מתאפס הרכיב של השדה המגנטי בכיוון y ?



- 2) תיל בתוך סליל**
 סליל ארוך מאוד מונח כך שהציר המרכזי שלו לאורך ציר z . צפיפות הליפופים בסליל היא 15 ליפופים לס"מ והזרם בו הוא $2.5mA$.
 מניחים תיל ארוך מאוד בתוך הסליל ולאורך הציר המרכזי. הזרם בתיל הוא $0.8A$.
 قيוני הזרמים מתוארים בתרשים.

- א. מהו המרחק הרדייאלי מהציר בו השדה המגנטי שנוצר יהיה בזווית 30 מעלות עם ציר ה- z ?
 ב. מהו גודלו של השדה בנקודה זו?

תשובות סופיות:

$$x_1 = -2.76, x_2 = 5.26 \quad (1)$$

$$\text{ב. } B_T \approx 5.4 \cdot 10^{-6} \text{ T} \quad \text{א. } r = 5.9 \text{ c.m.} \quad (2)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 26 - הכוח המגנטי (חוק לורנץ)

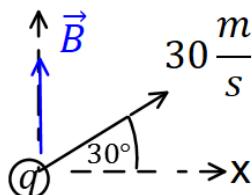
תוכן העניינים

1. הכוח על מטען בודד ותנועה בשדה	205
2. יישומים של הכוח המגנטי	(לא ספר)
3. כוח על תיל נושא זרם ובין תיילים	207
4. סיכום	(לא ספר)
5. תרגילים נוספים	209

הכוח על מטען בודד ותנועת בשדה:

שאלות:

1) דוגמה 1



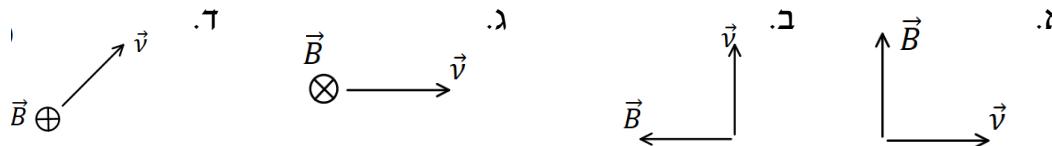
מטען $q = 2c$ נע ב מהירות $v = 30 \frac{m}{sec}$ בכיוון 30 מעלות ביחס לציר ה- x החיובי. במרחב ישנו שדה מגנטי אחד $\vec{B} = 4T \hat{y}$. מצא את גודל הכוח המגנטי שפועל על המטען.

2) דוגמה 2

מטען $q = 3c$ נע ב מהירות $\vec{v} = 2 \frac{m}{sec} \hat{x} + 4 \frac{m}{sec} \hat{y}$ במרחב ישנו שדה מגנטי אחד $\vec{B} = 5T \hat{y}$. מצא את גודל הכוח המגנטי שפועל על המטען.

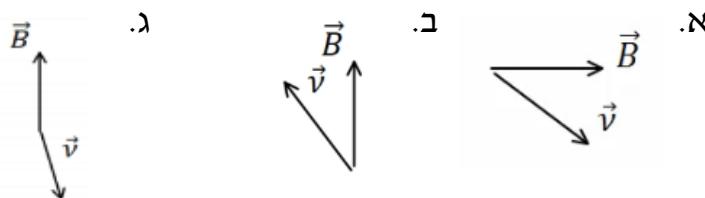
3) דוגמה 3

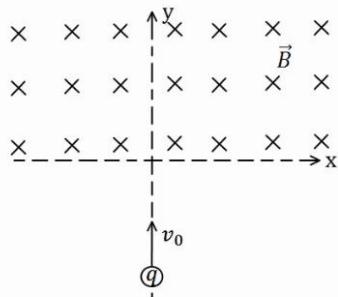
מצא את כיוון הכוח המגנטי במקרים הבאים:



4) דוגמה 4

מצא את כיוון הכוח המגנטי במקרים הבאים:



5 דוגמה 5

טען $q = 4c$ נע מ- $y = -\infty$ לאורך הכיוון החיובי של ציר ה- y . בכל התחומים $0 < y$ קיים שדה מגנטי אחיד $B = 5T$ בתוך הדף. מסת הטען היא $m = 10\text{gr}$ ומהירותו

$$\text{היא } v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

א. שרטט את תנועת הטען.

ב. מצא את המיקום בו יצא הטען מהתחום בו נמצא השדה המגנטי.

תשובות סופיות:

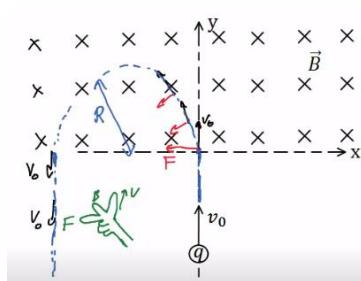
$$F_B \approx 207.8\text{N} \quad (1)$$

$$F_B = 30\text{N} \quad (2)$$

$$\nwarrow \vec{F} \cdot \tau \quad \uparrow \vec{F} \cdot \alpha \quad \vec{F} \odot \beta \quad \vec{F} \odot \alpha \quad (3)$$

$$\vec{F} \odot \alpha \quad \vec{F} \otimes \beta \quad \vec{F} \odot \alpha \quad (4)$$

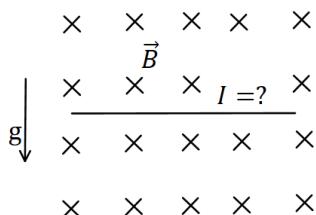
$$x = -2\text{cm}, y = 0 \quad \beta \quad \alpha \quad (5)$$



כוח על תיל נושא זרם ובין תיילים:

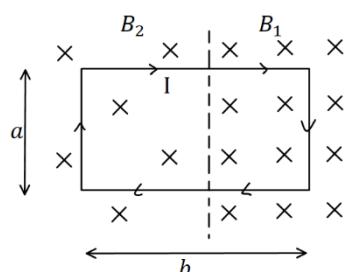
שאלות:

1) דוגמה 7



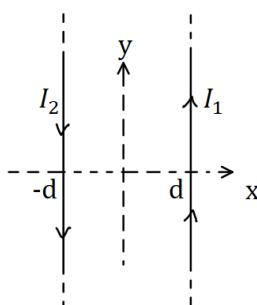
תיל ישר נמצא במאונך לשדה מגנטי אחיד $B = 10^{-2} \text{ T}$ לתוך הדף. צפיפות הmassה של התיל ליחידה אורך היא $\lambda = 20 \frac{\text{gr}}{\text{cm}}$. מצא מה צריך להיות גודל וכיוון הזרם בתיל, כך שתיל ירחף באוויר.

2) דוגמה 8



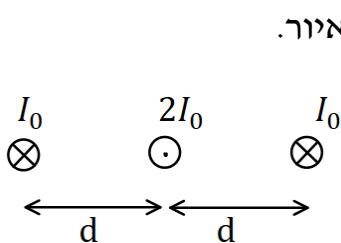
מסגרת מלבנית בעל צלעות a, b נמצאת במישור של הדף ובתוך שדה מגנטי שכיוונו לתוך הדף. גודלו של השדה המגנטי אינו אחיד. המסגרת מונחת כך, שחלק מהמסגרת נמצא בשדה $B_1 = 4\text{T}$, והחלק השני נמצא בשדה $B_2 = 3\text{T}$. במסגרת זורם זרם $I = 2A$ עם כיוון השעון. מצא את הכוח השקול הפועל על המסגרת ($a = 0.5\text{m}$).

