

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101



תוכן העניינים

1	עבודה ואנרגיה
26	תנועה מעגלית
34	מרכז מסה
36	מומנט כוח
45	מומנט התמד
48	אופטיקה
64	גלים

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

פרק 1 - עבודה ואנרגיה

תוכן העניינים

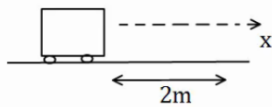
1. העבודה שמבצע כוח..... 1
2. אנרגיה קינטית והקשר לעבודה..... 3
3. אנרגיה פוטנציאלית-כובדית..... 4
4. אנרגיה כללית ומשפט עבודה אנרגיה..... 5
5. עבודת החיכוך וחום..... 8
6. אנרגיה פוטנציאלית אלסטית-קפיץ..... 9
7. חוק שימור האנרגיה- הרחבה..... (ללא ספר)
8. סיכום הפרק..... (ללא ספר)
9. תרגילים..... 10
10. הספק..... 24

העבודה שמבצע כוח:

שאלות:

(1) דוגמה 1

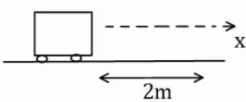
כוח F שגודלו 5N פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה- x .
 חשב את עבודת הכוח אם כיוונו הוא:



- בכיוון ציר ה- x .
- בכיוון 30° עם ציר ה- x .
- בכיוון 30° מתחת לציר ה- x .

(2) דוגמה 2

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

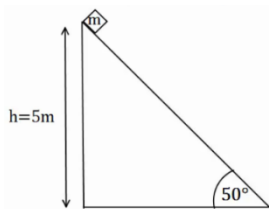


- בכיוון ציר ה- y .
- בכיוון 30° מעל ציר ה- x השלילי.
- בכיוון 30° מתחת לציר ה- x השלילי.

(3) דוגמה 3

גוף נופל נפילה חופשית מגובה של 8 מטרים מעל הקרקע. מסת הגוף היא 3kg .
 א. חשב את עבודת כוח הכובד עד לפגיעה בקרקע.
 ב. חשב שוב את העבודה אם הגובה והמסה נתונים כפרמטרים: m, h .

(4) דוגמה 4



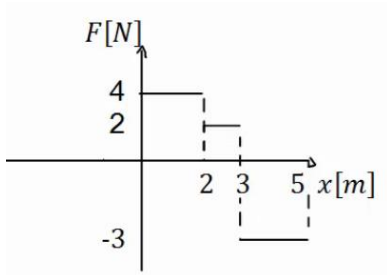
גוף שמסתו $m = 2\text{kg}$ מחליק על מישור משופע מגובה 5 מטרים ועד לתחתית המישור.
 זווית השיפוע של המישור היא 50° .
 א. חשב את העבודה שמבצע הנורמל על הגוף במהלך תנועתו.
 ב. חשב את עבודת כוח הכובד על הגוף.
 ג. חשב את עבודת החיכוך הקינטי אם ידוע שמקדם החיכוך הוא: $\mu_k = 0.2$.

5 דוגמה 5

גוף נע מהנקודה (1,2) לנקודה (3,5).
חשב את עבודת הכוחות הבאים הפעלו על הגוף:

א. $\vec{F} = (2,1)$

ב. $\vec{F} = (-3,2)$



6 כוח כתלות במיקום

נתון גרף של הכוח כתלות במיקום.

א. מהי העבודה הכוללת שמבצע הכוח הבא?

ב. מהי עבודת הכוח בשני המטרים

האחרונים של התנועה?

תשובות סופיות:

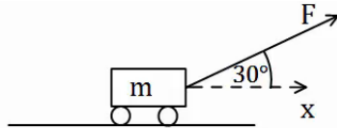
- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------|-----|
| ג. $W = 5 \cdot \sqrt{3}$ | ב. $W = 5 \cdot \sqrt{3}$ | א. $W = 10$ | (1) |
| ג. $W \approx -8.66J$ | ב. $W \approx -8.66$ | א. $W = 0$ | (2) |
| | ב. $W_g = mgh$ | א. $W_g = 240J$ | (3) |
| ג. $W_{fk} = -16.79J$ | ב. $W_g = 100J$ | א. $W_N = 0$ | (4) |
| | ב. $W = 0$ | א. $W = 7J$ | (5) |
| | ב. $W = -6J$ | א. $W = 4J$ | (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 ק"ג.

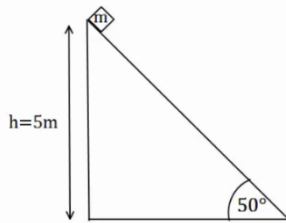


- א. שרטט תרשים כוחות הפועלים על הקרונית.
 ב. מצא את העבודה של כל כוח, אם ידוע שהקרונית התקדמה 5 מטרים בכיוון ציר ה- x .

ג. מהי מהירות הקרונית לאחר 5 המטרים, אם התחילה לנוע ממנוחה?

(2) המשך לדוגמה 4

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

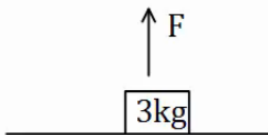


א. מצא את עבודת הכוחות.

ב. מהי מהירות הגוף בתחתית המדרון, אם התחיל ממנוחה?

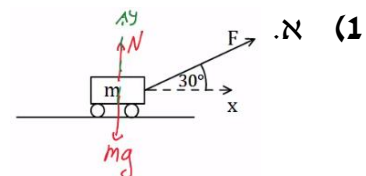
(3) כוח מושך גוף ישר למעלה

כוח $F = 50\text{N}$ מושך גוף כלפי מעלה. מצא את מהירות הגוף בגובה 8 מטרים מעל הקרקע. מסת הגוף היא 3 ק"ג.



תשובות סופיות:

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



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

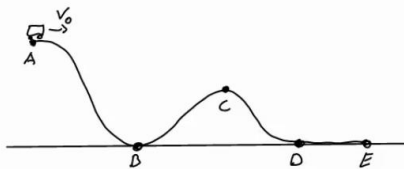
א. $W_N = 0, W_g = 100\text{J}, W_{fk} = -16.79$ ב.

א. $v_p \approx 10.33 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ב.

אנרגיה פוטנציאלית-כובדית:

שאלות:

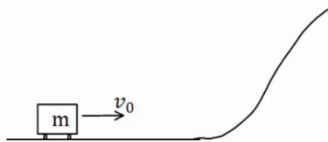
(1) רכבת הרים



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

(2) עגלה עולה על גבעה

עגלה נעה בתחתית גבעה עם מהירות התחלתית של 20 מטר לשנייה. אין חיכוך בין העגלה לאדמה.



א. מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע העגלה? לאחר שהגיעה לגובה המקסימלי מתחילה העגלה להתדרדר חזרה במורד הגבעה.
 ב. מה תהיה מהירותה כשתגיע חזרה לתחתית?

תשובות סופיות:

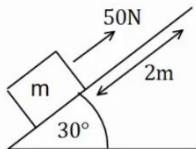
$$v_B \approx 20.62 \frac{\text{m}}{\text{sec}} = v_E = v_D, v_C \approx 15 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (1)$$

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

אנרגיה כללית ומשפט עבודה אנרגיה:

שאלות:

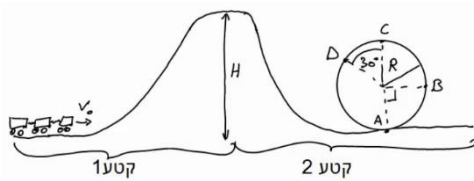
(1) כוח מעלה במדרון משופע



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

(2) עוד רכבת הרים

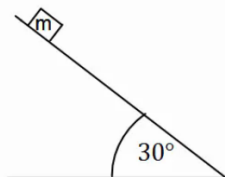
רכבת הרים מתחילה בנסיעה בצדו השמאלי של המסלול באיור. לרכבת מהירות התחלתית נמוכה v_0 .



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 יוכלו לפחד לקראת הנפילה.

בקטע השני הרכבת נופלת (ללא הכוח F) ומבצעת סיבוב אנכי - "לופ". התייחס למסת הרכבת והנתונים באיור כפרמטרים נתונים.
 א. מצא את העבודה הכוללת המבצע הכוח F על הרכבת.
 ב. מצא את מהירות הרכבת בכל הנקודות המצוינות באיור.

(3) מסה מחליקה במדרון

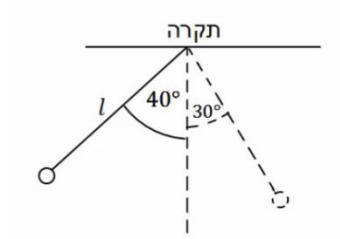


מסה $m = 4\text{kg}$ מונחת במנוחה בגובה $h = 5\text{m}$ על מדרון משופע. שיפוע המדרון הוא 30° .

א. מצא את מהירות המסה בתחתית המדרון אם אין חיכוך בינה למשטח.

ב. חזור על סעיף א' עבור מקרה בו יש חיכוך קינטי ומקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$.

ג. חזור על סעיף ב' אם בנוסף לחיכוך יש גם כוח $F = 60\text{N}$, במקביל למדרון ובכיוון תנועת המסה.

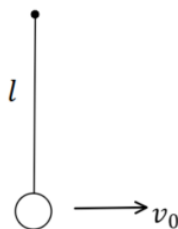
(4) מטוטלת

מטוטלת בעלת אורך חוט $l = 50\text{cm}$ תלויה מהתקרה. מרימים את המטוטלת לזווית של 40° ביחס לאנך מהתקרה ומשחררים ממנוחה.

- מהי עבודת כוח המתרחשת לאורך התנועה?
- מהי מהירות המטוטלת בתחתית המסלול?
- מהי מהירות המטוטלת לאחר שעלתה לזווית של 30° ?
- מהי הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוטלת?

(5) כדור תלוי על חוט מבצע מעגל

נקודת תלייה



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

א. מקנים לכדור מהירות התחלתית בכיוון אופקי

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

- מה יהיה הגובה המקסימלי אליו יגיע?
- מה תהיה זווית החוט המקסימלית ביחס לאנך לקרקע?

ב. איזו מהירות מינימלית יש להעניק לכדור (ממצב מנוחה) כדי שיגיע לגובה

המקסימלי שהחוט מאפשר לו (מעל מרכז המעגל) במהירות של $\sqrt{32} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

הניחו שהמהירות מספיקה בשביל להשלים את הסיבוב.

ג. במקרה המתואר בסעיף ב' – מה תהיה מהירות הכדור כאשר יחזור לנקודת ההתחלה?

תשובות סופיות:

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

$$W_F = mgH \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$v_F = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$W_T = 0 \quad \text{א.} \quad (4)$$

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

$$20\text{cm} \quad \text{א. i.} \quad (5)$$

$$v_p = \sqrt{32} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.}$$

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

$$v_F \approx 19.11 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v_F \approx 8.08 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.}$$

$$v_F \approx 1.03 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v_F \approx 1.55 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.}$$

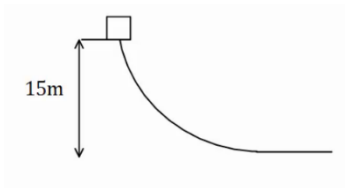
$$v_0 = \sqrt{44} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad \theta_{\max} \approx 71^\circ \quad \text{ii.}$$

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 ההתחלה, היא $16 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.
מהי עבודת כוח החיכוך שפעל עליו (ביחידות Joule)?



(2) גוף נופל ממסלול עקום

גוף נופל ממנוחה ממעלה גבעה בגובה 15 מטר. בתחתית הגבעה מהירות הגוף היא 5 מטר לשנייה. כמה אנרגיה הלכה לאיבוד לחום? מסת הגוף היא 2 ק"ג.

תשובות סופיות:

(1) -132.5J

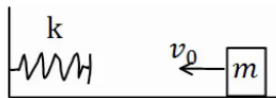
(2) Q = 275J

אנרגיה פוטנציאלית אלסטית – קפיץ:

שאלות:

(1) מסה וקפיץ במישור אופקי

מסה $m = 50\text{gr}$ נעה במהירות $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ על משטח אופקי חלק.



המסה נעצרת על ידי קפיץ אופקי אידיאלי (חסר מסה)

בעל קבוע קפיץ $k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. הקפיץ רפוי לפני פגיעת המסה.

א. מהי מהירות המסה כאשר הקפיץ מכווץ 5 ס"מ?

ב. מהו הכיווץ המקסימלי אליו מגיע הקפיץ?

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

מקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$ והמרחק ההתחלתי של המסה מקצה הקפיץ הוא 0.5m.

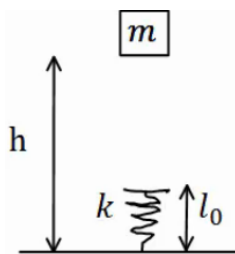
(2) מסה נופלת על קפיץ אנכי

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

קפיץ אנכי אידיאלי מחובר לרצפה.

אורכו הרפוי של הקפיץ הוא $l_0 = 10\text{cm}$, וקבוע הקפיץ

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



א. מהי מהירות המסה רגע לפי פגיעתה בקפיץ?

ב. מהו הכיווץ המקסימלי אליו יגיע הקפיץ?

ג. מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע המסה בחזרה?

תשובות סופיות:

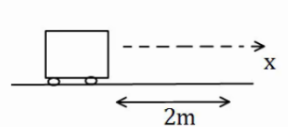
$$v \approx 4.72 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, \Delta x \approx 33\text{cm} \quad \text{ג.} \quad \Delta x \approx 35.4\text{cm} \quad \text{ב.} \quad v_F \approx 4.95 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (1)$$

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

העבודה שמבצע כוח

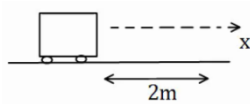
שאלות

- (1) כוח F שגודלו 5N פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה- x .
חשב את עבודת הכוח אם כיוונו הוא:



- א. בכיוון ציר ה- x .
ב. בכיוון 30° עם ציר ה- x .
ג. בכיוון 30° מתחת לציר ה- x .

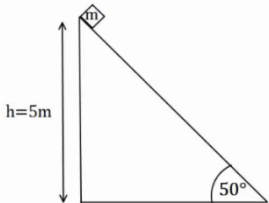
- (2) כוח F שגודלו 5N פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה- x .
חשב את עבודת הכוח אם כיוונו הוא:



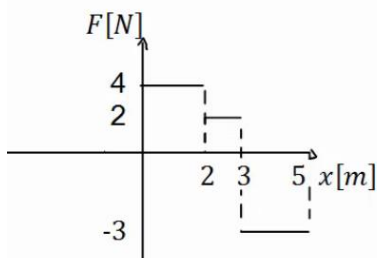
- א. בכיוון ציר ה- y .
ב. בכיוון 30° מעל ציר ה- x השלילי.
ג. בכיוון 30° מתחת לציר ה- x השלילי.

- (3) גוף נופל נפילה חופשית מגובה של 8 מטרים מעל הקרקע. מסת הגוף היא 3kg .
א. חשב את עבודת כוח הכובד עד לפגיעה בקרקע.
ב. חשב שוב את העבודה אם הגובה והמסה נתונים כפרמטרים: m, h .

- (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 עבודת כוח הכובד על הגוף.
ג. חשב את עבודת החיכוך הקינטי אם ידוע שמקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$.



- (5) כוח כתלות במיקום

נתון גרף של הכוח כתלות במיקום.

- א. מהי העבודה הכוללת שמבצע הכוח הבא?
ב. מהי עבודת הכוח בשני המטרים האחרונים של התנועה?

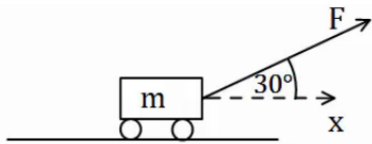
תשובות סופיות

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| $W = 5 \cdot \sqrt{3}$. ג | $W = 5 \cdot \sqrt{3}$. ב | $W = 10$. א (1) |
| $W \approx -8.66j$. ג | $W \approx -8.66$. ב | $W = 0$. א (2) |
| | $W_g = mgh$. ב | $W_g = 240j$. א (3) |
| $W_{fk} = -16.79j$. ג | $W_g = 100j$. ב | $W_N = 0$. א (4) |
| | $W = -6j$. ב | $W = 4j$. א (5) |

אנרגיה קינטית והקשר לעבודה

שאלות

(6) כוח מושך קרונית בזווית



כוח $F = 50N$ מושך קרונית בזווית של 30° מעל ציר ה- x . מסת הקרונית היא 3 ק"ג.

א. שרטט תרשים כוחות הפועלים על הקרונית.

ב. מצא את העבודה של כל כוח, אם ידוע שהקרונית התקדמה 5 מטרים בכיוון ציר ה- x .

ג. מהי מהירות הקרונית לאחר 5 המטרים, אם התחילה לנוע ממנוחה?

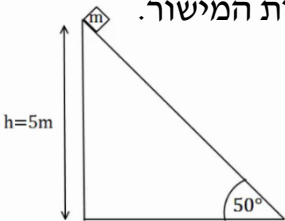
(7) המשך לדוגמא 4

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

זווית השיפוע של המישור היא 50° . מקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.2$.

א. מצא את עבודת הכוחות.

ב. מהי מהירות הגוף בתחתית המדרון, אם התחיל ממנוחה.

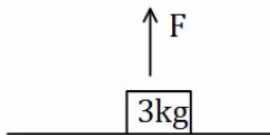


(8) כוח מושך גוף ישר למעלה

כוח $F = 50N$ מושך גוף כלפי מעלה.