3) דוגמה 9



תיל ארוך מאוד מונח במקביל לציר ה- y וב- $d = x$. בתיל זורם זרם $I_1 = 1\text{A}$ בכיוון. תיל ארוך נוסף גם כן במקביל לציר ה- y וב- $d = x$. הזרם בתיל זה הוא $I_2 = 2\text{A}$ בכיוון הפוך לציר ה- y . מהו הכוח ליחידה אורך על כל תיל, אם $d = 20\text{cm}$?

4) דוגמה 10



שלושה תיילים אינסופיים מונחים במקביל, כמתואר באיר. המרחקים בין התיילים קבועים ושוויים ל- d . הזרם בתיל האמצעי הוא $2I_0$ החוצה מהדף, והזרם בתיילים האחרים הוא I_0 לתוך הדף. מהו הכוח על כל תיל?

תשובות סופיות:

$$\text{1) כיוון: ימינה , גודל: } I = 2 \cdot 10^3 \text{ A}$$

$$\text{2) } \sum F = 1 \text{ N , ימינה.}$$

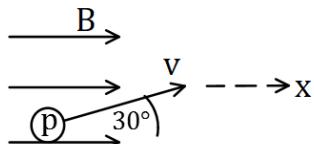
$$F_1 = 10^{-6} \hat{x}, F_2 = -10^{-6} \hat{x} \quad \text{3}$$

$$\sum F_1 = \frac{3\mu_0 I_0^2}{4\pi d} \hat{x}, \sum F_2 = 0, \sum F_3 = -\frac{3\mu_0 I_0^2}{4\pi d} \hat{x} \quad \text{4}$$

תרגילים נוספים:

שאלות:

1) תרגיל 1



פרוטון נכנס לאזור בו ישנו שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $T = 10$ בכוון ציר ה- x . מהירות הפרוטון היא $\frac{m}{sec} = 10^6$ וכיווניה בזווית 30 מעלות ביחס לשדה.

א. מהו גודל וכיון הכוח הפועל על הפרוטון?

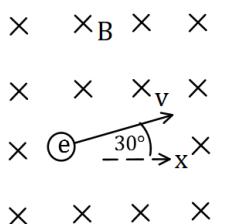
ב. מהי תאוצת הפרוטון?

נתון : $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C$, $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$

2) תרגיל 2

אלקטרון נמצא בשדה מגנטי אחיד שגודלו $T = 5$ וכיונו לתוכה הדף.

לאלקטרון מהירות $v_0 = 10^5 \frac{m}{sec}$ בכוון 30 מעלות ביחס לציר ה- x .



א. מהו הכוח הפועל על האלקטרון ברגע זה (גודל וכיון)?

ב. ציר את תנועת האלקטרון בשדה.

מהו רדיוס הסיבוב?

נתון : $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} C$, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$

3) תיל תלוי על שני קפיצים-ביולוגיה תא

תחל מוליך נושא זרם תלוי לאורך ציר x על ידי שני תילים דקים ושני קפיצים זהים.

בכל המרחב קיים שדה מגנטי אחיד לתוכה הדף.

אורך התיל המוליך הוא $0.4 m$ ומסתו

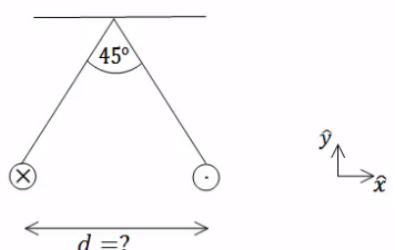
היא $0.03 kg$. גודל השדה המגנטי הוא $B = 0.2 T$

וקבוע הקפיץ הוא $k = \frac{N}{m} = 10$, ניתן להזניח את השדות שיוצרים התילים

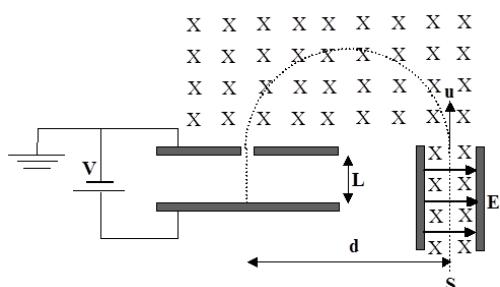
האנכיאים ואת הכוחות שהם מפעילים על התיל האופקי.

א. מהו גודל וכיון הזרם בתיל אם ידוע שהתיל בשווי משקל כאשר הקפיצים רפויים (לא מפעילים כוח)?

ב. בכמה יתררכו הקפיצים אם יהפכו את הזרם בתיל? תזכורת: גודל הכוח שפעיל קפיז הוא $F = k\Delta$ כאשר Δ היא ההתררכות של הקפץ מהמצב הרפי.



- 4) שני תילים תלויים**
 שני תילים ארוכים מאוד תלויים מהתקורה
 באמצעות חוטים באורך זהה ולא ידוע.
 בתילים זורם זרם של 100 אמפר בכיוונים מנוגדים.
 הזווית בין החוטים היא 45 מעלות ומסתם ליחידת
 אורך היה $2 \frac{\text{gr}}{\text{m}} \mu$.
 מצא את המרחק בין התילים.



- 5) בורר מהירות ומתח עצירה**
 חלקיקים, בעלי מטען $q+$ ומסה m ,
 נפלטים ממוקור S ב מהירותות שונות
 ונכנסים אל בין לוחות קבל.
 בין לוחות הקבל פועלים שדה חשמלי
 אחיד \vec{E} שכיוונו ימינה, ושדה מגנטי
 אחיד \vec{B} המכובן אל תוך הדף, כמו בתרשימים.
 השדה המגנטי פועל על החלקיקים גם לאחר יציאתם מהקbel.
 במרחיק d מנקודת היציאה של החלקיקים מהקbel נמצא נקב קטן, דרךו
 נכנסים החלקיקים אל תוך הקbel השני, אשר בין לוחותיו לא פועל שדה מגנטי.
 על הקbel השני מופעל מתח עצירה V . ידוע כי המרחק בין לוחות הקbel השני
 הינו L . נתון להזנich את כוח הכבוד הפועל על חלקיקים.
 נתוני: $L, q, \vec{E}, \vec{B}, m$.

- באייזו מהירות v יוצאים החלקיקים מהקbel הראשון?
 - מהו המרחק d (ראה ציור)?
 - תוק כמה זמן משלים החלקיק את חצי הסיבוב?
 - מה צריך להיות ערכו המינימלי של מתח העוצר V , המופעל על הקbel
 השני, כדי שהחלקיקים הנכנסים לתוכו יעברו לחלוتين?
 - מחברים את הקbel השני לסלוללה, שמתהגה גדול פי שתים ממה שחשבת
 בסעיף ד'.
- תוק כמה זמן יעזור החלקיק מרגע כניסה אל בין לוחות הקbel השני?