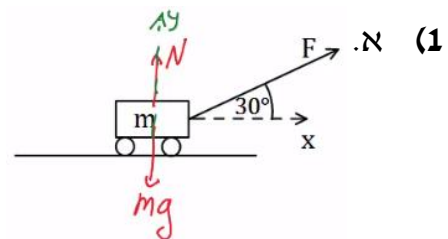
מצא את מהירות הגוף בגובה 8 מטרים מעל הקרקע.

מסת הגוף היא 3 ק"ג.



תשובות סופיות

א. $W_N = 0 = W_g, W_F \approx 216.51j$ ב. $v_F \approx 12.01 \frac{m}{sec}$ ג.



א. $W_N = 0, W_g = 100j, W_{fk} = -16.79$ ב. $v_F \approx 9.12 \frac{m}{sec}$

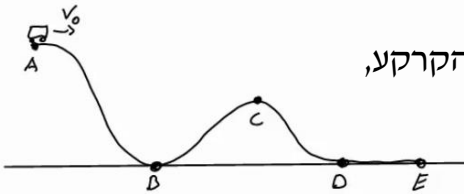
א. $v_p \approx 10.33 \frac{m}{sec}$ ב.

אנרגיה פוטנציאלית כובדית

שאלות

(1) רכבת הרים

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

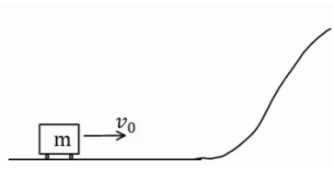


(2) עגלה עולה על גבעה

עגלה נעה בתחתית גבעה עם מהירות התחלתית של 20 מטר לשנייה. אין חיכוך בין העגלה לאדמה.

א. מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע העגלה? לאחר שהגיעה לגובה המקסימלי מתחילה העגלה להתדרדר חזרה במורד הגבעה.

ב. מה תהיה מהירותה כשתגיע חזרה לתחתית?



תשובות סופיות

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

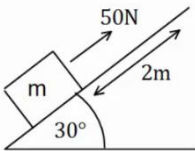
$$v_F = \pm v_0 \quad \text{ב.} \quad h_{\max} = 20\text{m} \quad \text{א.} \quad (2)$$

אנרגיה כללית ומשפט עבודה-אנרגיה

שאלות

(1) כוח מעלה במדרון משופע

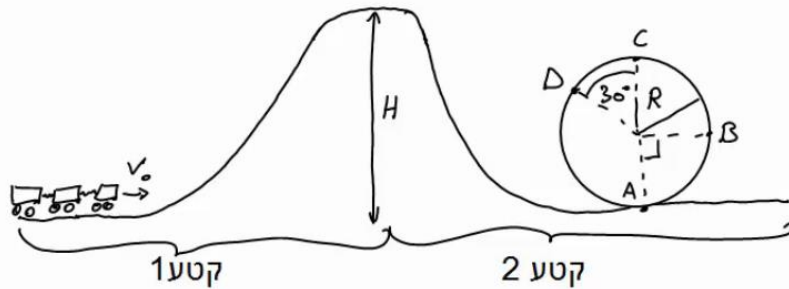
כוח של 50 ניוטון פועל על גוף במקביל למשטח משופע בעל זווית של 30° . מסת הגוף היא $m = 4\text{kg}$ והוא מתחיל תנועתו ממנוחה. חשב את מהירות הגוף לאחר שהתקדם 2 מטרים במעלה המדרון (אין חיכוך).



(2) עוד רכבת הרים

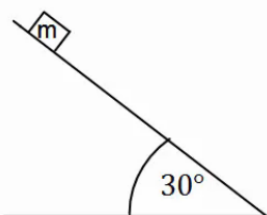
רכבת הרים מתחילה בנסיעה בצדו השמאלי של המסלול באיור. לרכבת מהירות התחלתית נמוכה v_0 .

- 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 יוכלו לפחד לקראת הנפילה. בקטע השני הרכבת נופלת (ללא הכוח F) ומבצעת סיבוב אנכי - "לופ". התייחס למסת הרכבת והנתונים באיור כפרמטרים נתונים.
- מצא את העבודה הכוללת המבצע הכוח F על הרכבת.
 - מצא את מהירות הרכבת בכל הנקודות המצוינות באיור.



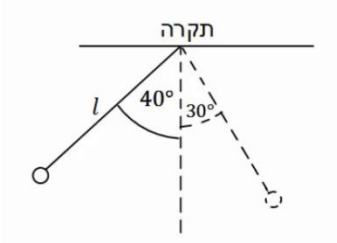
(3) מסה מחליקה במדרון

- מסה $m = 4\text{kg}$ מונחת במנוחה בגובה $h = 5\text{m}$ על מדרון משופע. שיפוע המדרון הוא 30° .
- מצא את מהירות המסה בתחתית המדרון אם אין חיכוך בינה למשטח.
 - חזור על סעיף א' עבור מקרה בו יש חיכוך קינטי ומקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$.
 - חזור על סעיף ב' אם בנוסף לחיכוך יש גם כוח $F = 60\text{N}$, במקביל למדרון ובכיוון תנועת המסה.



4 מטוטלת

מטוטלת בעלת אורך חוט $\ell = 50\text{cm}$ תלויה מהתקרה. מרימים את המטוטלת לזווית של 40° ביחס לאנך מהתקרה ומשחררים ממנוחה.



- א. מהי עבודת כוח המתיחות לאורך התנועה?
 ב. מהי מהירות המטוטלת בתחתית המסלול?
 ג. מהי מהירות המטוטלת לאחר שעלתה לזווית של 30° ?
 ד. מהי הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוטלת?

תשובות סופיות

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

$$W_F = mgH \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$v_F = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (3)$$

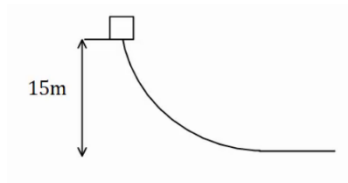
$$W_T = 0 \quad \text{א.} \quad (4)$$

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

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

$$v_F \approx 19.11 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v_F \approx 8.08 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.}$$

$$v_F \approx 1.03 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v_F \approx 1.55 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.}$$

עבודת החיכוך והחום**שאלה****1 גוף נופל ממסלול עקום**

גוף נופל ממנוחה ממעלה גבעה בגובה 15 מטר. בתחתית הגבעה מהירות הגוף היא 5 מטר לשנייה. כמה אנרגיה הלכה לאיבוד לחום? מסת הגוף היא 2 ק"ג.

תשובה

$$Q = 275 \text{ J} \quad (1)$$

אנרגיה פוטנציאלית אלסטית – קפיץ

שאלות

(1) מסה וקפיץ במישור אופקי

מסה $m = 50\text{gr}$ נעה במהירות $v_0 = 5 \frac{m}{sec}$ על משטח אופקי חלק.

המסה נעצרת על ידי קפיץ אופקי אידיאלי (חסר מסה) בעל קבוע קפיץ $k = 10 \frac{N}{m}$.

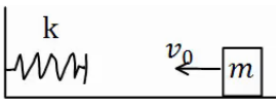
הקפיץ רפוי לפני פגיעת המסה.

א. מהי מהירות המסה כאשר הקפיץ מכווץ 5 ס"מ?

ב. מהו הכיוון המקסימלי אליו מגיע הקפיץ?

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

מקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$ והמרחק ההתחלתי של המסה מקצה הקפיץ הוא 0.5m.



(2) מסה נופלת על קפיץ אנכי

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

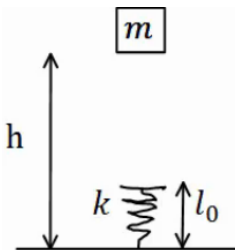
קפיץ אנכי אידיאלי מחובר לרצפה.

אורכו הרפוי של הקפיץ הוא $\ell_0 = 10\text{cm}$, וקבוע הקפיץ הוא $k = 100 \frac{N}{m}$.

א. מהי מהירות המסה רגע לפי פגיעתה בקפיץ?

ב. מהו הכיוון המקסימלי אליו יגיע הקפיץ?

ג. מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע המסה בחזרה?



תשובות סופיות

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

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

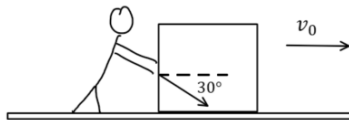
עבודה ואנרגיה – תרגילים

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 של 30 מעלות לכיוון הרצפה.

לארגז ישנה גם מהירות התחלתית, שגודלה $v_0 = 0.2 \frac{m}{s}$,

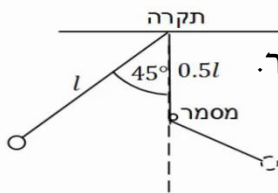


וכיוונה ימינה באיור.

- ציירו תרשים כוחות על הארגז.
- חשבו את העבודה שמבצע כל אחד מהכוחות.
- מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) ומהי העבודה שמבצע הכוח השקול? ודאו כי התוצאה מתיישבת עם התוצאה של סעיף ב'.
- חשבו את מהירותו הסופית של הארגז, משיקולי אנרגיה.
- חשבו את תאוצתו של הארגז משיקולי כוחות ומצאו את מהירותו הסופית באמצעות התאוצה שחישבתם.

(2) מטוטלת עם מסמר

מטוטלת תלויה מהתקרה באמצעות חוט אידיאלי באורך $l = 80\text{cm}$. המטוטלת מוסטת לזווית של 45° ומשוחררת ממנוחה. בגובה $0.5l$ מתחת לנקודת התליה של המטוטלת תקוע מסמר. מצא את הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוטלת בצידה השני של התנועה.

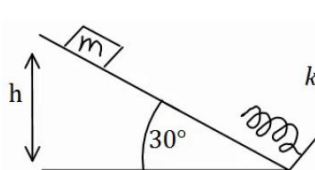


(3) גוף מחליק על מישור משופע ונתקע בקפיץ

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

בתחתית המדרון המסה מתנגשת בקפיץ אידיאלי בעל קבוע קפיץ $k = 100 \frac{N}{m}$

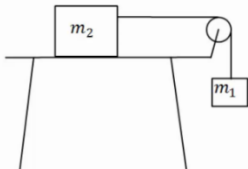
ואורך רפוי של 15 ס"מ.



- מהו הכיוון המקסימלי של הקפיץ ומהו הגובה המקסימלי אליו תחזור המסה אם המשטח חלק? k
- חזור על סעיף א' אם קיים חיכוך בין המשטח למסה, ומקדם החיכוך הקינטי $\mu_k = 0.1$.
- הנח שהחיכוך הסטטי אינו חזק מספיק לעצור את המסה.

(4) מסה על שולחן ומסה תלויה

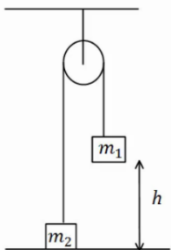
מסה, $m_2 = 4\text{kg}$, נמצאת על שולחן ומחוברת דרך חוט וגלגלת אידיאלית למסה, $m_1 = 2\text{kg}$, התלויה באוויר. גובה המסה m_1 מעל הקרקע הוא $h = 2\text{m}$. המערכת מתחילה לנוע ממנוחה.



- א. מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_1 , אם השולחן חלק.
- ב. מצא את מהירות המסות כתלות בגובה המסה m_1 .
- ג. חזור על סעיף א' כאשר קיים חיכוך עם השולחן, ומקדם החיכוך הוא $\mu_k = 0.2$.
- ד. כמה אנרגיה הלכה לאיבוד כחוס במקרה של סעיף ג'? חשב בשתי צורות.

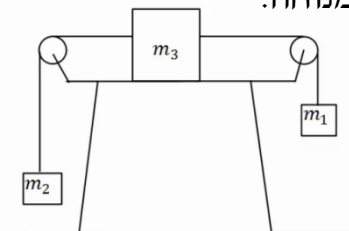
(5) שתי מסות תלויות מהתקרה

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



(6) מסה על שולחן ושתי מסות באוויר

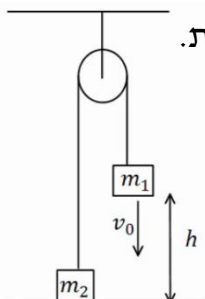
במערכת הבאה שלוש מסות. $m_1 = 5\text{kg}, m_2 = 2\text{kg}, m_3 = 3\text{kg}$. כל הגלגלות והחוטים אידיאליים. המערכת מתחילה ממנוחה.

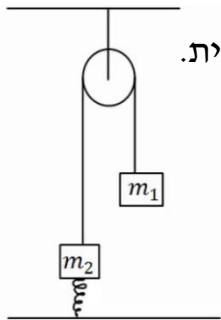


- א. מצא את המהירות כתלות בהעתק של m_1 . הנח שהשולחן חלק.
- ב. חזור על סעיף א' אם יש חיכוך עם השולחן ומקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.2$.

(7) שתי מסות תלויות מהתקרה ודחיפה

במערכת הבאה המסות תלויות מהתקרה באמצעות גלגלת אידיאלית. נתון $m_1 < m_2$ והגובה ההתחלתי של m_1 הוא h . נותנים ל- m_1 מהירות התחלתית כלפי מטה שגודלה 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 .





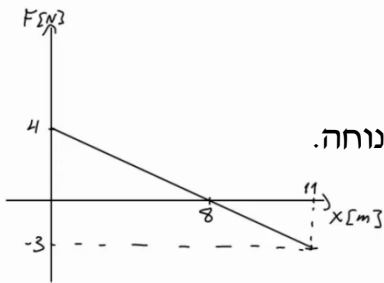
8) שתי מסות תלויות מהתקרה וקפיץ

במערכת הבאה המסות תלויות מהתקרה באמצעות גלגלת אידיאלית. המסה m_2 מחוברת לרצפה באמצעות קפיץ אידיאלי. משחררים את המערכת ממנוחה במצב בו הקפיץ רפוי.

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

- א. מהי התארכות הקפיץ במצב שיווי משקל?
- ב. מהי התארכות המסות במצב שיווי משקל?
- ג. מהי ההתארכות המקסימלית של הקפיץ?

9) גרף של כוח



נתון גרף של כוח הפועל על גוף כתלות במיקום. הכוח הוא הכוח היחיד הפועל על הגוף. מסת הגוף היא $m = 2\text{kg}$ והגוף מתחיל תנועתו ממנוחה.

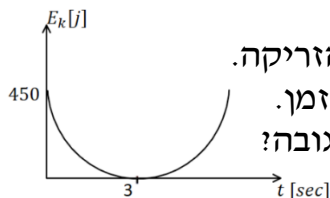
- א. מצא את מהירות הגוף ב- $x = 18\text{m}$.
- ב. מצא את מהירות הגוף ב- $x = 6\text{m}$.

10) כדור מקפץ מאבד אנרגיה

כדור נופל ממנוחה לרצפה מגובה 3m . בכל פעם שהכדור פוגע ברצפה הוא מאבד 8% מהאנרגיה שלו.

- א. מה הגובה המקסימאלי אליו יגיע הכדור לאחר הפגיעה הראשונה?
- ב. מה הגובה המקסימאלי אליו יגיע הכדור לאחר הפגיעה השלישית?
- ג. כמה פעמים יפגע הכדור ברצפה, עד שגובהו המקסימאלי יהיה קטן מ- 80cm ?

11) זריקה אנכית עם גרף של אנרגיה קינטית

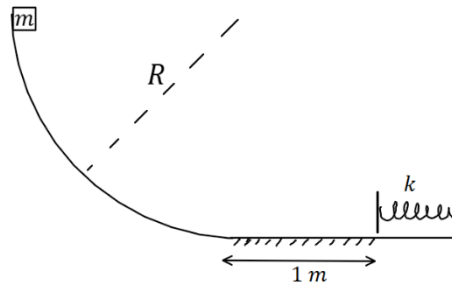


כדור שמסתו 1kg נזרק אנכית כלפי מעלה. מישור הייחוס של האנרגיה הפוטנציאלית נבחר בנקודת הזריקה. הגרף הנתון מתאר את האנרגיה הקינטית כפונקציה של הזמן.

- א. מהי מהירות הזריקה של הכדור ומתי הגיע לשיא הגובה?
- ב. מהו הגובה המקסימאלי אליו הגיע הכדור?
- ג. שרטט גרף של האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור כפונקציה של הזמן. ציין על הגרף מהו הערך המירבי של האנרגיה ומהו הזמן בו חזר הכדור לקרקע.
- ד. חשב את עבודת כוח הכובד:
 - 1. מרגע הזריקה ועד שיא הגובה.
 - 2. מרגע הזריקה ועד שהכדור הגיע לגובה 30m בדרכו חזרה.

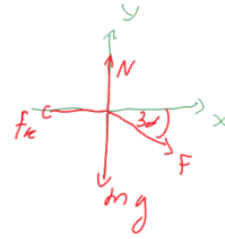
12) גוף מחליק על חצי מעגל ומכווץ קפיץ

- גוף בעל מסה $m = 2\text{kg}$ משוחרר ממנוחה מקצה של מסילה חסרת חיכוך, בצורת רבע 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. בקצה הקטע עם החיכוך נמצא קפיץ רפוי; הגוף פוגע בקפיץ ומכווץ אותו לכיוון מקסימאלי של 0.1 מטר. החלק עליו נמצא הקפיץ חסר חיכוך.
- מהי מהירות הגוף ברגע פגיעתו בקפיץ?
 - מהו קבוע הקפיץ?
 - מהו הגובה המקסימאלי אליו יגיע הגוף, כאשר יחזור אל המסילה המעגלית בפעם הראשונה?



תשובות סופיות

$$W_N = W_{mg} = 0, W_F = 690\text{J}, W_{f_k} = -200\text{J} \quad \text{ב.} \quad \text{א. (1)}$$



$$v_F = 3.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ה.} \quad \text{ד.} \quad W_{\Sigma F} = 490\text{J}, \Sigma F = 250\text{N}, \text{ ציר ה-}x$$

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

$$\text{א. הכיוון: } x = 6.18\text{cm}, \text{ הגובה: } h_F = 1\text{m} \quad \text{(3)}$$

$$\text{ב. הכיוון: } \Delta x = 5.6\text{cm}, \text{ הגובה: } h_F = 0.72\text{m}$$

$$Q = 16\text{J} \quad \text{ד.} \quad v = \sqrt{8} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.} \quad v = \sqrt{\frac{40}{3}} - \frac{20}{3} h \quad \text{ב.} \quad v_{m_1} \approx 3.65 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א. (4)}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(m_1 - m_2)gh}{m_1 + m_2}} \quad \text{(5)}$$

$$v = \sqrt{4.8\Delta x} \quad \text{ב.} \quad v = \sqrt{6\Delta x} \quad \text{א. (6)}$$

$$|v_p| = |v_i| = |v_0| \quad \text{ב.} \quad h_{\min} = \frac{\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_0^2 + (m_1 - m_2)gh}{(m_1 - m_2)g} \quad \text{א. (7)}$$

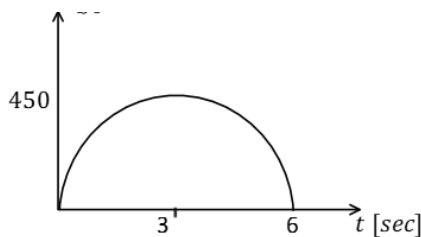
$$\Delta x_{\max} = 4\text{m} \quad \text{ג.} \quad v \approx 2.58 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad x_0 = 2\text{m} \quad \text{א. (8)}$$

$$v(x=6) = 4.12 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad v(x=18) = 3.00 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א. (9)}$$

$$n = 16 \quad \text{ג.} \quad h_{\max} = 2.336\text{m} \quad \text{ב.} \quad h_{\max} = 2.76\text{m} \quad \text{א. (10)}$$

$$450 \quad \text{ג.} \quad 45\text{m} \quad \text{ב.} \quad v_s = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad t = 3\text{sec} \quad \text{א. (11)}$$

$$-300\text{J} \quad \text{ב.} \quad -450\text{J} \quad \text{א.} \quad \text{ד.} \quad \text{א.} \quad \text{ב.} \quad \text{ג.} \quad \text{ד.}$$



$$1.4\text{m} \quad \text{ג.} \quad 6,800 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \text{ב.} \quad 5.83 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{א. (12)}$$

הספק

שאלות

(1) דוגמה 1

- מכונית מתחילה לנסוע ממנוחה ומגיעה למהירות של 100 קמ"ש ב-10 שניות. מסת המכונית היא 1 טון. הניחו כי אין חיכוך עם האוויר.
- א. מהי העבודה שהתבצעה על המכונית?
- ב. מהו ההספק של המנוע בהנחה שהוא קבוע ומנוצל במלואו (הנחה לא נכונה)?

(2) דוגמה 2

- אופנוע נוסע במהירות קבועה של 100 קמ"ש. כנגדו פועל כוח ההתנגדות מהאוויר של 300 ניוטון. מהו ההספק של המנוע, אם נניח שההספק מנוצל במלואו?

(3) הספק ממוצע לשנות מהירות

- איזה כוח קבוע יש להפעיל על מכונית בעלת מסה של 2 טון, כדי לשנות את מהירותה מ- $9 \frac{km}{hr}$ ל- $27 \frac{km}{hr}$ בתוך 4sec?
- מהו ההספק הממוצע של כוח זה?

(4) רכבת צעצוע חשמלית

- רכבת צעצוע חשמלית מורכבת מ 10 קרונות. הקרון הראשון והשני מכילים מנוע חשמלי ושוקלים 2 ק"ג כל אחד. שאר הקרונות עמוסים בצעצועים ושוקלים 3 ק"ג כל אחד. כל אחד מן המנועים מייצר הספק קבוע של 0.2KW.
- א. כמה זמן ייקח לרכבת להגיע למהירות של 10 מטר לשנייה אם התחילה לנוע ממנוחה?
- ב. מהי האנרגיה הקינטית של הקרון הראשון ומהי האנרגיה הקינטית של הקרון השני, כאשר הרכבת נעה במהירות שחישבת בסעיף א'?
- ג. חשב את העבודה שביצע הכוח שפעל בחיבור בין הקרון הראשון לשני על הקרון השני בזמן ההאצה.
- ד. חשב את העבודה שביצע הכוח שפעל בחיבור בין הקרון השני לשלישי על הקרון השלישי בזמן ההאצה.
- ה. הרכבת מגיעה לעלייה עם שיפוע של 2 מעלות, מה צריך להיות הספק המנועים (בהנחה שהם שווים) על מנת שהרכבת תישאר במהירות קבועה של 10 מטר לשנייה?



(5) הספק כאשר נתון המיקום כתלות בזמן

כוח יחיד פועל על גוף שמסתו 4kg, הכוח פועל בכיוון התנועה

והמיקום כתלות בזמן של הגוף הוא: $x(t) = 2 + 3t + t^2$ ביחידות m.k.s.

א. מהי העבודה שמבצע הכוח במשך 3 השניות הראשונות של התנועה?

ב. מהו ההספק של הכוח ב- $t = 2 \text{ sec}$?

תשובות סופיות

$$\Delta E_k \approx 385,800 \text{ j} = W_{\sum \vec{F}} \quad \text{א. (1)} \quad \text{ב. } p = 51.7 \text{ HP}$$

$$p = 11.18 \text{ HP} \quad \text{(2)}$$

$$F = 2500 \text{ N}, \quad \bar{p} = 16.76 \text{ HP} \quad \text{(3)}$$

$$\Delta t = 3.5 \text{ sec} \quad \text{א. (4)} \quad \text{ב. } E_{k_1=100 \text{ j}} = E_{k_2}$$

$$W_{3 \rightarrow 2} = 1200 \text{ j} \quad \text{ד. (5)}$$

$$W = 144 \text{ j} \quad \text{א. (5)} \quad \text{ב. } p(t=2) = 56 \text{ W}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = 600 \text{ j} \quad \text{ג.}$$

$$p = 97.7 \text{ W} \quad \text{ה.}$$

הספק:

שאלות:

(1) דוגמה 1

- מכונית מתחילה לנסוע ממנוחה ומגיעה למהירות של 100 קמ"ש ב-10 שניות. מסת המכונית היא 1 טון. הניחו כי אין חיכוך עם האוויר.
- א. מהי העבודה שהתבצעה על המכונית?
- ב. מהו ההספק של המנוע בהנחה שהוא קבוע ומנוצל במלואו (הנחה לא נכונה)?

(2) דוגמה 2

- אופנוע נוסע במהירות קבועה של 100 קמ"ש. כנגדו פועל כוח ההתנגדות מהאוויר של 300 ניוטון. מהו ההספק של המנוע, אם נניח שההספק מנוצל במלואו?

(3) הספק ממוצע לשנות מהירות

- איזה כוח קבוע יש להפעיל על מכונית בעלת מסה של 2 טון כדי לשנות את מהירותה מ- $9 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ ל- $27 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ בתוך 4 sec?
- מהו ההספק הממוצע של כוח זה?

(4) רכבת צעצוע חשמלית

- רכבת צעצוע חשמלית מורכבת מ 10 קרונות. הקרון הראשון והשני מכילים מנוע חשמלי ושוקלים 2 ק"ג כל אחד. שאר הקרונות עמוסים בצעצועים ושוקלים 3 ק"ג כל אחד. כל אחד מן המנועים מייצר הספק קבוע של 0.2KW.
- א. כמה זמן ייקח לרכבת להגיע למהירות של 10 מטר לשנייה, אם התחילה לנוע ממנוחה?
- ב. מהי האנרגיה הקינטית של הקרון הראשון ומהי האנרגיה הקינטית של הקרון השני, כאשר הרכבת נעה במהירות שחישבת בסעיף א'?
- ג. חשב את העבודה שביצע הכוח שפעל בחיבור בין הקרון הראשון לשני על הקרון השני בזמן ההאצה.
- ד. חשב את העבודה שביצע הכוח שפעל בחיבור בין הקרון השני לשלישי על הקרון השלישי בזמן ההאצה.
- ה. הרכבת מגיעה לעלייה עם שיפוע של 2 מעלות, מה צריך להיות ההספק המנועים (בהנחה שהם שווים), על מנת שהרכבת תישאר במהירות קבועה של 10 מטר לשנייה?



5) הספק כאשר נתון מיקום כתלות בזמן

כוח יחיד פועל על גוף שמסתו 4kg , הכוח הפועל בכיוון התנועה והמיקום

כתלות בזמן של הגוף הוא: $x(t) = 2 + 3t + t^2$ ביחידות m.k.s.

א. מהי העבודה שמבצע הכוח במשך 3 השניות הראשונות של התנועה?

ב. מהו ההספק של הכוח ב- $t = 2\text{sec}$?

תשובות סופיות:

- (1) $\Delta E_k \approx 385,800\text{J} = W_{\sum \vec{F}}$ א. $p = 51.7\text{HP}$ ב.
- (2) $p = 11.18\text{HP}$
- (3) $F = 2500\text{N}$, $\bar{p} \approx 16.76\text{HP}$
- (4) $\Delta t = 3.5\text{sec}$ א. $E_{k_1} = 100\text{J} = E_{k_2}$ ב. $W_{1 \rightarrow 2} = 600\text{J}$ ג.
- ד. $W_{3 \rightarrow 2} = 1200\text{J}$ ה. $p = 97.7\text{W}$
- (5) א. $W = 144\text{J}$ ב. $p(t=2) = 56\text{W}$

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

פרק 2 - תנועה מעגלית

תוכן העניינים

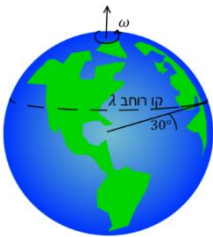
26	1. תיאוריה ודוגמאות
(ללא ספר)	2. תאוצה זוויתית
30	3. תרגילים נוספים

תיאוריה ודוגמאות:

שאלות:



- (1) חישוב מהירות זוויתית של מחוגי שעות
 חשב את המהירות הזוויתית של מחוג השניות,
 מחוג הדקות ומחוג השעות בשעון מחוגים.



- (2) חישוב 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 במעגל אופקי עם מהירות

זוויתית של $\omega = 3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$. התעלם מכוח הכובד. $m = 2\text{kg}$.

א. מהי המהירות הקווית של האבן?

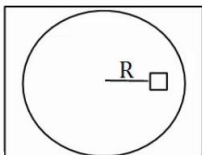
ב. מהי המתוחות בחוט?

(4) מסה על דיסק



מבט תת מימדי

מבט על



מסה M מונחת על דיסק החופשי להסתובב מעל שולחן אופקי.
 המסה נמצאת במרחק R ממרכז הדיסק, ובין המסה למשטח
 יש חיכוך. מסובבים את הדיסק במהירות זוויתית ω
 ונתון כי המסה אינה זזה ביחס לדיסק.

א. האם החיכוך בין הדיסק למסה קינטי או סטטי?

ב. מהו גודלו וכיוונו של כוח החיכוך?

ג. מהי המהירות הזוויתית המקסימלית שבה ניתן לסובב
 את הדיסק ככה שהמסה לא תחליק?

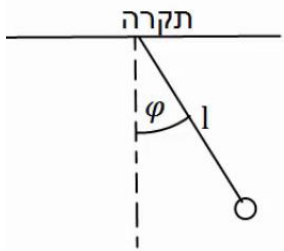
נתון μ_s .

(5) גוף מסתובב במהירות קבועה

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

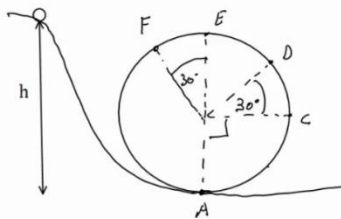
- מהי המהירות הזוויתית של הגוף?
- מהי התדירות וזמן המחזור של הגוף?
- כמה זמן לקח לגוף לעשות שניים וחצי סיבובים?

(6) מטוטלת אופקית



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

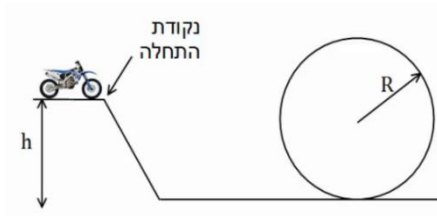
(7) כדור בלופ



כדור קטן מאוד מתחיל להתגלגל ממנוחה מגובה $h = 6\text{m}$ ונכנס לתוך מעגל אנכי. נתון שהכדור משלים סיבוב ואין חיכוך בינו לבין הרצפה. רדיוס המעגל הוא $R = 2\text{m}$.

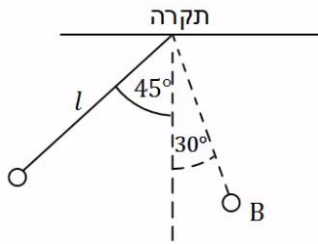
- מצא את מהירות הכדור בכל הנקודות באיור. (רמז: שימור אנרגיה).
- מצא את התאוצה הרדיאלית של הכדור באותן נקודות.
- מצא את התאוצה בכיוון המשיק באותן נקודות.
- מצא את גודל התאוצה הכוללת באותן נקודות.

(8) רוכב אופנוע במעגל אנכי



רוכב אופנוע מתחיל תנועתו מנקודת ההתחלה שבציר. מהי המהירות ההתחלתית המינימלית הנדרשת עבור הרוכב, כך שיוכל להשלים את הסיבוב האנכי?

הנח שהרוכב אינו משתמש במנוע לאחר נקודת ההתחלה. נתון: h, R .

9) כוחות במטוטלת

מטוטלת משוחררת ממנוחה מזווית של 45° מעלות.

אורך החוט הוא l והמסה היא m .

א. מהי מהירות המסה בתחתית המסלול?

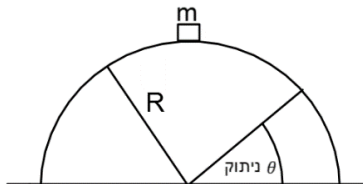
ב. מהי המתחיות בחוט ברגע זה?

ג. מהי מהירות המסה בנקודה B הנמצאת

בזווית 30° מעלות?

ומהי המתחיות בחוט באותה נקודה?

ד. מהי המתחיות בחוט בשיא הגובה וברגע השחרור?

10) קופסה מחליקה על גבעה מעגלית

קופסה במסה m מונחת על ראש גבעה בצורת

חצי מעגל ברדיוס R .

הקופסה מתחילה להחליק לאחד הצדדים

ממנוחה כאשר אין חיכוך בינה לבין הגבעה.

מצא באיזה זווית הקופסה תתנתק מהגבעה.

תשובות סופיות:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

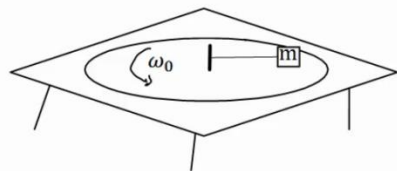
$$\text{ד. } T = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ mg}$$

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

תרגילים נוספים:

שאלות:

(1) מסה על דיסק קשורה בחוט



מסה m נמצאת על דיסק המסתובב על גבי שולחן. המסה קשורה בחוט למוט במרכז השולחן. המוט מסתובב ביחד עם כל הדיסק. נתון כי המסה מסתובבת עם הדיסק במהירות זוויתית ω_0 .

מהי המתיחות בחוט אם אורכו L ?

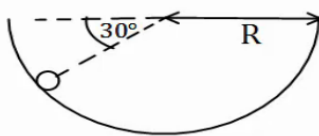
(2) קרוסלה בלונה פארק



במתקן בלונה פארק ישנה קרוסלה מסתובבת אליה קשורים כבלים עם כסאות, ראה תמונה. רדיוס "הכתר" הוא $R = 5\text{m}$ אורך כל כבל הוא $l = 4\text{m}$. הזווית ביחס לאנך לרצפה בה נטוי כל כבל היא 40° מעלות.

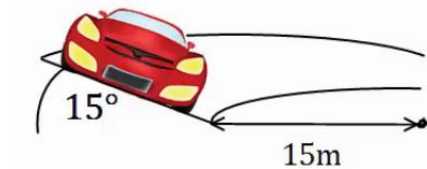
כמה זמן לוקח לקרוסלה להשלים סיבוב? שים לב שרדיוס הכתר הוא לא רדיוס הסיבוב.

(3) כדור בקערה כדורית



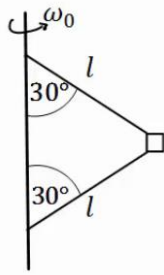
כדור קטן מונח בתוך קערה חצי כדורית בעלת רדיוס R . מניחים את הכדור בזווית של 30° מעלות ביחס לאופק ונותנים לו מהירות התחלתית לתוך הדף. מהו גודל המהירות ההתחלתית הדרוש, כך שהכדור יישאר בתנועה מעגלית בגובה קבוע?

(4) מכונית במחלף



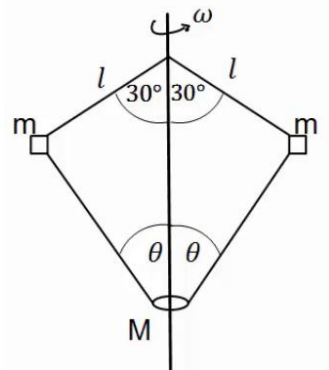
מכונית נוסעת על מחלף משופע. זווית השיפוע של המחלף היא 15° מעלות. רדיוס הסיבוב של המחלף הוא 15 מטרים. אם נניח שלמכונית אין חיכוך עם הכביש, מה המהירות בה צריכה לנסוע המכונית על מנת לא להחליק?