תשובות סופיות:

$$a = 4.79 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad \text{ב.} \quad \text{א. } F = 8 \cdot 10^{-13} \text{ N, כיוון: לתוך הדף.} \quad (1)$$

$$R = 1.14 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \text{ב.} \quad \text{א. } F = 8 \cdot 10^{-11} \text{ N, כיוון } 60^\circ \text{ מתחת לציר } x-x. \quad (2)$$

$$\Delta l = 0.03 \text{ m} \quad \text{ב.} \quad \text{א. } I = 3.75 \text{ A, כיווני: חיובי של ציר } x. \quad (3)$$

$$d = 0.241 \text{ m} \quad (4)$$

$$t = \frac{BL}{E} \quad \text{ה.} \quad V = \frac{mE^2}{2qB^2} \quad \text{ט.} \quad t = \frac{\pi}{qB} \text{ m.} \quad \text{ג.} \quad d = \frac{2mE}{qB^2} \quad \text{ב.} \quad u = \frac{E}{B} \quad \text{א.} \quad (5)$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 27 - חוק פאראדי

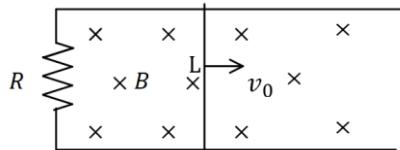
תוכן העניינים

- 212 1. הרצאות ותרגילים

הרצאות ותרגילים:

שאלות:

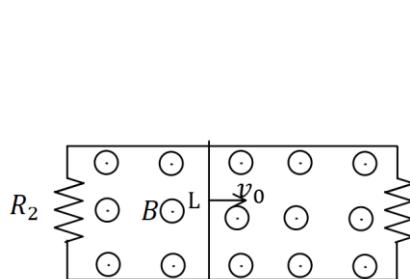
1) מוט נע על מסילה



מוט מוליך נע על מסילה העשויה ממוליכים גם כן. בקצת המסילה ישנו נגד R . מהירות המוט היא v_0 ואורכו L . במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד לתוכו הדף B .

- מהו הcurrent במוט?
- מהו הזרם בנגד גודל וכיוון?
- מהו הכוח המגנטי הפועל על המוט?
- מהו הכוח החיצוני הדרוש על מנת להזיז את המוט ב מהירות קבועה?

2) המסילה מחוברת משני הצדדים



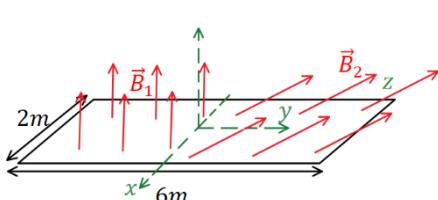
מוט מוליך נע על מסילה, העשויה ממוליכים גם כן. בשני קצוות המסילה ישנים נגדים: $R_2 = 3\Omega$, $R_1 = 2\Omega$.

מהירות המוט היא: $v_0 = 5 \frac{m}{sec}$ ואורכו: $L = 20\text{cm}$. במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד החוצה מהדף $B = 1T$.

- מהו הcurrent במוט?
- מהו הזרם בכל נגד ובמטר (גודל וכיוון)?
- מהו הכוח החיצוני הדרוש על מנת להזיז את המוט ב מהירות קבועה?

3) חישוב שטף אחיד

באיור הבא נתון כי השדה המגנטי על המשטח זהה בכל נקודת (שדה אחיד). גודלו הוא $B = 2T$ והזווית בין למשטח היא 30° . אורך המשטח הוא $5m$ ורוחבו הוא $3m$. מצא מהו השטף דרך המשטח.



באיור הבא נתון משטח המונח על מישור xy . אורך המשטח הוא $6m$ ורוחבו הוא $2m$. השדה המגנטי בחציו השמאלי של המשטח הוא: $\vec{B}_1 = 2T\hat{z}$, שדה אחיד.

בחציו הימני של המשטח השדה הוא: $\vec{B}_2 = 7T\hat{y} + 3T\hat{z}$. מצא מהו השטף דרך המשטח.

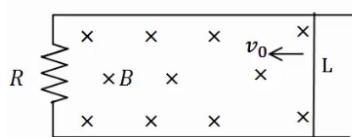
4) חישוב שטף מפוצל

באיור הבא נתון משטח המונח על מישור xy . אורך המשטח הוא $6m$ ורוחבו הוא $2m$. השדה המגנטי בחציו השמאלי של המשטח הוא: $\vec{B}_1 = 2T\hat{z}$, שדה אחיד.

בחציו הימני של המשטח השדה הוא: $\vec{B}_2 = 7T\hat{y} + 3T\hat{z}$. מצא מהו השטף דרך המשטח.

5) עוד מוט ומסילה

מוט מוליך נע על מסילה העשויה ממוליכים גם כן. בקצת המסילה ישנו נגד R , מהירות המוט היא v_0 ואורכו L . במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד לתוך הדף B .



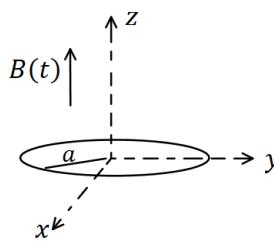
- מהו הכא"ם במעגל לפי חוק פארדי (גודל וכיוון)?
- מהו זרם בנגד גודל וכיוון?
- חשב את הכא"ם לפי הנוסחה של כא"ם במוט ומצא את כיוון הזרם. הראה שההתוצאה זהה.

6) טבעת ושדה משתנה בזמן

טבעת עשויה מחומר מוליך מונחת על משורר xy .

רדיוס הטבעת הוא a והתנגדותה הכוללת R .

בכל המרחב קיימים שדה מגנטי אחיד בכיוון z ,



המשתנה בזמן לפי הנוסחה $\alpha t = B(t)$ כאשר α קבועה.

- מצא את הכא"ם בטבעת.
- מהו זרם בטבעת גודל וכיוון.

7) מסגרת נכנסת לשדה

מסגרת מלכנית בעלת אורך d ורוחב L , נעה

במהירות קבועה v_0 , לכיוון אוזור בו שורר

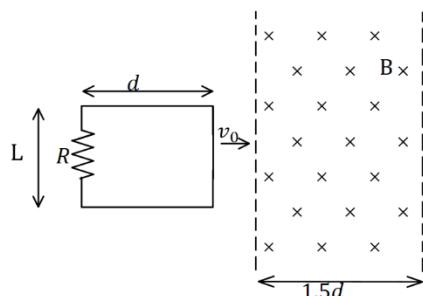
שדה מגנטי אחיד B . אורך האזור הוא $1.5d$.

ורוחבו אורך מאדום.

למסגרת התנגדות הכוללת R .

הנח כי $B = 0$ הצלע הימנית של המסגרת

נכנסת לאזור עם השדה.



- מצא את הכא"ם במסגרת (כתלות בזמן).
- מצא את הזרם במסגרת, גודל וכיוון(כתלות בזמן).
- מצא את הכוח הדרוש להפעיל על המסגרת, על מנת שתתנוUb מהירות קבועה.
- מהו ההספק של הכוח ומהו ההספק שהופך לחום בנגד?