(5) מסה קשורה לעמוד מסתובב



בציור הבא מסה m קשורה דרך שני חוטים למוט, המסתובב במהירות זוויתית נתונה ω_0 . אורך החוטים זהה ונתון l . הזווית של החוטים עם המוט היא 30° מעלות. מהי המתיחות בכל חוט?

(6) שתי מסות קשורות למוט מסתובב וחרוז



בציור הבא 2 מסות זהות $m = 200g$ קשורות למוט מסתובב, באמצעות חוטים באורך $l = 20cm$. המסות קשורות גם לחרוז בעל מסה $M = 0.5kg$, באמצעות שני חוטים נוספים באורך לא ידוע. החרוז חופשי לנוע לאורך המוט. המוט מסתובב במהירות זוויתית $\omega = 20 \frac{rad}{sec}$ וכל המערכת איתו. הזוויות של החוטים עם המוט נתונות באיור. מהי המתיחות בכל חוט ומהי הזווית θ ?

(7) מסה על שולחן מסתובב קשורה לשתי מסות

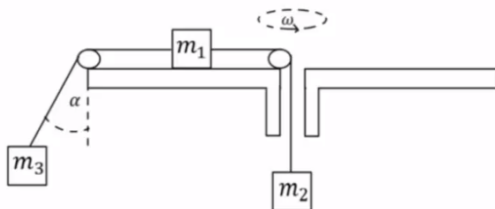
גוף שמסתו $m_1 = 5kg$ מונח על דיסק חלק המסתובב במהירות זוויתית $\omega = 2 \frac{rad}{sec}$. הגוף קשור מצד אחד למסה $m_2 = 3kg$ באמצעות חוט העובר דרך חור במרכז הדיסק. מצד שני הגוף קשור למסה $m_3 = 1kg$ באמצעות חוט היוצא מקצה הדיסק בזווית α , לא ידועה, ביחס לאנך מהדיסק. רדיוס הסיבוב של כל אחד מהגופים קבוע. נתון כי הרדיוס של m_1 הוא $R_1 = 0.3m$.

א. ציירו את הכוחות הפועלים על כל גוף בנפרד.

ב. מהי המתיחות בכל חוט?

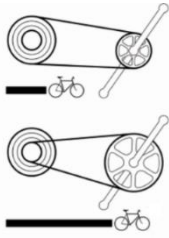
ג. מהי הזווית α ?

ד. מהו R_3 ?



8) הילוכי אופניים

הילוכים של אופניים מורכבים משני גלגלי שיניים ברדיוסים שונים ושרשרת המקיפה את שני הגלגלים. כאשר השרשרת מתוחה האורך שלה קבוע. מצאו את הקשר בין מהירות הסיבוב של גלגלי השיניים אם הרדיוסים שבהם מקיפה השרשרת כל אחד מהגלגלים ידועים.


9) חוט נקרע במעגל אנכי גבוה*

כדור קטן שמסתו m קשור לקצהו של חוט שאורכו l . הכדור מסתובב במעגל אנכי שמרכזו בגובה $2l$ מעל הרצפה. כאשר החוט מתוח והכדור נמצא אנכית מעל ציר סיבוב מעניקים לו מהירות אופקית v_0 .

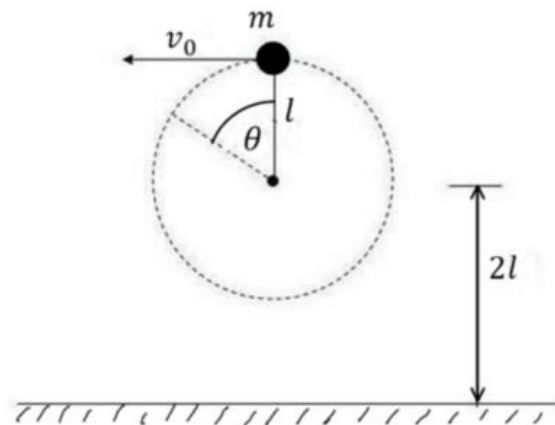
א. מה המהירות המינימלית v_0 הנדרשת כדי שהכדור יבצע תנועה מעגלית שלמה?

ב. מעניקים לכדור מהירות התחלתית: $v_0 = 1.5\sqrt{gl}$.

אם החוט נקרע ברגע שמתחילתו עולה על $5.25mg$ מצאו את הזווית θ שבה יקרע החוט.

ג. מה המהירות הכדור ברגע שהחוט נקרע, אם נתון ש: $l = 2m$?

ד. תוך כמה זמן מרגע קריעת החוט יפגע הכדור ברצפה?



תשובות סופיות:

$$T = m\omega_0^2 L \quad (1)$$

$$t \approx 5.98 \text{ sec} \quad (2)$$

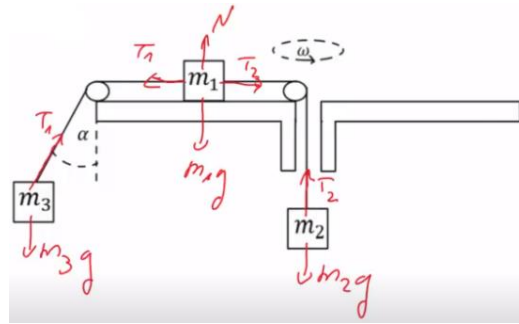
$$v_0 = \sqrt{\frac{3}{2}} Rg \quad (3)$$

$$v \approx 6.34 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (4)$$

$$T_1 = \frac{1}{2} m\omega_0^2 l + \frac{1}{\sqrt{3}} mg, \quad T_2 = \frac{1}{2} \left(m\omega_0^2 l - \frac{2}{\sqrt{3}} mg \right) \quad (5)$$

$$T_1 \approx 5.2 \text{ N}, \quad T_2 \approx 5.95 \text{ N}, \quad \theta \approx 65.16^\circ \quad (6)$$

$$T_1 = 24 \text{ N}, \quad T_2 = 30 \text{ N} \quad \text{ב.} \quad \text{א.} \quad (7)$$



$$R_3 \approx 5.5 \text{ m} \quad \text{ד.}$$

$$\alpha \approx 65^\circ \quad \text{ה.}$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (8)$$

$$0.3 \text{ sec} \quad \text{ז.}$$

$$10 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ח.}$$

$$110^\circ \quad \text{ט.}$$

$$\sqrt{gl} \quad \text{י.} \quad (9)$$

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

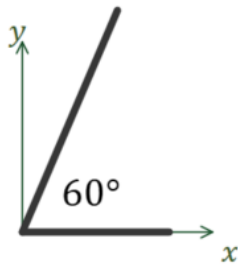
פרק 3 - מרכז מסה

תוכן העניינים

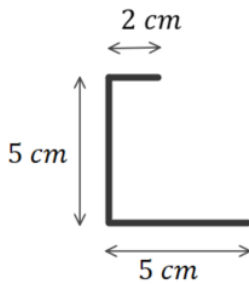
1. הסבר בסיסי על מרכז מסה 34
2. תנועה לפי הכוחות החיצוניים (ללא ספר) 34
3. שני תרגילים 35

הסבר בסיסי על מרכז מסה:

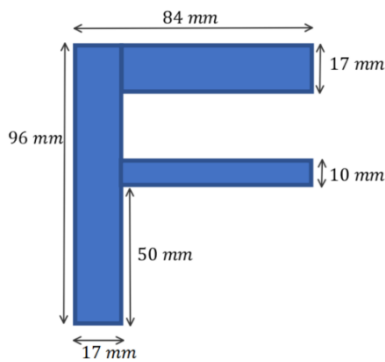
שאלות:



- (1) דוגמה - מרכז מסה של שני מוטות בזווית**
 המערכת המתוארת באיור מורכבת משני מוטות בעלי צפיפות אחידה.
 מוט ראשון באורך 3c.m נמצא לאורך ציר ה-x ומסתו 2kg, מוט שני נמצא בזווית 60° עם ציר ה-x החיובי אורכו 5c.m ומסתו 3kg.
 מצאו את מרכז המסה של המערכת (ביחס לראשית).



- (2) דוגמה - מרכז מסה של האות נ**
 המערכת המתוארת באיור מורכבת ממוט בעל צפיפות מסה אחידה המכופף בצורת האות "נ" בתמונת מראה. מצאו את מיקום מרכז המסה של המערכת ביחס לפינה השמאלית התחתונה.



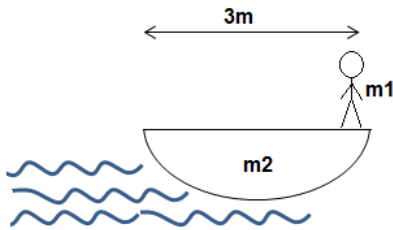
- (3) דוגמה - מרכז מסה של F**
 מרכיבים את האות F מלוחות בעלי צפיפות מסה אחידה ליחידת שטח.
 המימדים של כל הלוחות נתונים באיור.
 א. מצאו את מרכז המסה של המערכת ביחס לפינה השמאלית התחתונה של האות.
 ב. מהו מרכז המסה של המערכת ביחס לפינה הימנית התחתונה של האות?

תשובות סופיות:

- (1)** $x_{c.m} = 1.35c.m$, $y_{c.m} = 1.3c.m$
(2) $x_{c.m} = 1.2c.m$, $y_{c.m} = 1.875c.m$
(3) א. $x_{c.m} = 31mm$, $y_{c.m} = 62mm$.
 ב. $x_{c.m} = 14mm$, $y_{c.m} = 62mm$.

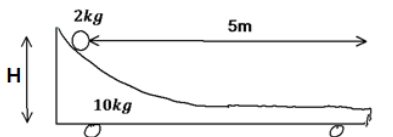
שני תרגילים:

שאלות:



(1) נער על סירה

אדם עומד בקצה סירה באורך 3 מטר.
 מסת האדם היא 70 קילוגרם ומסת
 הסירה 100 קילוגרם.
 האדם התקדם 2 מטרים לאורך הסירה.
 כמה זזה הסירה?
 (הזנח את החיכוך בין המים לסירה).
 נתון: $m_1 = 70\text{kg}$, $m_2 = 100\text{kg}$.



(2) כדור על קרונית

כדור מונח על קרונית משופעת הנמצאת במנוחה.
 הכדור מונח בגובה $H = 1\text{m}$ ובמרחק של 5m מטר
 מקצה הקרונית.

מסת הקרונית: $m_1 = 10\text{kg}$, מסת הכדור: $m_2 = 2\text{kg}$.

א. מצא את העתק הקרונית כאשר הכדור מגיע לקצה.

ב. מצא את מהירות הגופים אם נתון שמהירות הכדור בקצה הקרונית

היא רק בכיוון ציר ה-x.

תשובות סופיות:

$$x = \frac{14}{17} \text{ m} \quad (1)$$

$$\Delta x_1 = -\frac{10}{12} \text{ m} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\text{ב.} \quad u_2 \approx 4.08 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, \quad u_1 \approx -0.82 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

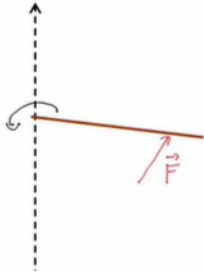
פרק 4 - מומנט כוח

תוכן העניינים

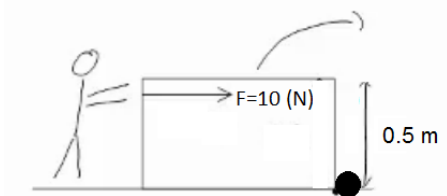
1. מומנט כוח - הסבר..... 36
2. מכפלה וקטורית..... (ללא ספר) 36
3. תרגיל - מומנטים על משולש..... 37
4. פיתוח, מדוע מתייחסים לכוח הכובד כאילו פועל במרכז המסה..... (ללא ספר) 37
5. משוואת מומנטים..... (ללא ספר) 37
6. תרגיל - שני פועלים מחזירים מנשא..... 38
7. תרגילים מסכמים..... 39

מומנט כוח - הסבר:

שאלות:



- (1) דוגמה לחישוב מומנט (מוט)
 נתון מוט אשר מקובע בקצהו ומסתובב נגד כיוון השעון.
 מופעל כוח F .
 חשב את מומנט הכוח.



- (2) מרחק אפקטיבי דוגמה
 אדם דוחף ארגז בגובה 0.5m ומפעיל כוח F
 (ראה תמונה).
 לארגז אין חיכוך עם המשטח.
 האדם דוחף את הארגז ללא כל בעיה עד
 שנתקע באבן והארגז מתהפך
 (מיקום האבן הופך לציר הסיבוב).
 חשב את מומנט הכוח.

תשובות סופיות:

$$\vec{\tau} = F_0 \times \hat{z} \quad (1)$$

$$|\vec{\tau}| = 10 \cdot 0.5\text{m} \quad (2)$$

תרגיל - מומנטים על משולש:

שאלות:

(1) מומנטים על משולש

המשולש בתמונה הוא משולש שווה צלעות עם אורך צלע נתונה a .

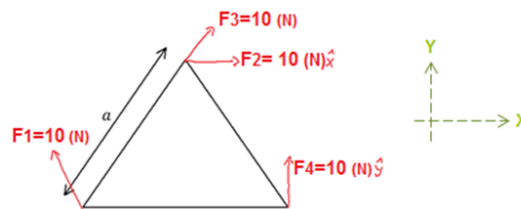
א. חשב את המומנטים של הכוחות בתמונה סביב הפינה השמאלית של המשולש.

ב. נתונה המסה של המשולש M ונתון גם כי מרכז המסה של המשולש

$$\text{נמצא בנק': } \left(\frac{1}{2}a, \frac{1}{2\sqrt{3}}a \right)$$

חשב את מומנט הכוח של כוח הכובד.

ג. חשב שוב את המומנטים סביב ציר העובר במרכז המסה של המשולש, הנח כי הזווית בין F_1 לדופן המשולש היא 60 מעלות.



תשובות סופיות:

$$\tau_g = -Mg \frac{1}{2}a \quad \text{ב.} \quad \tau_1 = 0!, \quad \vec{\tau}_2 = -5 \cdot \sqrt{3}a, \quad \vec{\tau}_3 = 0!, \quad \tau_4 = 10a \quad \text{א.} \quad (1)$$

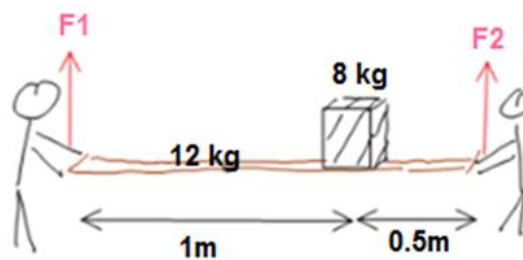
$$\tau_1 = \frac{-10a}{\sqrt{3}}, \quad \tau_2 = -10 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}a, \quad \tau_3 = -\frac{1}{\sqrt{3}}a \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ, \quad \tau_4 = 10 \cdot \frac{1}{2}a, \quad \tau_g = 0 \quad \text{ג.}$$

תרגיל - שני פועלים מחזיקים מנשא:

שאלות:

(1) שני פועלים מחזיקים מנשא

שני פועלים מחזיקים מנשא מעץ שמסתו 12kg ואורכו 1.5m. על המנשא, במרחק של 0.5m מהפועל הימני, מונח ארגז בעל מסה של 8kg. בהנחה כי המערכת במנוחה, מצאו את הכוח שמפעיל כל פועל (ראה איור).



תשובות סופיות:

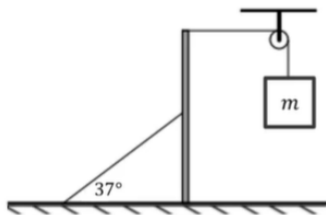
$$F_2 = 113.333\text{N}, F_1 = 86.666\text{N} \quad (1)$$

תרגילים מסכמים:

שאלות:

(1) מוט עומד מחובר לחוט ומשקולת

מוט אחיד מונח על משטח אופקי לא חלק, כמוראה בתרשים. המוט מחובר במרכזו לחוט אידיאלי שקצהו השני קשור למשטח ויוצר עימו זווית של 37° . הקצה העליון של המוט מחובר באמצעות חוט אופקי אידיאלי וגלגלת אל משקולת שמסתה $m = 7\text{kg}$. המערכת נמצאת במנוחה.



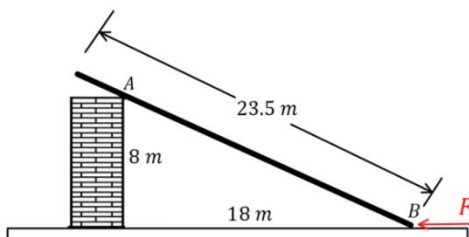
א. מהי המתיחות בחוט המחובר אל המשטח?

ב. מהו כוח החיכוך שמפעיל המשטח האופקי על המוט?

(2) קורה על קיר אנכי

באיור לשאלה זו מתוארת קורה אחידה שאורכה הכולל הוא 23.5m . מסת הקורה היא 140kg .

הקורה נשענת בנקודה A על קיר אנכי חלק שגובהו 8m .



קצה הקורה מונח על הרצפה בנקודה B במרחק 18m מהקיר ובקצה הזה פועל כוח אופקי F , כמתואר באיור.

מקדם החיכוך הסטטי שבין הקורה הרצפה הוא $\mu_s = 0.3$.

מהו F המקסימלי הניתן להפעיל כך שהקורה תישאר במנוחה?