תשובות סופיות:

$$F = \frac{B^2 L^2 v_0}{R} \quad \text{ג.} \quad I = \frac{BLv_0}{R} \quad \text{ב. נגד כיוון השעון,} \quad \varepsilon = BLv_0 \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$F = \frac{B^2 L^2 v_0}{R} \quad \text{ט}$$

$$F = \frac{1}{6} N \quad \text{ג.} \quad I_1 = 0.5 A, I_2 = \frac{1}{3} A, I_3 = \frac{5}{6} A \quad \text{ב.} \quad \varepsilon = 1 V \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\phi_B = 15 T \cdot m^2 \quad (3)$$

$$\phi_B = 30 T \cdot m^2 \quad (4)$$

$$\varepsilon = BLv_0 \quad \lambda \quad I = \frac{BLv_0}{R} \quad \text{ט} \quad |\varepsilon| = |BLv_0| \quad \text{א. עם כיוון השעון,} \quad (5)$$

$$I = \frac{\alpha \pi a^2}{R} \quad \text{ט} \quad |\varepsilon| = \alpha \pi a^2 \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$\varepsilon = \begin{cases} -BLv_0 & x < d \\ 0 & d < x < 1.5d \\ BLv_0 & 1.5d < x < 2.5d \end{cases} \quad \text{א.} \quad (7)$$

$$I = \begin{cases} \frac{BLv_0}{R} \quad \text{anticlockwise} & x < d \\ 0 & d < x < 1.5d \\ \frac{BLv_0}{R} \quad \text{clockwise} & 1.5d < x < 2.5d \end{cases} \quad \text{ב.}$$

$$P = I^2 R = \begin{cases} \frac{B^2 L^2 v_0}{R} & \vec{F} = \begin{cases} \frac{B^2 L^2 v_0}{R} \hat{x} & x < d \\ 0 & d < x < 1.5d \\ \frac{B^2 L^2 v_0}{R} \hat{x} & 1.5d < x < 2.5d \end{cases} \\ \frac{B^2 L^2 v_0}{R^2} & \end{cases} \quad \text{ט}$$

פיזיקה למדעי החקלאות ולמדעי החיים (71059, 71060)

פרק 28 - אופטיקה

תוכן העניינים

215 1. מבוא לאופטיקה

מבוא לאופטיקה:

שאלות:

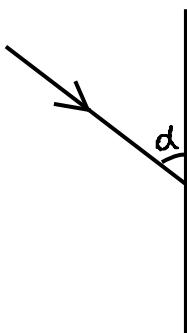
1) תרגול אור במרחב

- מציבים מקור אור נקודתי מול מסך במרחק 4m מהמסך. במרחק 1m ממקור האור מציבים מחסום בגובה 1.5m.
- שרטט את הבעיה בקנה מידה לבחירתך.
 - מצא את גודלו של הצל על הקיר:
 - בعزורת שרטוט.
 - בعزורת חישוב.
 - היכן היה צריך למקם המחסום, כדי שגודל הצל יהיה 2.5m?
 - מוסיפים מקור אור זהה (בניסוי המקורי), במרחק של 1m מתחת למקור הראשון. מצא, בعزורת שרטוט, את אזורי האור והצל השונים שמת�בים.

2) תרגול אור במרחב 2

$$\text{מהירות האור בריק היא: } C = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

- היעזר בדף הנוסחאות, ומצא תוק כמה זמן מגיעה קרן אור שמוחזרת מהירות – אל כדור הארץ.
- מצא תוק כמה זמן מגיעה קרן היוצאת מהשמש אל כדור הארץ.
- אם אני מדליק פנס עכשווי, וחבר נמצא במרחק 3m ממיי, תוק כמה זמן הגיע אליו האור מהפנס, מרגע שהדלקתי אותו?
- שנת אור מוגדרת כמרחק שאור עובר בשנה. מצאו מהי שנת אור בعزيزות הגדרה זו.



3) החזרה תרגיל 1

- נתון מקור אור הפולט אור ומולו מוצבת מראה.
הזווית α בשרטוט שווה 76° .
- מה זווית ההחזרה של הקרן המשורטטת בתרשימים?
 - מצא, בعزيزות שתי קרניות נוספות בבחירה,
את מיקום הדמות המדומה של העצם הנ"ל.
 - מצא את שדה הראייה של העצם הנ"ל.
 - מכסים בבד סגול את החצי העליון של המראה.
האם עדיין תיווצר דמות של העצם?

4) החזרה תרגיל 2



נתון התרשימים הבא, בו נער בגובה 1.7m עומד לפני מראה.

א. שרטטו קרן אור היוצאת מידו הימנית של הנער,

פוגעת במראה וחוזרת לעיניו (הקרן מייצגת את

הקרן/ הקרניזים, שבזוכותן הנער רואה את ידו במראה).

ב. שרטט (הכי מדויק שאפשר), את דמות הנער במראה.

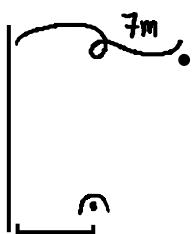
ג. מציבים מאחוריו המראה מסך סגול.

האם עדיין יראה הנער את דמותו?

ד. מה הגובה המינימלי של המראה שיש להציב, כדי שדמות הנער תתקבל במלואה?

ה. מרחיקים את המראה למרחק כפול מגוף הנער. כיצד תשנה תשובהך לסעיף ד'?

5) החזרה תרגיל 3



מציבים מטבע מול מראה, למרחק 7m ממנו, כמתואר בתרשימים.

אדם שנמצא בmorphוד התרשימים רואה את המטבע בזווית 30° ,

ביחס לקו המקביל למראה, ואת דמותו של המטבע בזווית 50° .

חשב את מרחקו של האדם מהמראה.

6) תרגול חוק סנל 1

. קרן לייזר מתקרמת במים ($h_{\text{glass}} = 1.5$) , ופוגעת במשטח זכוכית ($h_{\text{water}} = 1.33$) , ופוגעת במשטח זכוכית

חלק מהקרן נשבר לזכוכית וחלק מוחזר.

הזווית בין פני המים והקרן הפוגעת היא 60° .

א. חשבו את זווית השבירה.

ב. שרטטו את המקרה הניל.

7) תרגול חוק סnal 2

תלמיד שלח קרני אור בזוויתות שונות מאוורר לעבר חומר שקוף בעל מקדם שבירה לא ידוע, ומדד את זוויתות הפגיעה והשבירה המתאימה לה לزواית פגיעה שונות. תוצאות המדידות בטבלה שלפניך :

θ_1	θ_2
0	0
10	7.33
20	14.57
30	21.57
40	28.21
50	34.28
60	39.55
70	43.71
80	46.40

- א. האם גרף (θ_2) מצופה שי יצא לינארי?
- ב. הגדר משתנים עברים כו' תצפה לקבל גרף לינארי.
- ג. שרטט גרף לינארי זה.
- ד. מצא, בעזרת הגраф, את מקדם השבירה של החומר השקוף הלא ידוע.

8) החזרה גמורה תרגיל 1

קרן אור מתקרמת בזווית ($n = 1.5$), ופוגעת בגבול בין זכוכית זו ובין מים ($n = 1.33$) בزواיות:

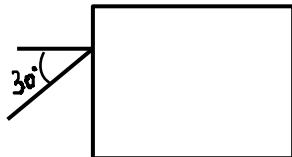
א. $\theta_1 = 0^\circ$

ב. $\theta_1 = 30^\circ$

ג. $\theta_2 = 70^\circ$

שרטט את המשך מהלך קרן, לאחר הפגיעה, בכל אחד משלושת המקרים.