(3) מוט נשען על כדור

נתון מוט דק שאורכו $L = 3.5\text{m}$ ומסתו $m = 7\text{kg}$. הנשען על כדור חסר חיכוך המודבק לרצפה כמתואר בשרטוט.

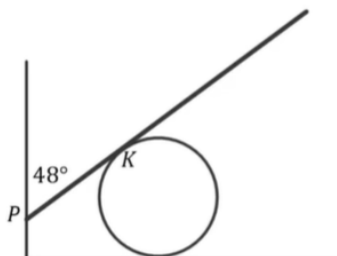
נקודת המגע של המוט בכדור היא הנקודה K.

בקצהו השמאלי נוגע המוט בקיר בעל חיכוך

בנקודה P, הזווית שיוצר המוט יחסית לקיר

היא 48° . מקדם החיכוך הסטטי שבין הקיר למוט

הוא $\mu_s = 0.15$.

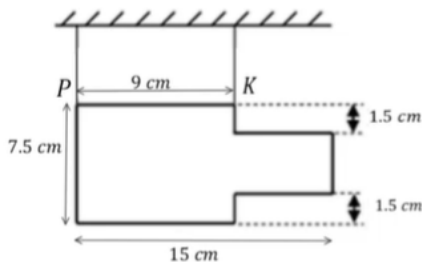


א. מהו הכוח שמפעיל הכדור על המוט אם

נתון שקצהו הימני של המוט נמצא על סף תנועה כלפי מטה?

ב. מהו המרחק בין הנקודות P ו-K במצב זה?

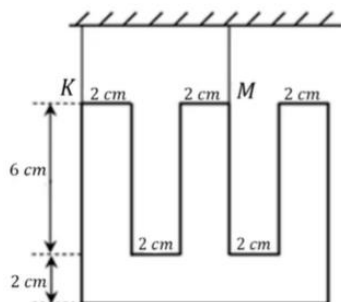
(4) טבלה מעץ



טבלה העשויה עץ בעלת עובי אחיד שמסתה 400 גר' וצורתה כמתואר בתרשים, תלויה בשני חוטים בנקודות K ו-P.

- א. חשב את מרכז הכובד של הטבלה ביחס למערכת צירים שראשיתה ממוקמת בנקודה P.
- ב. מצא את המתיחות בשני החוטים.

(5) שלט בצורת האות ש

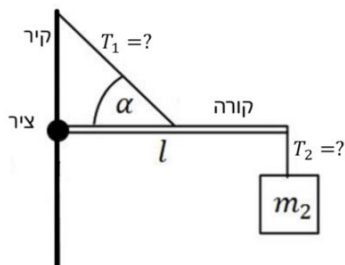


שלט העשוי מחומר אחיד בצורת האות "ש" (כמשורטט), שמסתו 4 ק"ג, נתלה בשני חוטים בנקודות K ו-M.

- א. חשבו את מרכז המסה של השלט ביחס למערכת צירים שראשיתה ממוקמת בנקודה K.
- ב. מצאו את המתיחות בשני החוטים.

(6) מסה תלויה על קורה שמחוברת לקיר

קורה בעלת מסה m_1 ואורך l מחוברת לקיר באמצעות ציר. בקצה הקורה קשורה מסה m_2 התלויה במנוחה.

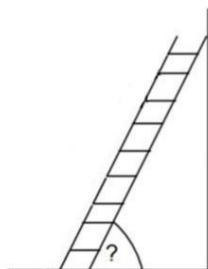


- א. מאמצע הקורה יוצא חוט בזווית הקשור חזרה לקיר, הזווית שיוצר החוט עם הקורה היא α .
- א. מהי המתיחות בחוטים?
- ב. מהו הכוח (גודל וכיוון) שמפעיל הציר?

(7) סולם נשען על קיר

סולם נשען על קיר.

- קיים חיכוך סטטי בין הסולם לרצפה וגם בין הסולם לקיר. מקדם החיכוך הסטטי בין הסולם לרצפה ובין הסולם לקיר הוא μ_s . אורך הסולם הוא L וניתן להניח שמסתו מפולגת בצורה אחידה.
- מהי הזווית המינימלית עם הרצפה כך שהסולם לא יחליק?



(8) אדם עומד על סולם שנשען על קיר

אדם עומד על סולם שנשען על קיר.

אורך הסולם הוא L וניתן להניח שמסתו מפולגת

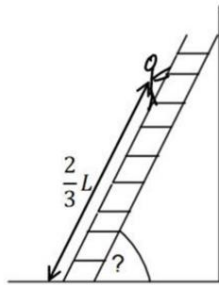
בצורה אחידה. האדם עומד על הסולם כשמרחקו מהקצה התחתון של הסולם הוא שני שליש מאורך הסולם.

קיים חיכוך סטטי בין הסולם לרצפה וגם בין הסולם לקיר.

מקדם החיכוך הסטטי בין הסולם לרצפה ובין הסולם לקיר

הוא μ_s . מסת האדם כפולה ממסת הסולם.

מהי הזווית המינימלית עם הרצפה כך שהסולם לא יחליק?



(9) מומנטים על שער

שער שגובהו h ואורכו l מחובר לקיר בשני צירים a ו- b .

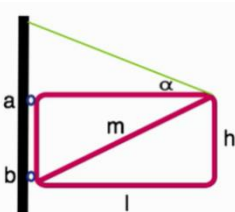
על מנת להקל על הציר העליון חיברו לשער כבל ומתחו

אותו עד אשר הכוח האופקי בנקודה a מתאפס.

א. מהי המתוחות בכבל?

ב. מהו הכוח האופקי הפועל על הציר b ?

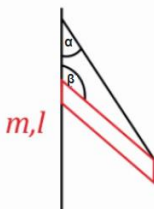
ג. מהו סכום הכוחות האנכיים המופעלים על שני הצירים?



(10) גגון מוחזק אל קיר

גגון מוחזק אל קיר בעזרת חבל וחיכוך כמתואר בשרטוט.

מצא את הכוחות הפועלים על הגגון.

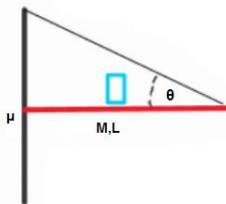


(11) מסה על גגון מחליק

גגון מוחזק לקיר בעזרת חיכוך בלבד לפי הנתונים שבשרטוט.

מהו המרחק הקטן ביותר מהקיר בו ניתן לשים את המסה m

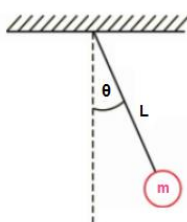
מבלי לגרום לגגון להחליק מהקיר?



(12) מטוטלת מתמטית

מצא את מומנט הכוח המופעל על מטוטלת מתמטית

כפונקציה של הזווית מהאנך.

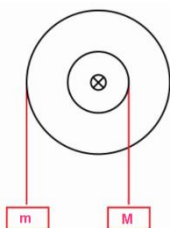


(13) מנוף מדיסקה כפולה

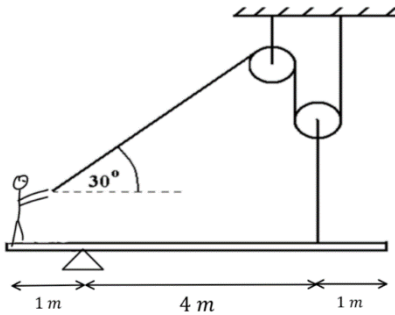
נתונה המערכת שבשרטוט.

רשום את כל הכוחות הפועלים על הדיסקה

ומצא את יחס הרדיוסים בין שתי הדיסקות.



14) אדם על קורה מחזיק בחוט ושתי גלגלות



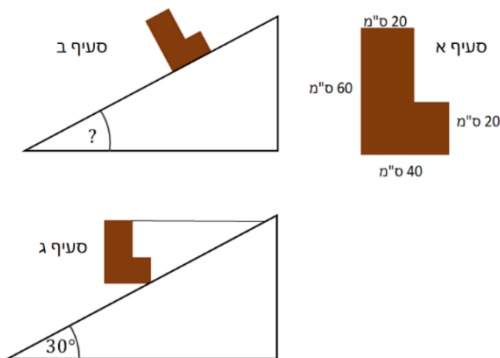
אדם שמסתו 65kg עומד בקצה קורה שמסתה 40kg. הקורה מונחת על ציר הנמצא במרחק 1m מהאדם. האורך הכולל של הקורה הוא 6m. האדם מחזיק בחוט העובר דרך שתי גלגלות כפי שמתואר באיור. הגלגלת השמאלית מחוברת לתקרה, הגלגלת הימנית לקורה במרחק 1m מהקצה השני.

- א. מהו הכוח בו האדם צריך למשוך את החבל כדי לשמור על מצב של שיווי משקל?
- ב. מהם רכיבי הכוח שהציר מפעיל על הקורה?
- ג. מהו מקדם החיכוך הסטטי המינימאלי בין האדם לקורה כדי שהאדם לא יחליק מהקורה?

15) L על מישור משופע*

באיור נתון גוף משטחי בצורת L.

צפיפות המסה של הגוף היא: $\sigma = 5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$.

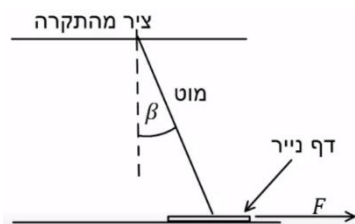


- א. מהו מרכז המסה של הגוף ביחס לפינה התחתונה השמאלית?
- ב. מניחים את הגוף על מישור משופע. מהי הזווית המקסימאלית של המישור עבורה הגוף לא יתהפך?
- ג. קושרים את הגוף למישור באמצעות חוט אופקי מהפינה הימנית העליונה ומותחים את החוט עד שהגוף מתיישר במקביל לקרקע.

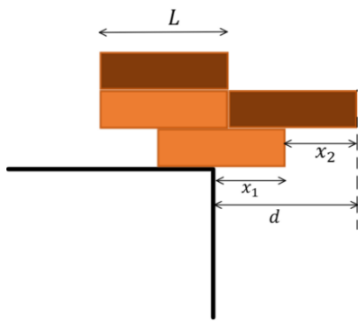
מהי המתוחות בחוט במצב זה אם זווית המישור היא 30° והגוף במנוחה.

16) מוט נשען על דף נייר*

מוט בעל אורך L ומסה M מחובר לתקרה באמצעות ציר. בקצהו השני המוט מונח על דף נייר המונח על הרצפה. מסת דף הנייר זניחה. הזווית בין המוט לאנך היא β ומקדם החיכוך הסטטי בין המוט לנייר ובין הנייר לרצפה הוא μ_s .

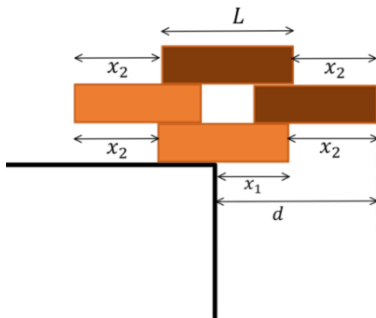


- א. מושכים את הנייר ימינה בכוח F. מהו הכוח המינימלי הדרוש בשביל להוציא את הנייר מתחת למוט? הנח שהמוט נשאר במנוחה.
- ב. חזור על סעיף א' אם הכוח פועל שמאלה.



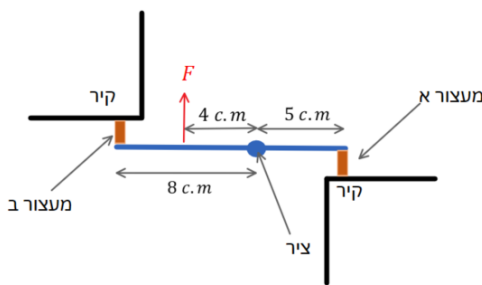
17) ערימת קוביות 1

ערימת קוביות מורכבת מ-4 קוביות זהות באורך L . הקוביות מסודרות באופן שמתואר באיור. מהו המרחק d המקסימאלי האפשרי כך שהערימה לא תיפול מהשולחן. מהם x_1 ו- x_2 במצב זה?



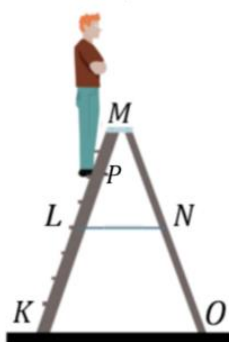
18) ערימת קוביות *2

ערימת קוביות מורכבת מ-4 קוביות זהות באורך L . הקוביות מסודרות באופן שמתואר באיור. מהו המרחק d המקסימאלי האפשרי כך שהערימה לא תיפול מהשולחן. מהם x_1 ו- x_2 במצב זה?



19) מוט עם שני מעצורים מגומי**

באיור ישנו מוט באורך 13c.m. המחובר בציר הנמצא במרחק 5c.m. מהקצה הימני בשני הקצוות של המוט ישנם מעצורים זהים העשויים מגומי. מפעילים כוח $F = 200N$ במרחק 4c.m. שמאלה מהציר, הכוח גורם לכיווץ קטן של המעצורים. המערכת אופקית, כלומר כוח הכובד פועל לתוך הדף וניתן להתעלם ממנו. מהו הכוח שפועל על כל מעצור? רמז: התייחס למעצורים כמו קפיצים בעלי קבוע k זהה.



20) אדם על סולם עם שתי רגליים**

אדם עומד על סולם בעל שתי רגליים המחוברות באמצעות כבל במרכז הסולם. משקל האדם הוא 800 ניוטון וניתן להזניח את משקל הסולם ואת החיכוך עם הרצפה. נתונים אורכי הקטעים הבאים: $KM = OM = 2.34m$, $KP = 1.70m$, $LN = 0.746m$.
 א. מצא את הכוחות שפועלים בנקודות O ו-K.
 ב. מצאו את המתוחות בכבל.
 רמז: יש לעשות משוואה רק על חלק מהסולם.

תשובות סופיות:

$$\text{א. } T_2 \approx 180\text{N} \quad \text{ב. } f_s = T_1 = 70\text{N}, \text{ ימינה.} \quad (1)$$

$$F_{\max} \approx 521\text{N} \quad (2)$$

$$\text{א. } N_2 \approx 110\text{N} \quad \text{ב. } PK \approx 0.84\text{m} \quad (3)$$

$$\text{א. } x_{\text{c.m.}} = 6.6\text{c.m.}, y_{\text{c.m.}} = 3.75\text{c.m.} \quad \text{ב. } T_2 = 3\text{N}, T_1 = 1\text{N} \quad (4)$$

$$\text{א. } x_{\text{c.m.}} = 5\text{c.m.}, y_{\text{c.m.}} \approx 4.4\text{c.m.} \quad \text{ב. } T_K = 6.7\text{N}, T_M = 33.3\text{N} \quad (5)$$

$$\text{א. } T_1 = \frac{(m_1 + 2m_2)g}{\sin \alpha}, T_2 = m_2g \quad (6)$$

$$\text{ב. } F = \sqrt{((m_1 + 2m_2)g \cot \alpha)^2 + (m_2g)^2}, \tan \theta = -\frac{m_2}{m_1 + 2m_2} \tan \alpha$$

$$\tan \theta = \frac{1 - \mu_s^2}{2\mu_s} \quad (7)$$

$$\tan \theta = \frac{11 - 7\mu_s^2}{18\mu_s} \quad (8)$$

(9) ראה סרטון.

(10) ראה סרטון.

(11) ראה סרטון.

$$\sum \tau = -mgl \sin \theta + Tl \sin \theta = -mgl \sin \theta \quad (12)$$

$$\sum \tau = \frac{m}{M} = \frac{r}{R} \quad (13)$$

$$\text{א. } T_1 = 20\text{N} \quad \text{ב. } F_x = 10\sqrt{3}\text{N}, F_y = 1000\text{N} \text{ שמאלה} \quad (14)$$

$$\mu_{s\min} = 0.027 \quad \text{ג.}$$

$$\text{א. } x_{\text{c.m.}} = 0.15\text{m}, y_{\text{c.m.}} = 0.25\text{m} \quad \text{ב. } \alpha = 31^\circ \quad (15)$$

$$\text{ג. } T = 3.3\text{N}$$

$$\text{א. } F_{\min} = \frac{\mu_s mg \sin \beta}{\sin \beta + \mu_s \cos \beta} \quad \text{ב. } F_{\min} = \frac{\mu_s mg \sin \beta}{\sin \beta + \mu_s \cos \beta} \quad (16)$$

$$x_1 = \frac{5L}{8}, x_2 = \frac{L}{2}, d = \frac{9L}{8} \quad (17)$$

$$x_1 = \frac{L}{2}, x_2 = \frac{2L}{3}, d = \frac{7L}{6} \quad (18)$$

$$F_R \approx 45\text{N}, F_L \approx 72\text{N} \quad (19)$$

$$\text{א. } N_O \approx 291\text{N}, N_k = 509\text{N} \quad \text{ב. } T_L \approx 196\text{N} \quad (20)$$

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

פרק 5 - מומנט התמד

תוכן העניינים

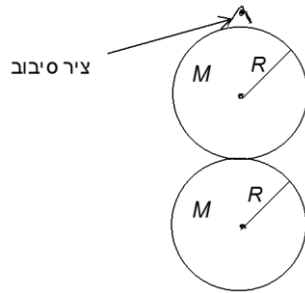
1. הקדמה - גוף קשיח וציר סיבוב (ללא ספר)
2. מומנט התמד, הסבר בסיסי וחישוב עבור גוף נקודת (ללא ספר)
3. משפט שטיינר (ללא ספר)
4. אדטיביות 45
5. תרגילים שונים לחישוב מומנט התמד 46

אדטיביות:

שאלות:

(1) דוגמה

לדסקה בעלת מסה M ורדיוס R מחברים דסקה נוספת זהה בקצה התחתון של הדסקה. מצא את מומנט ההתמד של המערכת סביב ציר המאונך למישור הדסקה והעובר בקצה העליון של הדסקה (הראשונה).

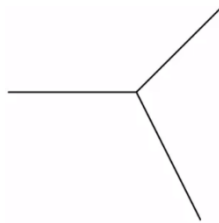


תשובות סופיות:

$$I = 11mR^2 \quad (1)$$

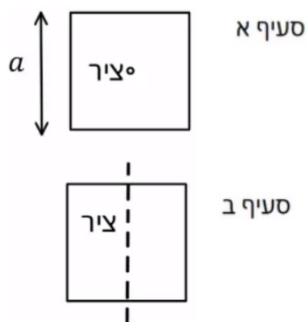
תרגילים שונים לחישוב מומנט התמד:

שאלות:



(1) שלושה מוטות מחוברים בקצה

שלושה מוטות זהים באורך l ומסה m כל אחד מחוברים באופן המוצג באיור. מצא את מומנט ההתמד של המערכת סביב ציר הנמצא בנקודת החיבור בין המוטות ובמאונך למישור.



(2) מסגרת ריבועית

נתונה מסגרת ריבועית בעלת אורך צלע a ומסה M . מצא את מומנט ההתמד של מסגרת. א. סביב ציר העובר במרכזה ומאונך למישור המסגרת. ב. סביב ציר העובר במרכז המסגרת ודרך מרכז שתי צלעות ומקביל לשתי הצלעות האחרות.

(3) מומנט התמד של שער חשמלי

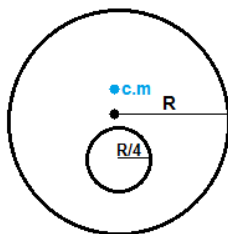


מצא את מומנט ההתמד של שער חשמלי בעל מסה m ואורך l אשר בסופו מחוברת משקולת בעלת מסה M ואורך L המסתובב סביב מרכז המסה שלו.



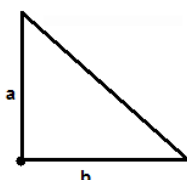
(4) מומנט התמד של ריש

מצא את מומנט ההתמד של הגוף שבשרטוט סביב מרכז המסה שלו בשתי דרכים שונות. אורך כל מוט l ומסתו m .



(5) דיסקה עם חור

א. מצא את מומנט ההתמד של דיסקה בעלת מסה M ורדיוס R , אם ידוע כי במרחק R ממוקם החור קדחו חור ברדיוס רבע R . הדיסקה מסתובבת סביב ציר במרכזה (ולא במרכז המסה של המערכת).
ב. מצא את מומנט ההתמד של הגוף סביב מרכז המסה שלו.



(6) מומנט התמד של משולש

מצא את מומנט ההתמד של המשולש סביב קודקודו הישר.

תשובות סופיות:

$$I_{c.m.} = ml^2 \quad (1)$$

$$I = \frac{M}{8} \left(a^2 + \frac{l^2}{3} \right) \quad \text{ב.} \quad I_{c.m.} = \frac{M}{4} \left(\frac{l^2}{3} + a^2 \right) \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$I = \left(\frac{1}{12} ml^2 + m \left(\frac{m \cdot 0 + \frac{M(1+L)}{2}}{m+M} \right)^2 \right) + \left(\frac{1}{12} (L^2 + L^2) M + M \left(\frac{1}{2} - \left(\frac{m \cdot 0 + \frac{M(1+L)}{2}}{m+M} \right) + \frac{L}{2} \right)^2 \right) \quad (3)$$

$$I = \frac{5}{12} ml^2 \quad (4)$$

$$I_0 = I_{c.m.} + \frac{15}{16} M \cdot \left(\frac{R}{30} \right)^2 \quad \text{ב.} \quad I_0 = \frac{247}{512} MR^2 \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$I_0 = \frac{1}{6} m(a^2 + b^2) \quad (6)$$

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

פרק 6 - אופטיקה

תוכן העניינים

48 1. מבוא לאופטיקה

מבוא לאופטיקה:

שאלות:

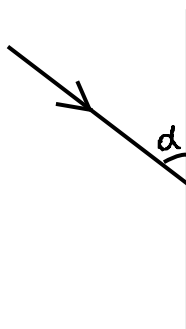
(1) תרגול אור במרחב

- 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:
 - בעזרת שרטוט.
 - בעזרת 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, בעזרת שרטוט, את אזורי האור והצל השונים שמתקבלים.

(2) תרגול אור במרחב 2

- מהירות האור בריק היא: $C = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{sec}$.
- היעזר בדף הנוסחאות, ומצא תוך כמה זמן מגיעה קרן אור שמוחזרת מהירח – אל כדור הארץ.
 - מצא תוך כמה זמן מגיעה קרן היוצאת מהשמש אל כדור הארץ.
 - אם אני מדליק פנס עכשיו, וחבר נמצא במרחק 3m ממני, תוך כמה זמן יגיע אליו האור מהפנס, מרגע שהדלקתי אותו?
 - שנת אור מוגדרת כמרחק שאור עובר בשנה. מצאו מהי שנת אור בעזרת 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 בתרשים?
 - מצא, בעזרת שתי קרניים נוספות לבחירתך, 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?

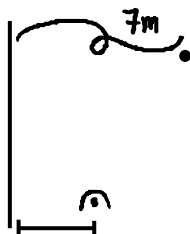
(4) החזרה תרגיל 2



- נתון התרשים הבא, בו נער בגובה 1.7m עומד לפני מראה.
- שרטט קרן אור היוצאת מידו הימנית של הנער, פוגעת במראה וחוזרת לעיניו (הקרן מייצגת את הקרן/ הקרניים, שבזכותן הנער רואה את ידו במראה).
 - שרטט (הכי מדויק שאפשר), את דמות הנער במראה.
 - מציבים מאחורי המראה מסך סגול. האם עדיין יראה הנער את דמותו?

- מה הגובה המינימאלי של המראה שיש להציב, כדי שדמות הנער תתקבל במלואה?
- מרחיקים את המראה למרחק כפול מגוף הנער. כיצד תשתנה תשובתך לסעיף ד'?

(5) החזרה תרגיל 3



- מציבים מטבע מול מראה, במרחק 7m ממנה, כמתואר בתרשים. אדם שנמצא במורד התרשים 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 מתקדמת במים ($n_{\text{water}} = 1.33$), ופוגעת במשטח זכוכית ($n_{\text{glass}} = 1.5$). חלק מהקרן נשבר לזכוכית וחלק מוחזר. הזווית בין פני המים והקרן הפוגעת היא 60° .
- חשבו את זווית השבירה.
 - שרטטו את המקרה הנ"ל.

(7) תרגול חוק סנל 2

- תלמיד שלח קרני אור בזוויות שונות מאוויר לעבר חומר שקוף בעל מקדם שבירה לא ידוע, ומדד את זוויות הפגיעה והשבירה המתאימה לה לזוויות 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 $\theta_2(\theta_1)$ מצופה שיצא לינארי?
 ב. הגדר משתנים עבורם כן תצפה לקבל גרף לינארי.
 ג. שרטט גרף לינארי זה.
 ד. מצא, בעזרת הגרף, את מקדם השבירה של החומר השקוף הלא ידוע.

(8) החזרה גמורה תרגיל 1

קרן אור מתקדמת בזכוכית ($n = 1.5$), ופוגעת בגבול בין זכוכית זו ובין מים ($n = 1.33$), בזוויות:

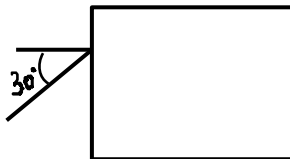
א. $\theta_1 = 0^\circ$

ב. $\theta_1 = 30^\circ$

ג. $\theta_2 = 70^\circ$

שרטט את המשך מהלך הקרן, לאחר הפגיעה, בכל אחד משלושת המקרים.

(9) החזרה גמורה תרגיל 2



נתון מלבן מפרספקס $n = 1.5$, כמתואר בתרשים.
 קרן אור, המגיעה משמאל, פוגעת בפרספקס בזווית פגיעה של 30° .
 השלם את מהלך הקרן בתוך הפרספקס.

(10) עדשה מרכזת - תרגיל 1

נתונה עדשה מרכזת בעלת מוקד $f = 8\text{cm}$.

נתון עצם, בגובה $H_0 = H\text{cm}$, המונח במרחק 12cm מהעדשה.

א. מצא בעזרת שרטוט את:

- i. מיקום הדמות הנוצרת.
- ii. גובה הדמות.
- iii. ההגדלה הקווית.

ב. מצא בעזרת חישובים את:

- i. מיקום הדמות.
- ii. גובה הדמות.

ג. מצא מה אופי הדמות.

ד. שרטט שתי קרניים היוצאות ממרכז העצם, פוגעות בעדשה וממשיכות לצדה השני.

11) עדשה מרכזת - תרגיל 2

- לעדשה מרכזת מרחק מוקד של 11cm .
 מציבים עצם, שגובהו 5cm , במרחק 4cm מעדשה זו.
- א. מצא בעזרת שרטוט את:
- מרחק הדמות מהעדשה.
 - גובה הדמות.
 - ההגדלה הקווית.
- ב. מצא בעזרת חישוב מספרי את:
- מרחק הדמות מהעדשה.
 - גובה הדמות.
- השווה תשובותיך לסעיף ב, עם אלה של סעיף א.
- ג. מניחים מסך במיקום הדמות.
 האם ניתן לראות את הדמות על המסך?
- ד. מניחים וילון שחור על המחצית העליונה של העדשה (מכסים אותה).
 האם ניתן לראות את הדמות?
- ה. מסירים וילון זה. ומניחים אותו בין העצם ודמותו.
 האם עכשיו ניתן לראות את דמות העצם?

12) עדשה מפזרת – תרגיל 1

- נתונה עדשה שעוצמתה $C = 10D$.
 לפני העדשה, במרחק $u = 8\text{cm}$, מניחים עצם שגובהו $H_0 = 4\text{cm}$.
- א. מצא בעזרת חישוב את:
- מיקום הדמות.
 - גובהה.
 - אופי הדמות.
- ב. מצא בעזרת שרטוט את:
- מיקום הדמות.
 - גובהה.
- ג. מהיכן ניתן לראות את הקצה העליון של דמות העצם (שדה ראייה)?

13) בגרות 2017 שאלה 6

רמי ישב ליד בריכה ריקה. בתחתית הבריכה הונח מטבע, אבל ממקום מושבו של רמי לא היה אפשר לראות את המטבע כשהבריכה ריקה. התחילו למלא את הבריכה במים, וברגע מסוים 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.

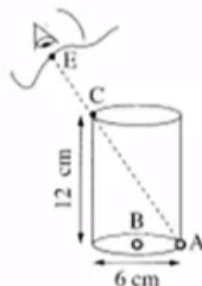
ב. הסבר מדוע ראה רמי את המטבע רק לאחר שהבריכה התמלאה חלקית במים. לווה את תשובתך בסרטוט מהלך קרניים.

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 12cm וקוטרו 6cm . בתחתית הכלי מונחים שני חרוזים קטנים מאוד: חרוז A צמוד לדופן הכלי וחרוז B במרכז התחתית של הכלי.



תלמיד הביט אל תוך הכלי בכיוון EC (הנקודה C נמצאת על שפת הכלי). כאשר הכלי היה ריק התלמיד ראה את חרוז A בלבד. מילאו את הכלי עד שפתו בנוזל שקוף. התלמיד הסתכל באותו כיוון וראה את חרוז B בלבד.

א. העתק את תרשים הכלי והעין למחברתך בלי הקו המקווקו. הוסף לתרשים שבמחברתך קרן אור שמגיעה מחרוז B, עוברת בתוך הנוזל אל נקודה C ומגיעה לעין התלמיד.

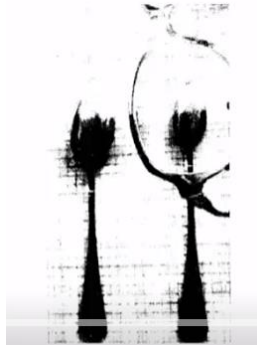
סמן בתרשים שבמחברתך את זווית הפגיעה (α) ואת זווית השבירה (β) במעבר של קרן האור מהנוזל לאוויר.

ב. חשב את מקדם השבירה של הנוזל.

ג. קבע אם חרוז B נראה לתלמיד בעומק האמיתי שהוא היה בו, גבוה יותר או נמוך יותר. נמק את קביעתך באמצעות סרטוט תרשים נוסף של הכלי ומהלך הקרניים.

15) בגרות 2016 שאלה 6

תלמידה רצתה לבדוק את סוג העדשות במשקפיים של דודתה. לשם כך הניחה התלמידה שתי כפיות זהות על השולחן, והניחה עדשה של המשקפיים מעל אחת הכפיות. בתרשים שלפניך נראה תצלום הכפיות והמשקפיים שצילמה התלמידה.



- א. בכל אחת מן האפשרויות i-iii שלפניך, קבע מהו המאפיין הנכון של דמות הכפית הנראית מבעד לעדשה:
- i. ישרה או הפוכה.
 - ii. ממשית או מדומה.
 - iii. מוגדלת או מוקטנת.
- ב. האם העדשה מרכזת או מפזרת? נמק את תשובתך.
- ג. מצא את דמות הכפית באמצעות סרטוט מדויק של מהלך שלוש קרניים. נתון: רוחק מוקד העדשה: $|f| = 12\text{cm}$, מרחק העצם מהעדשה 6cm , גובה העצם 3cm .
- בסרטוט השתמש בקנה מידה של 1 משבצת = 1 ס"מ.
- ד. חשב באמצעות נוסחאות את גובה הדמות ואת מרחקה מהעדשה. האם תוצאות החישוב מתאימות לאותם ערכים שהתקבלו בסרטוט?

16 בגרות 2015 שאלה 7

ילד הלוּבש חולצה שעליה מודפסת האות F עומד מול מראה מישורית התלויה על קיר (ראה איור).



- א. מהי התופעה הפיזיקאלית שגורמת להשתקפות הילד רק במראה ולא בקיר?
 ב. המרחק של הילד מן המראה היה 1 מטר, והוא החל להתקרב אליה

$$v = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

- במהירות קבועה:
 חשב בתוך כמה זמן יהיה המרחק בין הילד ובין דמותו 0.5 מטר.
 ג. לפניך ארבע צורות IV-I של האות F. העתק למחברתך את המספר של צורת הדמות של האות F, כפי שהילד שמסתכל במראה רואה אותה.



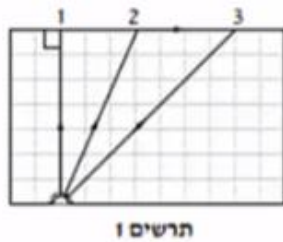
17 בגרות 2014 שאלה 6

- יאיר ישב במכונית ורצה לעיין במפה שבידיו (זה היה לפני עידן ה-G.P.S.).
 בחוץ שרר חושך, ולכן יאיר הדליק נורה בתוך המכונית.
 א. כדי שיראה היטב את המפה, האם על יאיר לכוון את אלומת האור מן הנורה לעבר עיניו או לעבר המפה? נמק.

- לאחר שיאיר הדליק את הנורה הוא התבונן בשמשת החלון של מכוניתו. הוא לא ראה את הסביבה שבחוץ, אלא את דמותו המשתקפת בשמשת החלון.
 ב. הסבר באמצעות תרשים כיצד נוצרת הדמות המשתקפת בשמשת החלון.

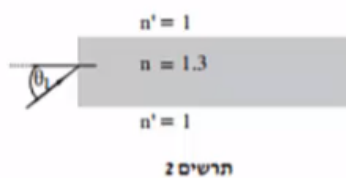
יאיר מאס בפקקי התנועה שבכבישים, והחליט לנסוע ברכבת. בתוך קרון הרכבת דלק אור, ומחוץ לרכבת שרר חושך. יאיר הבחין בשתי דמויות שלו המשתקפות בחלון הרכבת. חלון הרכבת מורכב משני לוחות זכוכית מקבילים וביניהם מרווח שבו שכבת אוויר. אפשר להזניח את העובי של לוחות הזכוכית.

- ג. מדוע ברכבת הבחין יאיר בשתי דמויות, ולא בדמות אחת, כפי שראה במכוניתו? פרט את תשובתך.
 ד. באותם תנאי תאורה הכניסו נייר שחור למרווח שבין שני לוחות הזכוכית. הנייר אוטם את כל המרווח. כמה דמויות השתקפו בחלון? נמק.

18) בגרות 2014 שאלה 7


מקור אור נקודתי נמצא בתוך מנסרה מלבנית (תיבה) העשויה מחומר שקוף. המנסרה נמצאת באוויר. בתרשים 1 מוצג חתך של המנסרה המקביל לשתיים מדופנות המנסרה, וכן מוצג בו מהלכן של שלוש קרניים 1, 2, 3, שמקורן במקור האור. זווית השבירה של קרן 2 היא 90° בקירוב.

- א. העתק את תרשים 1 למחברתך, והשלם בו במדויק את המשך המהלך של קרן 1 ושל קרן 3. הסבר את שיקולך.
- ב. על פי התרשים, חשב את הזווית הגבולית (קריטית) למעבר אור מן החומר השקוף לאוויר.