9) החזרה גמורה תרגיל 2



נתון מלבן מפרשקס $n = 1.5$, כתמואר בתרשים.
קרן אור, המגיע משמאלי, פוגעת בפרשקס
בزواית פגיעה של 30° .
השלם את מהלך קרן בתוך הפרשקס.

10) עדשה מרכזית - תרגיל 1

נתונה עדשה מרכזית בעלת מוקד $f = 8\text{cm}$.

נתון עצם, בגובה $H_0 = 12\text{cm}$, המונח למרחק $H = \text{?cm}$ מהעדשה.

- א. מצא בעזרת שרטוט את:
i. מיקום הדמויות הנוצרת.
ii. גובה הדמאות.
iii. ההגדלה הקווית.
- ב. מצא בעזרת חישובים את:
i. מיקום הדמאות.
ii. גובה הדמאות.
g. מצא מה אופי הדמאות.
- ד. שרטט שתי קרניות היוצאות ממרכז העצם, פוגעות בעדשה וממשיכות לצדיה השני.

11) עדשה מרכזת - תרגיל 2

- לעדשה מרכזת מרחק מוקד של 11cm
מציבים עצם, שגובהו 5cm, במרחק 4cm מעדשה זו.
- מצא בעזרת שרטוט את:
 - מרחק הדמאות מהעדשה.
 - גובה הדמאות.
 - הגדלה הקווית.
 - מצא בעזרת חישוב מספרי את:
 - מרחק הדמאות מהעדשה.
 - גובה הדמאות.
- השווה תשובה ב, עם אלה של סעיף א.
- מניחים מס' במקומות הדמאות.
האם ניתן לראות את הדמאות על המסך?
 - מניחים וילון שחור על המחצית העליונה של העדשה (מכסים אותה).
האם ניתן לראות את הדמאות?
 - מסירים ווילון זה. ומניחים אותו בין העצם ודמותו.
האם עכשו ניתן לראות את דמות העצם?

12) עדשה מפזרת – תרגיל 1

- נתונה עדשה שעוצמתה $D=10D$.
לפני העדשה, במרחק $m=8cm$, מניחים עצם שגובהו $H_0 = 4cm$.
- מצא בעזרת חישוב את:
 - מקומות הדמאות.
 - גובהה.
 - אופי הדמאות.
 - מצא בעזרת שרטוט את:
 - מקומות הדמאות.
 - גובהה.
 - מהיכן ניתן לראות את הקצה העליון של דמות העצם (שדה ראייה)?

13) בגרות 2017 שאלה 6

רמי ישב ליד ברינה ריקה. בתחתית הבריכה הונח מטבע, אבל ממוקם מושבו של רמי לא היה אפשר לראות את המטבע כשהבריכה ריקה.

התחלו למלא את הבריכה במים, וברגע מסויים ראה רמי את המטבע (רמי והמטבע לא זזו). מקדם השבירה של המים הוא: $n = 1.33$.

א. הגדר את תופעת השבירה של האור, וציין את סיבתה.

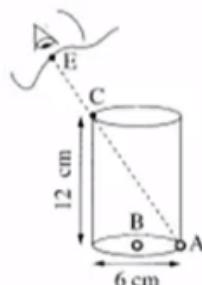
ב. הסביר מדוע ראה רמי את המטבע רק לאחר שהבריכה הת מלאה חלקית במים. לוויה את תשובתך בסרטוט מהלך קרניים.

נתון: קרן היוצאת מן המטבע ומגיעה לעין של רמי עוברת בתוך המים מרחק $d = 0.61\text{ m}$. זווית השבירה של קרן זו היא: $\beta = 13.6^\circ$.

ג. חשב את עומק המים.

14) בגרות 2016 שאלה 7

בתרשים שלפניך מוצב כלי ריק שצורתו גליל. גובה הכלי 12 cm וקוטרו 6 cm . בתחתית הכלי מונחים שני חרוזים קטנים מאוד: חרוץ A צמוד לדופן הכלי וחרוץ B במרכזו התחתית של הכלי.



תלמיד הביט אל תוך הכלי בכיוון EC (הנקודה C נמצאת על שפת הכלי). כאשר הכלי היה ריק התלמיד ראה את חרוץ A בלבד. מילאו את הכלי עד שפתחו בנוזל שקוף. התלמיד הסתכל באותו כיוון וראה את חרוץ B בלבד.

א. העתק את תרשימים הכללי והעין למחברתך בלי הקו המקורי.

הוסף לתרשים שבמחברתך קרו אור שמנגיעה מחרוץ B, עוברת בתוך הנוזל אל נקודת C ומגיעה לעין התלמיד.

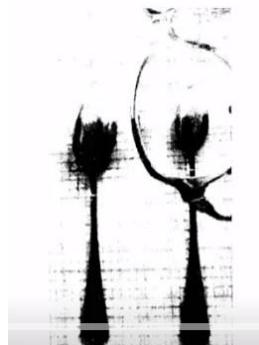
סמן בתרשים שבמחברתך את זווית הפגיעה (α) ואת זווית השבירה (β) במעבר של קרן האור מהנוזל לאוויר.

ב. חשב את מקדם השבירה של הנוזל.

ג. קבע אם חרוץ B נראה לתלמיד בעומק האמתי שהוא בו, גובה יותר או נמוך יותר. נמק את קביעתך באמצעות סרטוט תרשימים נוספים של הכלי ומהלך הקרניים.

15) בגרות 2016 שאלה 6

תלמידה רצתה לבדוק את סוג העדשה במשקפיים של דודתה. לשם כך הניחה התלמידה שתי כפיות זהות על השולחן, והניחה עדשה של המשקפיים מעל אחת הcpfיות. בתרשים ש לפניך נראה תצלום הcpfיות והמשקפיים ש צילמה התלמידה.



א. בכל אחת מן האפשרויות iii-ו ש לפניך, קבע מהו המאפיין הנכון של דמות ה cpfית הנראית מבעד לעדשה :

- i. ישרה או הפוכה.
- ii. ממשית או מודומה.
- iii. מוגדלת או מוקטנת.

ב. האם העדשה מרכזת או מפזרת? נמק את תשובה.

ג. מצא את דמות ה cpfית באמצעות סרטוט מדויק של מהלך שלוש קרניים.

נתון : רוחק מוקד העדשה : $|f| = 12\text{cm}$, מרחק העצם מהעדשה 6cm , גובה העצם 3cm .

ב סרטוט השתמש בקנה מידת של 1 משבצת = 1 ס'מ.

ד. חשב באמצעות נוסחאות את גובה הדמות ואת מרחקה מהעדשה. האם תוצאות החישוב מתאימות לאותם ערכים שהתקבלו הסרטוט?

16) בגרות 2015 שאלה 7

ילד הלובש חולצה שעלייה מודפסת האות F עומד מול מראה מיישורית התלויה על קיר (ראה איור).



- מהי התופעה הפיזיקלית שגורמת להשתקפות הילד רק במרקחה ולא בקי?
- המראק של הילד מן המראה היה 1 מטר, והוא החל להתקרב אליו.

$$\text{במהירות קבועה: } v = \frac{m}{\text{sec}}$$

- חשב בתוך כמה זמן יהיה המראק בין הילד ובין דמותו 0.5 מטר.
- לפניך ארבע צורות I-IV של האות F. העתק למחברתך את המספר של צורת הדמות של האות F, כפי שהילד שמסתכל במרקחה רואה אותה.

**17) בגרות 2014 שאלה 6**

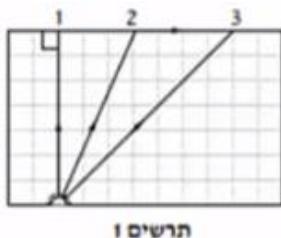
- יאיר ישב במכונית ורצה לעיין במפה שבידיו (זה היה לפני עידן ה-G.P.S.). בחוץ שרד חושך, ולכן יAIR הדליק נורה בתוך המכונית.
- כדי שיראה היטב את המפה, האם על יAIR לכוון את אלומת האור מן הנורה לעבר עיניו או לעבר המפה? נמק.

- לאחר שיAIR הדליק את הנורה הוא התבונן בשימוש החלון של המכוניתו. הוא לא ראה את הסביבה שבוחוץ, אלא את דמוות המשתקפת בשימוש החלון.
- הסביר באמצעות תרשימים כיצד נוצרת הדמות המשתקפת בשימוש החלון.

יאיר מסע בפקקי התנועה שבכבישים, והחליט לנסוע ברכבת. בתוך קרונו הרכבת דלק אור, ומהוזר לרכיבת שרד חושך. יAIR הבחן בשתי דמוויות שלו המשתקפות בחולון הרכבת. חולון הרכבת מורכב משניلوحות זכוכית מקבילים וביניהם מרוחח שבו שכבת אויר.

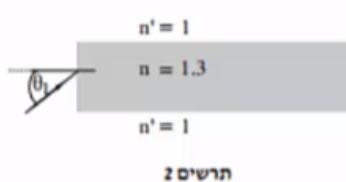
אפשר להזניח את העובי שלلوحות הזכוכית.

- מדוע ברכבת הבחן יAIR בשתי דמוויות, ולא בדמות אחת, כפי שראה במכוניתו? פרט את תשובה.
- באותם תנאי תאורה הכניסו נייר שחור למרוחח שבין שניلوحות הזכוכית. הנייר אוטם את כל המרוחח. כמה דמוויות השתקפו בחולון? נמק.

18) בגרות 2014 שאלה 7

מקור אור נקודתי נמצא בתחום מנסרה מלכנית (תיבה) העשויה מחומר שקוף. המנסרה נמצאת באוויר. בתרשימים 1 מוצג חתך של המנסרה המקביל לשתיים מדופנות המנסרה, וכן מוצג בו מהלך של שלוש קרניות 1, 2, 3, שמקורן במקור האור. זווית השבירה של קרן 2 היא 90° בקירוב.

- העתק את תרשימים 1 למחברתך, והשלם בו במדוק אט המשך המהלך של קרן 1 ושל קרן 3. הסבר את שיקולין.
- על פי התרשימים, חשב את הזווית הגבולית (קריטית) למעבר אור מען החומר השקוף לאוויר.

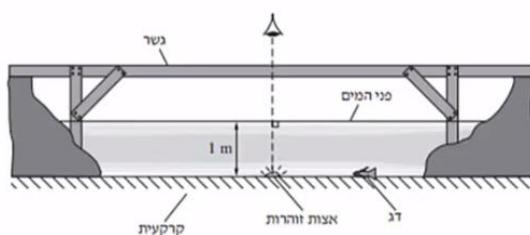


אפשר להבהיר מידע למרחוקים גדולים באמצעות סיבים אופטיים שאור מתפשט דרכם כמעט בלי הפסדי אנרגיה. בתרשימים 2 מトואר חתך של סיב אופטי העשויה מחומר שקוף שמקדם השבירה שלו: $n = 1.3$, וקרן אור נכנסת לתוכו מן האוויר בזווית פגיעה θ_1 .

- כאשר האור נכנס לסיב מהצד (כמתואר בתרשימים 2), זווית הפגיעה θ_1 צריכה להיות קטנה מ- 57° כדי למנוע דליפת (יציאת) אור מהסיב לאוויר. הסבר מדוע. בתשובתך הייעזר בתרשימים.

19) בגרות 2013 תרגיל 1

בגן חיות יש בריכה וביה דגים ויצורי מיים מיוחדים. מושבה של אצתות זוחרות (פולטות אוור) נחיה על קרקעית הבריכה, בעומק של 1 מטר. מקדם השבירה של מי הבריכה ביחס לאוויר הוא: $n = 1.33$. מעל הבריכה נמתה גשר שמן המבקרים יכולים לצפות בבריכה (ראה תרשימים). התיכון למושבת האצתות כאיל מקור אור נקודתי.



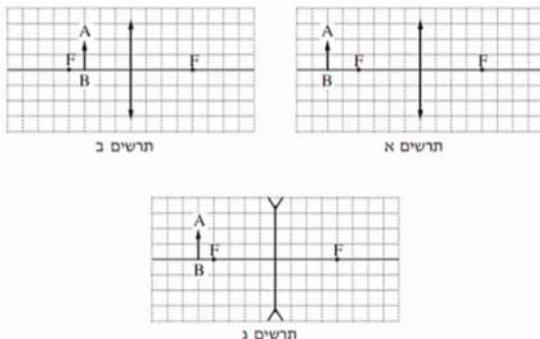
- האור שנפלט ממושבת האצתות לעבר פני המים עובר לאוויר דרך משטח מעגלי של פני המים. הסבר מדוע. הייעזר בתרשימים מותאים.
- חשב את הרדיוס של המשטח המעגלי שהאור עובר דרכו לאוויר.
- אדם הניצב על הגשר בדיקן מעל מושבת האצתות רואה אותה בעומק קטן יותר מהעומק האמיתי שהיא נמצאת בו. הסבר מדוע.

- ד. דג השווה על קרקע הבריכה, בעומק 1 מטר, רואה את השתקפות האצות באמצעות קרני אור המוחזרות מפני המים.
- חשב את המרחק (האופקי) המינימלי בין הדג לבין מושבת האצות, שהוא יכול לראות בו את השתקפות האצות באמצעות קרני אור המוחזרות בחזרה מלאה.
- ה. כאשר הדג בעומק של 1 מטר, אבל המרחק בין מושבת האצות קטן יותר מהמרחק שחייב בסעיף ד', הוא עדיין רואה את השתקפות האצות בפני המים. הסבר מדוע.

20) בגרות 2013 שאלה 6

אדם המרכיב משקפיים עם עדשות מרכזיות זהות רואה בעזרתם את הדמות המודומה של עצם.

- א. הסבר את המושגים "דמות ממשית" ו"דמות מודומה", בהסביר תוכל להיעזר בתרשימים.
- ב. בתרשימים א'-ג' שלפניך החץ AB מייצג את העצם. קבע איזה תרשימים מתאים לתיאור שבפתח. נמק את קביעתך.