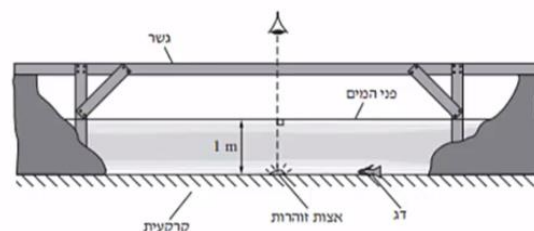


אפשר להעביר מידע למרחקים גדולים באמצעות סיבים אופטיים שאור מתפשט דרכם כמעט בלי הפסדי אנרגיה. בתרשים 2 מתואר חתך של סיב אופטי העשוי מחומר שקוף שמקדם השבירה שלו: $n = 1.3$, וקרן אור נכנסת לתוכו מן האוויר בזווית פגיעה θ_1 .

- ג. כאשר האור נכנס לסיב מהצד (כמתואר בתרשים 2), זווית הפגיעה θ_1 צריכה להיות קטנה מ- 57° כדי למנוע דליפת (יציאת) אור מהסיב לאוויר. הסבר מדוע. בתשובתך היעזר בתרשים.

19) בגרות 2013 תרגיל 1

בגן חיות יש בריכה ובה דגים ויצורי מים מיוחדים. מושבה של אצות זוהרות (פולטות אור) נחה על קרקעית הבריכה, בעומק של 1 מטר. מקדם השבירה של מי הבריכה ביחס לאוויר הוא: $n = 1.33$. מעל הבריכה נמתח גשר שממנו המבקרים יכולים לצפות בבריכה (ראה תרשים). התייחס למושבת האצות כאל מקור אור נקודתי.

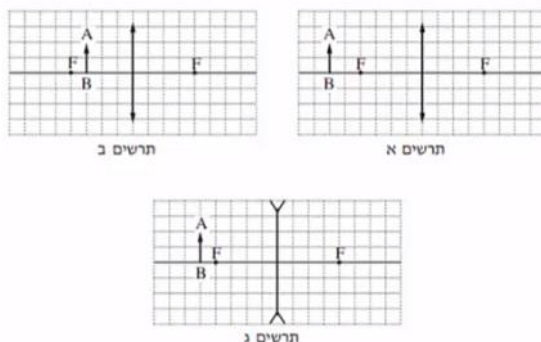


- א. האור שנפלט ממושבת האצות לעבר פני המים עובר לאוויר דרך משטח מעגלי של פני המים. הסבר מדוע. היעזר בתרשים מתאים.
- ב. חשב את הרדיוס של המשטח המעגלי שהאור עובר דרכו לאוויר.
- ג. אדם הניצב על הגשר בדיוק מעל מושבת האצות רואה אותה בעומק קטן יותר מהעומק האמיתי שהיא נמצאת בו. הסבר מדוע.

- ד. דג השוחה על קרקעית 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 בהחזרה מלאה.
- ה. כאשר הדג בעומק של 1 מטר, אבל המרחק בינו לבין מושבת האצות קטן יותר מהמרחק שחיבת בסעיף ד', הוא עדיין רואה את השתקפות האצות בפני המים. הסבר מדוע.

20) בגרות 2013 שאלה 6

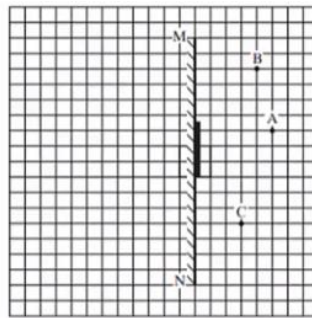
- אדם המרכיב משקפיים עם עדשות מרכזות זהות רואה בעזרתם את הדמות המדומה של עצם.
- א. הסבר את המושגים "דמות ממשית" ו"דמות מדומה", בהסברך תוכל להיעזר בתרשימים.
- ב. בתרשימים א'-ג' שלפניך החץ AB מייצג את העצם. קבע איזה תרשים מתאים לתיאור שבפתיח. נמק את קביעתך.



- ג. עוצמת העדשה היא 2 דיופטריות. 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?
- באיור שלפניך מתואר חתך של מראה מישורית MN המכוסה במרכזו בכיסוי בד אטום. בנקודה A נמצא עצם נקודתי.
- בכל אחת מהנקודות B ו-C נמצא צופה (צופה B, צופה C). הנקודות A, B, C נמצאות על אותו מישור.

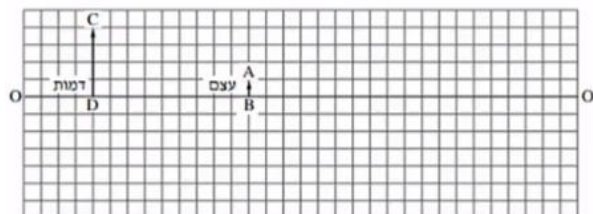


העתק למחברתך את התרשים כך שכל משבצת בתרשים תיוצג בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך.

- ג. האם צופה B וצופה C רואים את הדמות A באותו מקום? הסבר.
- ד. צלע של משבצת אחת מייצגת מרחק של 20 ס"מ במציאות. חשב את המרחק של הצופה הנמצא בנקודה C מהדמות של העצם A.
- ה. צופה C מביט אל עבר המראה, אך אינו רואה בה את דמות העין של צופה B. האם צופה B המביט אל עבר המראה רואה בה את דמות 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 בעזרת העדשה. הצלע של כל משבצת בתרשים – 1 ס"מ.



א. מדוע הדמות המתוארת בתרשים יכולה להיווצר רק בעזרת עדשה מרכזת?

העתק למחברתך את התרשים כך שכל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך. השתמש בתרשים שסרטטת כדי לענות על סעיפים ב'-ג'.

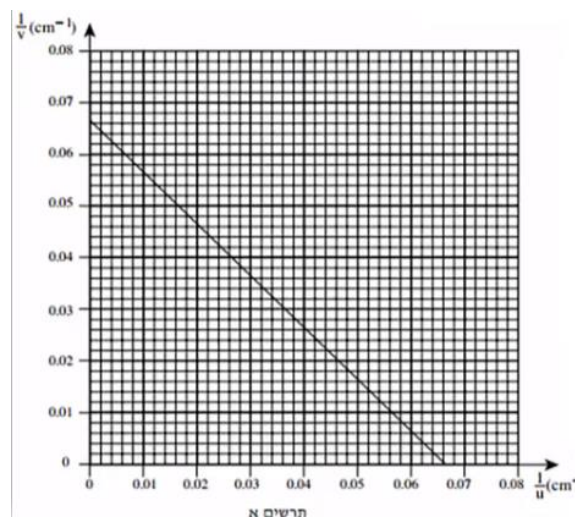
- ב. מצא, בעזרת סרטוט של מהלך קרני האור, את מיקום העדשה, והוסף אותה לתרשים.
- ג. מצא את רוחק המוקד של העדשה בשתי דרכים:
 - i. סרטוט של מהלך קרני האור.
 - ii. חישוב.
- ד. כשהמרחק בין העצם לעדשה גדול מערך מסוים u_1 , נוצרת דמות הפוכה ביחס לעצם. קבע מהו u_1 .
- ה. כשהמרחק בין העצם לעדשה שווה לערך מסוים u_2 , הגדול מ- u_1 , נוצרת דמות באותו גובה של הדמות CD שבתרשים. מצא את u_2 .

23) בגרות 2009 שאלה 1

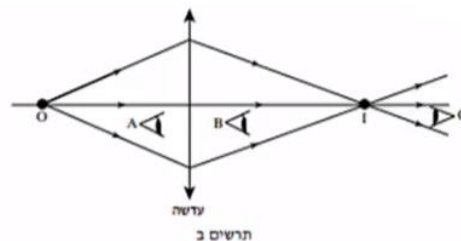
ברק הציב מקור אור במרחקים שונים מעדשה דו-קמורה דקה. בכל פעם הוא מדד את המרחק של מקור האור מן העדשה (u), ואת המרחק של המסך שעליו התקבלה דמות חדה של מקור האור מן העדשה (v). לאחר מכן הוא חישב את ערכי $\frac{1}{u}$ ו- $\frac{1}{v}$, ועל פי ערכים אלה סרטט גרף של $\frac{1}{v}$ (ביחידות cm^{-1}) כפונקציה

של $\frac{1}{u}$ (ביחידות cm^{-1}).

הגרף מוצג בתרשים א'.



- הסבר מדוע הגרף שהתקבל הוא קו ישר.
- מצא בעזרת הגרף את רוחק המוקד של העדשה. פרט את חישוביך.
- כאשר הציב ברק את מקור האור במרחק 10 ס"מ מן העדשה, הוא לא הצליח למקם את המסך כך שתתקבל עליו דמות חדה של מקור האור. הסבר מדוע.
- בתרשים ב' שלפניך מתואר עצם נקודתי O ודמותו I, הנוצרת על ידי עדשה מרכזת דקה.



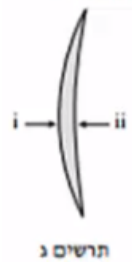
האם אפשר לראות את הדמות I גם ללא מסך?
 אם כן – באיזו מהנקודות A, B או C צריכה להימצא העין (על פי כיווני ההסתכלות שלה המתוארים בתרשים) כדי לראות את הדמות I?

אם לא – היעזר בתרשים ב', והסבר מדוע אי-אפשר לראות את הדמות ללא מסך.

ה. בתרשים ג' שלפניך מתואר חתך של עדשה קמורה-קעורה דקה עשויה מזכוכית. מטילים על העדשה פעמיים אלומת אור מקבילה ואופקית, המתפשטת באוויר:

במקרה i אלומת האור פוגעת תחילה במשטח הקמור.

במקרה ii אלומת האור פוגעת תחילה במשטח הקעור.



העתק למחברתך את המספר של המשפט הנכון מבין המשפטים i-iv שלפניך:

- i. העדשה מרכזת את האור בשני המקרים.
- ii. העדשה מרכזת את האור במקרה i ומפזרת אותו במקרה ii.
- iii. העדשה מפזרת את האור במקרה i ומרכזת אותו במקרה ii.
- iv. העדשה מפזרת את האור בשני המקרים.

24 בגרות 2007 שאלה 2

על ספסל אופטי המונח על שולחן, מציבים מקור אור שצורתו מלבן (מלבן מלא). עדשה מרכזת שרוחק המוקד שלה הוא: $f = 30\text{cm}$, ומסך.

מקור האור, העדשה והמסך מקבילים זה לזה. שתיים מהצלעות של מקור האור המלבני מאונכות לשולחן. הדמות של מקור האור מתקבלת על המסך, וגובהה גדול פי 2 מהגובה של מקור האור.

- א. חשב את המרחק של מקור האור מן העדשה.
- ב. פי כמה גדול שטח הדמות מהשטח של מקור האור? נמק.
- ג. מציבים את מקור האור במרחק 160cm מן המסך. באיזה מרחק ממקור האור יש להציב את העדשה, כדי שתתקבל על המסך דמות חדה שלו? אם יש יותר מאפשרות אחת, כתוב את כולן.

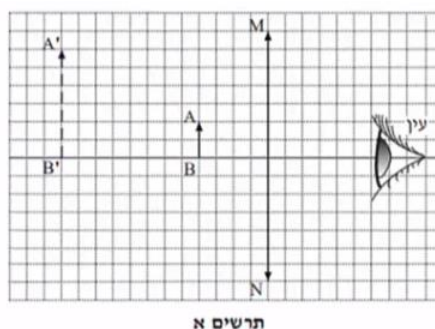
האיור שלפניך הוא העתק של תצלום שבו מראה מישורית המונחת על לוח עץ, ופנס. הפנס פולט אלומת אור הפוגעת בלוח העץ ובמראה שעליו. מלבד הפנס אין מקורות אור נוספים.



ד. מדוע המראה שבתצלום נראית חשוכה, ואילו החלק של לוח העץ שבו פוגעת אלומת האור נראה מואר?

25) בגרות 2004 שאלה 1

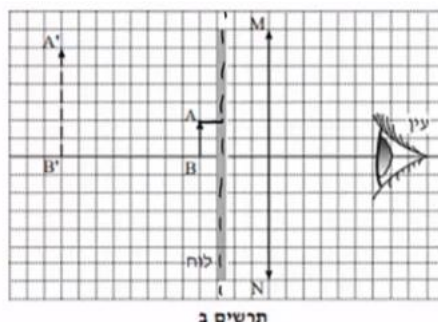
בתרשים אי' מוצגת מערכת, ובה עדשה מרכזת, MN , הציר האופטי שלה, בול דואר, AB , הדמות של הבול, $A'B'$, הנוצרת על ידי העדשה, ועין הצופה המתבונן בבול. אורך הצלע של כל משבצת בתרשים מייצג מרחק של 5 ס"מ במציאות.



א. ענה על הסעיפים הבאים:

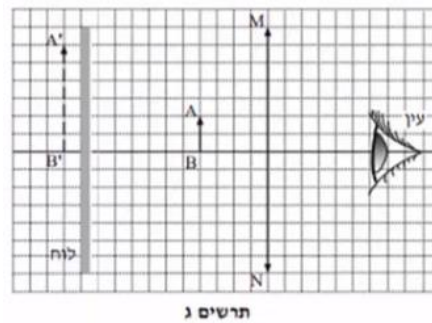
- i. מצא את אורך מוקד העדשה.
- ii. חשב את עוצמת העדשה. הצג את תשובתך בדיופטר.

באותה מערכת מציבים לוח אטום לאור לפני הבול, בין הבול לעדשה (ראה תרשים ב').



ב. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק.

את הלוח האטום לאור מעבירים אל מאחורי הבול, כמוצג בתרשים ג'.



ג. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק.

ד. מסלקים את הלוח האטום. הבול, העדשה והעין נשארים במקומם. הצופה מתבונן בבול דרך העדשה (ראה תרשים א'), ואחר כך הוא מסלק את העדשה ומתבונן בבול.

באיזה משני המצבים (עם העדשה או בלי העדשה) הבול נראה לצופה גדול יותר? הסבר את תשובתך במונחים של זוויות ראייה.

ה. העתק למחברתך את תרשים א'. (כל משבצת בתרשים תהיה משבצת במחברת). סרטט קרן, המופצת מראש הבול (A), עוברת בעדשה, וחודרת למרכז האישון של עין הצופה.

תאר כיצד קבעת את מהלך הקרן שסרטטת.

תשובות סופיות:

- א. ראה סרטון. ב. i. 6m
 ד. ראה סרטון.
- א. 2.4m ג. ii. 6m
 ב. $t \cong 8\frac{1}{3} \text{ min}$
 א. $t = 1.28 \text{ sec}$
- א. ראה סרטון. ב. ראה סרטון.
 א. ראה סרטון. ב. ראה סרטון.
 ג. ללא שינוי.
- א. 2.43m
 א. 26.3°
- א. לא. ב. $\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \theta_1$ ג. ראה סרטון.
 ד. 1.353
- א. ראה סרטון. ב. ראה סרטון.
 א. ראה סרטון. ב. ראה סרטון.
- א. ראה סרטון. ב. i. $V = 24 \text{ cm}$
 ג. הפוכה, מוגדלת, ממשית.
- א. ראה סרטון. ב. i. $V \approx 6.5 \text{ cm}$
 ג. לא. ד. כן.
- א. i. $V = -4.4 \text{ cm}$ ii. $H_i = 2.2 \text{ cm}$
 ב. ראה סרטון. ג. ראה סרטון.
- א. ראה סרטון. ב. ראה סרטון. ג. $h = 0.6 \text{ m}$
 א. ראה סרטון. ב. 1.85 ג. נמוך יותר.
- א. i. ישרה. ii. מדומה. iii. מוקטנת. ב. מפזרת. ג. ראה סרטון.
- א. החזרה מסודרת, מתקבלת דמות במפגש הקרניים המוחזרות. ב. 1.5sec
 ג. IV
- א. לעבר המפה. ב. ראה סרטון. ג. כל משטח מתפקד כמראה עצמאית. ד. דמות 1.
- א. ראה סרטון. ב. $\theta_c = 23.2^\circ$ ג. ראה סרטון.
- א. ראה סרטון. ב. $r = 1.14 \text{ m}$ ג. ראה סרטון. ד. $x = 2.28 \text{ m}$
- א. דמות ממשית – מתקבלת במפגש המשכי הקרניים הממשיות. ב. תרשים ב'.
 דמות מדומה – מתקבלת בנקודת מפגש המשכי הקרניים המדומות. ג. 50cm
 ד. $u = 27.3 \text{ cm}$

- (21) א. 1. קרניים שיצאו מהסוף, 2. ההחזרה מהמשטח תהיה מסודרת.
 ב. הצופה יימצא בשדה בראייה של הדמות. ג. כן. ד. $2m$.
 ה. לא.
- (22) א. הדמות לא יכולה להיווצר בעדשה מפזרת. ב. ראה סרטון.
 ג. $4cm$. ד. $u > f$. ה. $u_2 = 8cm$.
- (23) א. ראה סרטון. ב. $15.1cm$. ג. ראה סרטון.
 ד. כן. ה. i.
- (24) א. $u = 45cm$. ב. פי 4. ג. $u_1 = 120cm$, $u_2 = 40cm$.
 ד. ראה סרטון.
- (25) א. i. $f = 30cm$. ii. $C = 3.33D$. ב. לא. ג. כן.
 ד. ראה סרטון. ה. ראה סרטון.

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

פרק 7 - גלים

תוכן העניינים

1. גלים והתאבכות גלים 64

גלים והתאבכות גלים:

שאלות:

(1) תרגול גל 1

פולס נע ימינה בחבל.



מתוארת צורתו בשני זמנים שונים: $t = 0$, $t = 2 \text{ sec}$.