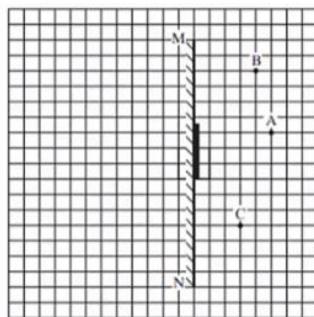
- ג. עוצמת העדשה היא 2 דיוופטריות. מהו רוחק המוקד של העדשה?
- ד. המרחק בין הדמות לעדשה הוא 60cm. חשב את המרחק בין העצם לעדשה.

21) בגרות 2012 שאלה 1

עצם ניצב לפני משטח מישורי.

- א. מה צריך להתקיים כדי שתיווצר דמות של העצם על ידי המשטח?
- ב. כאשר נוצרת דמות של העצם על ידי המשטח, איזה תנאי חייב להתקיים כדי שצופה המתבונן במשטח יראה בו את הדמות של העצם?

באיר שלפניך מתואר חתך של מראה מישורי MN המכוסה בכיסוי בדאטום. נקודת A נמצא עצם נקודתי. בכל אחת מהנקודות B ו-C נמצא צופה (צופה B, צופה C). הנקודות A, B, C נמצאות על אותו מישור.

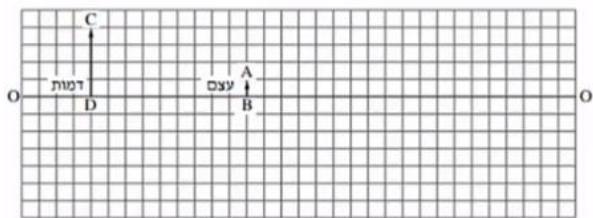


העתק למחברתך את התרשים כך שכל משבצת בתרשים תיוצג בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך.

- ג. האם צופה B וצופה C רואים את הדמות A באותו מקום? הסבר.
- ד. צלע של משבצת אחת מייצגת מרחק של 20 ס"מ במצבות. חשב את המרחק של הצופה הנמצא בנקודה C מהדמות של העצם A.
- ה. צופה C מביט אל עבר המראה, אך אין רואה בה את דמותה העין של צופה B.
האם צופה B המביט אל עבר המראה רואה בה את דמותה העין של צופה C? הסבר.

(22) בגרות 2011 שאלה 1

בתרשים שלפניך הקטע 'OO' מסמן ציר אופטי של עדשה דקה (העדשה אינה מוצגת בתרשים). הקטע AB מסמן עצם, והקטע CD מסמן את הדמות של העצם הנוצרת בעורף העדשה. הצלע של כל משבצת בתרשים – 1 ס"מ.



- א. מדוע הדמות המтворה בתרשים יכולה להיווצר רק בעזרת עדשה מרכזות?

העתק למחברתך את התרשים כך שכל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך. השתמש בתרשים שסרטוטה כדי לענות על סעיפים ב'-ג'.

- ב. מצא, בעזרת סרטוט של מהלך קרני האור, את מיקום העדשה, והוסך אותה לתרשים.

ג. מצא את רוחק המוקד של העדשה בשתי דרכים:

- ו. סרטוט של מהלך קרני האור.
- וii. חישוב.

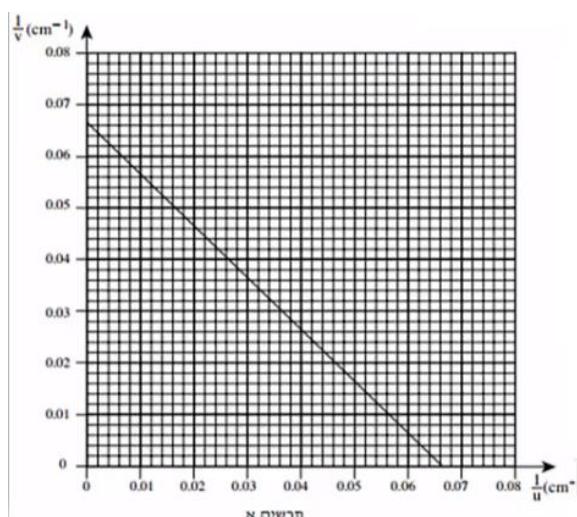
- ד. כשהמרחק בין העצם לעדשה גדול מערך מסוים l_1 , נוצרת דמות הפוכה ביחס לעצם. קבוע מהו l_1 .

- ה. כשהмарחק בין העצם לעדשה שווה לערך מסוים l_2 , הגודל $M_1 = -l_2$, נוצרת דמות באוטו גובה של הדמות CD שבתרשים. מצא את l_2 .

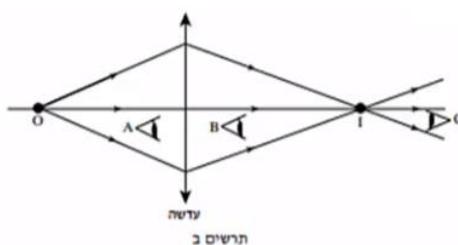
(23) בגרות 2009 שאלה 1

ברק הציב מקור אור במרחקים שונים מעדשה דו-קמורה דקה. בכל פעם הוא מדד את המרחק של מקור האור מן העדשה (u), ואת המרחק של המסלך שלו עלייו התקבלה דמות חדה של מקור האור מן העדשה (v). לאחר מכן הוא חישב את ערכי $\frac{1}{u}$ ו- $\frac{1}{v}$, ועל פי ערכיהם אלה סרטט גרף של $\frac{1}{v}$ (ביחידות cm^{-1}) כפונקציה

של $\frac{1}{u}$ (ביחידות cm^{-1}).
הgraf מוצג בתרשימים א'.



- א. הסבר מדוע הגרף שהתקבל הוא קו ישר.
- ב. מצא בעזרת הגרף את רוחק המוקד של העדשה. פרט את חישוביך.
- ג. כאשר הציב ברק את מקור האור במרחק 10 ס"מ מן העדשה, הוא לא הצליח למקם את המסלך כך שתתקבל עליו דמות חדה של מקור האור. הסבר מדוע.
- ד. בתרשימים ב' שלפניך מתואר עצם נקודתי O ודמותו I, הנוצרת על ידי עדשה מרכזת דקה.

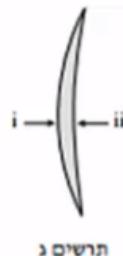


האם אפשר לראות את הדמות I גם ללא מסך?
אם כן – באיזו מהנקודות A, B או C צריכה להימצא העין (על פי כיווני ההסתכולות שלה המתוארים בתרשימים) כדי לראות את הדמות I?

אם לא – היעזר בתרשימים ב', והסביר מדוע אי-אפשר לראות את הדמאות ללא מסך.

בתרשימים ג' שלפניך מתואר חתך של עדשה קמורה-קעורה דקה עשוייה מזכוכית. מטיילים על העדשה פעמיים אלומת אור מקבילה ואופקית, המתפשת באויר:

- . במקרה א' אלומת האור פוגעת תחילתה במשטח הקמור.
- . במקרה ב' אלומת האור פוגעת תחילתה במשטח הקעור.



העתק למחברתך את המספר של המשפט הנכון מבין המשפטים זו-ו' שלפניך:

- i. העדשה מרכזות את האור בשני המקרים.
- ii. העדשה מרכזות את האור במקרה א' ומפזרת אותו במקרה ב'.
- iii. העדשה מפזרת את האור במקרה א' ומרכזת אותו במקרה ב'.
- iv. העדשה מפזרת את האור בשני המקרים.

(24) בגרות 2007 שאלה 2

על ספל אופטי המונח על שולחן, מציבים מקור אור שצורתו מלבן (מלבן מלא).

עדשה מרוצפת שרוחק המוקד שלה הוא: $f = 30\text{cm}$, ומסך.

מקור האור, העדשה והמסך מקבילים זה לזה.

שתיים מהצלעות של מקור האור המלבני מאונכות לשולחן. הדמאות של מקור האור מתתקבלות על המסך, וגובהה גדול פי 2 מהגובה של מקור האור.

א. חשב את המרחק של מקור האור מן העדשה.

ב. פי כמה גדול שטח הדמאות מהשטח של מקור האור? נמק.

ג. מציבים את מקור האור במרחק 160cm מן המסך.

באיזה מרחק ממוקד האור יש להציב את העדשה, כדי שתתתקבל על המסך דמות חדה שלו? אם יש יותר אפשרות אחת, כתוב את כולם.

האיור שלפניך הוא העתק של צלום שבו מראה מיושרת המונחת על לוח עץ, ופנס. הפנס פולט אלומת אור הפוגעת בלוח העץ ובמראה שעליו. מלבד הפנס אין מקורות אור נוספים.

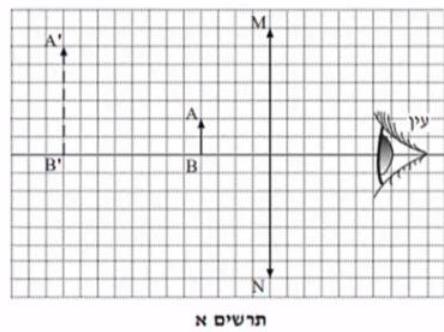


ד. מודיע על המראה שבתצלום נראה חשוכה, ואילו החלק של לוח העץ שבו פוגעת אלומת האור נראה מואר?

(25) בגרות 2004 שאלה 1

בתרשים א' מוצגת מערכת, ובה עדשה מרכזת, MN, הציר האופטי שלה, בול דוואר, AB, הדומות של הבול, 'B', הנוצרת על ידי העדשה, ועין הצופה המתבונן בבול.

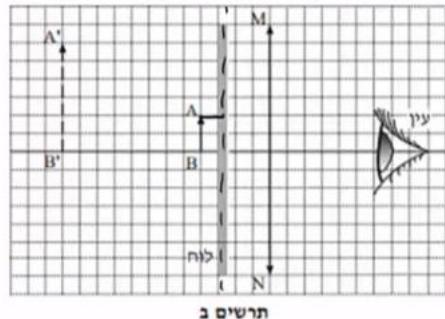
אורך הצלע של כל משובצת בתרשימים מייצג מרחק של 5 ס"מ במציאות.



א. ענה על הסעיפים הבאים:

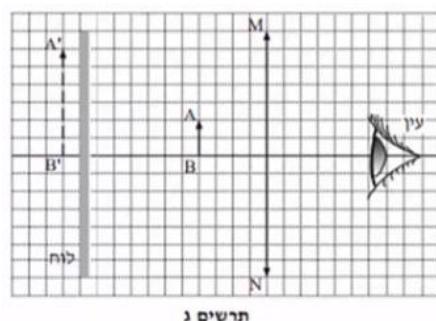
- מצא את אורך מוקד העדשה.
- חשב את עוצמתה העדשה. הצג את תשובה בדיאופטר.

באותה מערכת מציבים לוח אטום לאור לפני הבול, בין הבול לעדשה (ראה תרשימים ב').



ב. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק.

את הלוח האטום לאור מעבירים אל מאחוריו הבול, כמו בתרשים ג'.



ג. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק.

ד. מסלקיים את הלוח האטום. הבול, העדשה והעין נשארים במקום. הצופה מתבונן בבול דרך העדשה (ראה תרשים א'), ולאחר מכן הוא מסלך את העדשה ומתבונן בבול.

באיזה משני המצבים (עם העדשה או בלי העדשה) הבול נראה לצופה גדול יותר.
הסביר את תשובתך במונחים של זווית ראייה.

ה. העתק למחברתך את תרשים א'. (כל משכצת בתרשימים תהיה משכצת במחברת).
סרטט קרן, המופצת מרأس הבול (A), עוברת בעדשה, וחודרת למרכז האישון של עין הצופה.
תאר כיצד קבעת את מהלך הקרן ש巡视ת.

תשובות סופיות:

- (1) א. ראה סרטון.
ד. ראה סרטון.
- (2) א. $t = 1.28 \text{ sec}$
ב. $t \geq 8\frac{1}{3} \text{ min}$
- (3) ראה סרטון.
- (4) א. ראה הסרטון.
ה. ללא שינוי.
- (5) 2.43m
(6) 26.3°
- (7) א. לא.
ד. 1.353.
(8) ראה סרטון.
(9) ראה סרטון.
- (10) א. ראה סרטון.
ג. הפוכה, מוגדלת, ממשית.
- (11) א. ראה סרטון.
ג. לא.
- (12) א. $V = -4.4 \text{ cm}$
ב. ראה סרטון.
- (13) א. ראה סרטון.
(14) א. ראה סרטון.
(15) א. ישרה.
ב. מוקטנת.
ג. מפוזרת.
ד. $V = \Theta 4 \text{ cm}$, $H_i = 2 \text{ cm}$, C_n .
- (16) א. החזרה מסודרת, מתקבלת דמות במנגש הקרניזים המוחזרות.
ב. 1.5 sec , ג. IV.
- (17) א. עבר המפה.
ד. דמות 1.
- (18) א. ראה סרטון.
ב. $\theta_c = 23.2^\circ$.
- (19) א. ראה סרטון.
ב. $r = 1.14 \text{ m}$
ה. ראה סרטון.
ד. $x = 2.28 \text{ m}$.
- (20) א. דמות ממשית – מתקבלת במנגש המשכי הקרניזים המשויות.
דמות מודומה – מתקבלת בנקודות מגש המשכי הקרניזים המודומות.
ב. תרשימים ב'.
- u = 27.3cm
ד. 50cm

(21) א. 1. קרניזים שיצאו מהסוף, 2. החזרה מהמשטח תהיה מסודרת.

- ב. הצלפה יימצא בשדה בראייה של הדמות. ג. כן.
ד. לא.

(22) א. הדמות לא יכולה להיווצר בעדשה מפוזרת.

- ב. ראה סרטון. ג. $u_2 = 8\text{cm}$. ד. $f > u$. א. 4cm .

(23) א. ראה סרטון. ב. 15.1cm . ג. נ. ד. כן.

. $u_1 = 120\text{cm}$, $u_2 = 40\text{cm}$. ג. פי. 4. א. $u = 45\text{cm}$.

ד. ראה סרטון. ב. לא. ג. כן. ה. ראה סרטון. (25) א. $f = 30\text{cm}$. ב. $C = 3.33D$. ג. ראה סרטון.