א. מה משרעת הפולס?

ב. מה מהירות התקדמותו?

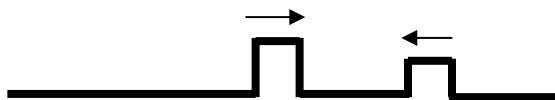
ג. מה כיוון תנועת החלקיק בחבל שנמצא בנקודה A ברגע $t = 0$?

ד. מה כיוון תנועת החלקיק בחבל שנמצא בנקודה B ברגע זה?

(2) תרגול גל 2

מציירים בחבל שתי הפרעות כמתואר בתרשים: $v = 10 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$.

שרטט את החבל בזמנים הבאים:



א. $t = 8 \text{ sec}$

ב. $t = 16 \text{ sec}$

ג. $t = 18 \text{ sec}$

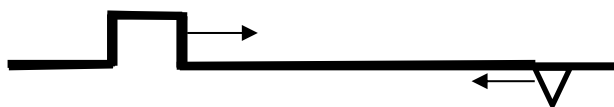
ד. $t = 22 \text{ sec}$

(3) תרגול גל 3

בחבל מייצרים שתי הפרעות שונות בשני קצותיו שמתקדמות אחת לקראת

השנייה, כמתואר בתרשים: $v = 0.5 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$.

שרטט את צורת החבל בזמנים הבאים:



א. $t = 8 \text{ sec}$

ב. $t = 12 \text{ sec}$

ג. $t = 13 \text{ sec}$

ד. $t = 16 \text{ sec}$

(4) תרגול גל 4

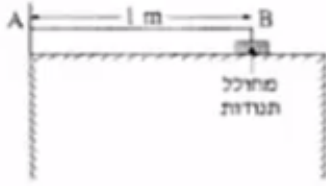
פולס משולש נע בחבל ומגיע לקצהו. שרטט את החבל + הפלוס במקרים הבאים:

א. קצה החבל קשור לקיר.

ב. קצה החבל מולבש על טבעת חופשיה למנוע על פני ציר שעובר דרכה.

ג. קצה החבל קשור לחבל כבד יותר.

ד. קצה החבל קשור לחבל קל יותר.

5) תרגול גל עומד


חוט AB, שאורכו 1m, קשור בקצהו B למחולל תנודות, ובקצהו A למוט קבוע (ראה תרשים).
 כאשר תלמיד מפעיל את מחולל התנודות, נוצר בחוט AB גל, שמוחזר מהקצה A.
 התלמיד מגדיל ברציפות את תדירות מחולל התנודות ורושם את התדירויות בכל פעם שנוצר בחוט AB גל עומד. תוצאות הניסוי רשומות בטבלה שלפניך:

$\frac{1}{\lambda} (\text{m}^{-1})$	$\lambda (\text{m})$	צורת הגל העומד	f - תדירות התנודות (Hz)
			24
			45
			67
			88

התייחס לנקודה B כנקודת צומת.

א. העתק את הטבלה למחברתך, ורשום בעמודה את אורך הגל λ , לכל אחד מארבעת הגלים העומדים שנוצרו בחוט?

ב. רשום בעמודה המתאימה בטבלה את הערך $\frac{1}{\lambda}$ לכל אחד מארבעת הגלים,

וסרטט גרף של התדירות f כפונקציה של $\frac{1}{\lambda}$.

ג. מצא בעזרת הגרף את מהירות התפשטותו של גל בחוט AB.

ד. התלמיד ממשיך להגדיל את תדירות מחולל התנודות.

מהי התדירות הראשונה (הגבוהה מ-88Hz) שייווצר בה גל עומד בחוט AB? נמק.

6) תרגול גל מחזורי 1

מופיעים לפניכם גרפי העתק זמן והעתק מקום של חבל מסוים.

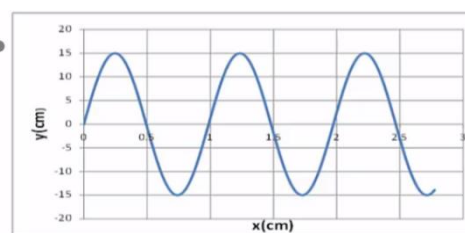
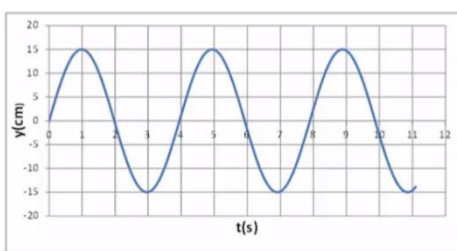
א. מהי משרעת הגל?

ב. מהו אורך הגל המתקדם בחבל?

ג. מה זמן המחזור של הגל?

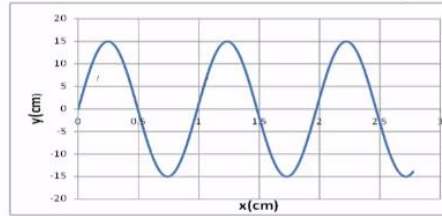
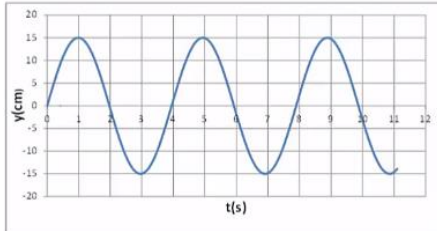
ד. מה מהירות הגל?

ה. לאיזה נקודה/נקודות בחבל יכול להתאים גרף ההעתק זמן (השמאלי)?



7) תרגול גל מחזורי 2

לפניכם גרף העתק-מקום והעתק-זמן של הגוף מהשאלה הקודמת.
מכפילים את תדירות מחולל הגלים (מקור).
שרטטו את גרף העתק-זמן והעתק-מקום החדשים.

**8) תרגול גל מחזורי 3**

- לפניך שני תצלומים (נראים זהים). הימני : גל מתקדם, השמאלי : גל עומד בקהל.
- קבע את אורך הגל של כל אחד מהגלים בחבל.
 - שרטט את החבל $\frac{1}{4}$ זמן מחזור לאחר תצלום זה.
 - שרטט את החבל $\frac{1}{2}$ זמן מחזור לאחר תצלום זה.
 - בחר בכל תצלום נקודה מימין ומשמאל למשרעת, וצייר את כיוון תנועתה מיד לאחר צילום זה.

**9) תרגיל 1**

מהירות גל במיתר מתוח 25 מטר בשנייה. קושרים את היתר בין שני כנים שהמרחק ביניהם 3 מטר.
מניעים את המיתר בעזרת מתנד.
באיזו תדירות יש לנדנד אותו כך שייווצר בו גל עומד עם 12 נקודות צומת (כולל הקצוות)?

- 45.8 הרץ.
- 70 הרץ.
- 8.3 הרץ.
- 75 הרץ.
- 80.7 הרץ.

(10) תרגיל 2

מיתר בעל אורך 90 ס"מ קשור בשני קצותיו. כשמנדנדים אותו בתדירות 150 הרץ, נוצר בו גל עומד עם 8 נקודות צומת (כולל הקצוות). מהירות גל במיתר הנ"ל:

א. $15.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ב. $38.6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ג. $17 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ד. $34.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

(11) תרגיל 3

מנדנדים מיתר מתוח הקשור בשני קצותיו בתדירות 100 הרץ. אורך המיתר 3 מטר. במיתר נוצר גל עומד עם 5 נקודות צומת (כולל הקצוות). מהי מהירות הגל במיתר?

א. $150 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ב. $100 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ג. $330 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ד. $20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ה. $340 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

(12) תרגיל 4

מיתר של גיטרה משמיע עם הפריטה עליו צליל בתדירות של 300 הרץ. אם רוצים להפיק מהמיתר צליל בעל תדירות של 900 הרץ:

א. אין כל דרך להפיק את התדירות הנ"ל מהמיתר.

ב. יש להקטין את המתיחות במיתר פי 3.

ג. יש לקצר את המיתר פי 3.

ד. יש להאריך את המיתר פי 3.

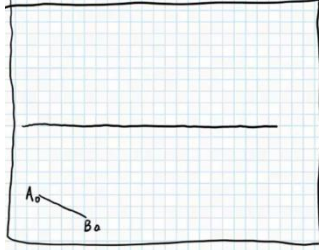
ה. יש להגדיל את המתיחות פי 2.

13) תרגיל החזרה גלים דו ממדיים

נתון אמבט גלים הבא בו מתקדם גל ישר A_0B_0 . באמבט קיים גם מחסום.

א. הוסף לתרשים חץ המתאר את כיוון התקדמות הגל A_0B_0 .

ב. הוסף לתרשים את חזית הגל לאחר שהוחזרה מהמחסום.



ג. הוסף לתרשים חיצים המתארים את זוויות פגיעת והחזרת הגל כפי שהן מוחזרות לאור.

ד. הוסף לתרשים חיצים המתארים את זוויות פגיעת והחזרת הגל כפי שהן מוחזרות לגלי מים.

ה. הוסיפו לתרשים את חזית הגל, הברגע שבו אמצע חזית הגל נוגעת במחסום.

14) תרגול מעבר תווך גלי מים

נתון אמבט גלים בו נע גל לפי התרשים הבא.

במרכז האמבט מוקם מחסום כך שגובה המים

בחלק הימני נמוך יותר.

מקור גלים בקצה השמאלי של האמבט מייצר גל

ישר מחזורי בתדירות 4 הרץ.

מהירות הגל במים בחלק העמוק היא 20 ס"מ לשנייה.

הגל מתקדם ועובר לתווך הימני כמתואר בתרשים.

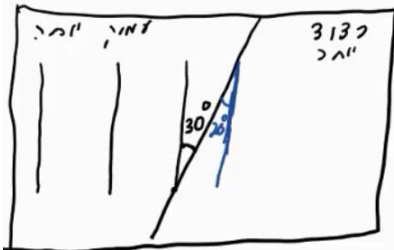
א. מה מהירות גל המים בתווך הרדוד יותר?

ב. מהו אורך הגל λ_1 בחלק העמוק?

ג. מהו אורך הגל λ_2 בחלק הרדוד?

ד. הוסיפו לתרשים (איכותית) עוד 2 אורכי גלים לאחר

מעבר גל המים לתווך הרדוד.



15) תרגול אנרגיה ומשרעת של גל

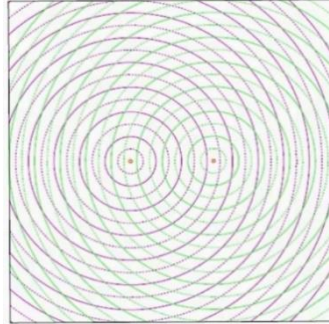
גל מעגלי מתפשט באמבט גלים. משרעתו, כשהיה מעגל ברדיוס 3cm, הייתה 1cm.

א. פי כמה תהיה קטנה האנרגיה שלו כשיתפשט לרדיוס של 15cm?

ב. מה תהיה משרעתו במצב זה?

16) התאבכות גלי מים – תרגיל 1

נתון תרשים של אמבט גלים ובו 2 מקורות בעלי אורך גל זהה ושווי מופע.
 קווים רציפים מייצגים שיא בגל וקווים מקווקוים – שפל.
 זהו את קווי המקסימום והמינימום בתרשים.

**17) התאבכות גלי מים – תרגיל 2**

נתון אמבט גלים בו 2 מקורות שהמרחק ביניהם 7 ס"מ.
 המקורות מכים במים במופע זהה בתדירות 20 הרץ.
 מהירות התקדמות הגלים באמבט היא 25 ס"מ לשנייה.

- א. מה אורך הגל של הגלים שיוצרים המקורות?
 ב. קבע, לגבי כל אחת מהנקודות הבאות: A, B, C, D בתרשים, האם היא על קו מקסימום, על קו מינימום או נקי ביניים:
- i. A - מרחקה מהמקור הראשון - 4 ס"מ ומהמקור השני - 2.8 ס"מ.
 - ii. B - מרחקה מהמקור הראשון - 5 ס"מ ומהמקור השני - 3.2 ס"מ.
 - iii. C - מרחקה מהמקור הראשון - 7 ס"מ ומהמקור השני - 3.4 ס"מ.
 - iv. D - מרחקה מהמקור הראשון - 8 ס"מ ומהמקור השני - 6.5 ס"מ.
- ג. כמה קווי מקסימום וכמה קווי מינימום יופיעו באמבט?

18) שאלה 1 בהתאבכות גלי מים

שני מקורות גל זהים A ו-B נמצאים בנקודות (0,0) ו-(6,0). המקורות משדרים באורך גל של 1cm לכל הכיוונים. על ציר y מתקבלת התאבכות בונה בנקודות הבאות (המספרים בס"מ):

- א. (0,1.1) (0,2.5) (0,4.5) (0,8) (0,17.5).
- ב. (0,1) (0,2) (0,4) (0,8) (0,16) (0,32).
- ג. (0,6) (0,12) (0,18) (0,24) (0,30).
- ד. (4,4.5) (4,8) (4,17.5) (3,2).
- ה. (0,4.2) (0,8.7) (0,16.5) (0,0).
- ו. (0,4.5) (0,8) (0,17.5).

19) שאלה 2 בהתאבכות גלי מים

שני מקורות גל זהים ושווי מופע ממוקמים בנקודות $(0,0)$ ו- $(5,0)$ (הערכים בס"מ). אורך הגל של כל אחד מהם 2 ס"מ. היכן על ציר y תתקבל התאבכות בונה מסדר ראשון? (הערכים בס"מ).

- א. $(5,2.5)$.
- ב. $(0,5.25)$.
- ג. $(0,6)$.
- ד. $(0,2.5)$.
- ה. $(0,-5.25)$.

20) שאלה 3 בהתאבכות גלי מים

שני מקורות גל זהים A ו-B נמצאים בנקודות $(0,5)$ ו- $(0,-5)$. בנקודה $(10,10)$ מתקבלת התאבכות בונה מסדר ראשון (כל המספרים נתונים בס"מ) אורך הגל הוא בקירוב:

- א. 8.5 ס"מ.
- ב. 5 ס"מ.
- ג. 7.3 ס"מ.
- ד. 15 ס"מ.
- ה. 6.8 ס"מ.

21) שאלה 4 בהתאבכות גלי מים

באמבט גלים ממוקמים שני מתנדים בשתי נקודות $(4,2)$ ו- $(7,6)$. המתנדים רוטטים בתדירות זהה ובאותו מופע. בנקודה $(10,10)$ מתקבלת התאבכות בונה מסדר שלישי. מהו אורך הגל? (הגדלים המספריים במטרים).

- א. 1.67m.
- ב. 0.62m.
- ג. 2.79m.
- ד. 6.83m.
- ה. 1.23m.

(22) התאבכות אור תרגיל 1

מאירים בלייזר בעל אורך גל 500 ננומטר לוחית בעלת 2 סדקים בעלי $d = 0.2\text{mm}$. במרחק $L = 3\text{m}$ נמצא מסך.

- מהו רוחב פס אור כל עוד אנחנו בזוויות קטנות?
- מהו מרחקו ממרכז התבנית של מרכז פס האור מסדר רביעי?
- מהו מרחקו ממרכז תבנית ההתאבכות של קו החושך מסדר שביעי?
- מה מרחקו ממרכז תבנית ההתאבכות של מרכז פס האור מסדר 200?

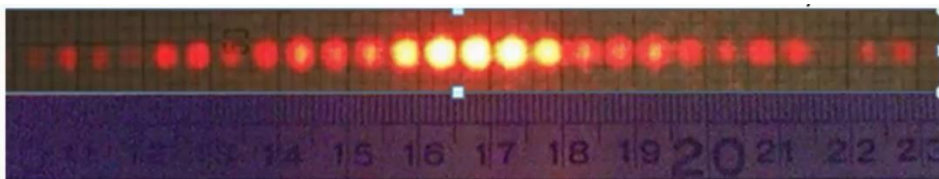
(23) התאבכות אור תרגיל 2

מאירים בלייזר ירוק בעל אורך גל לא ידוע על לוחית ובה 2 סדקים שהמרחק ביניהם 0.15 מ"מ. מניחים מסך שאורכו $h = 1\text{m}$ במרחק 3 מטר מהלוחית כך שמרכז המסך בדיוק מול הסדקים. הזווית למקסימום מסדר חמישי נמדדת ושווה ל-1 מעלה.

- מה אורך הגל של הלייזר?
- מה מרחקו של המינימום מסדר חמישי ממרכז המסך?
- כמה קווי חושך התקבלו על המסך?
- אם נחליף המסך במסך ארוך מאוד שיונח באותו מיקום, כמה פסי אור ייווצרו על המסך?

(24) התאבכות אור תרגיל 3

לוקחים לייזר אדום בעל אורך גל לא ידוע ומציבים לפניו לוחית בעלת 2 סדקים שהמרחק ביניהם 0.25 מ"מ. ממקמים מסך במרחק 1.8 מטר מהלוחית. על המסך מתקבלת תבנית ההתאבכות הבאה, לצד סרגל שהודבק למסך מראש.



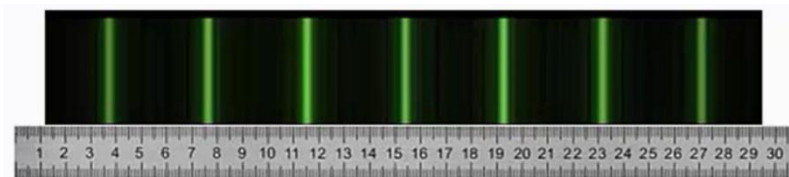
- מצא את אורך הגל של הלייזר בדרך המדויקת ביותר.
- איזה מהנקודות בצילום הינה נקודת המקסימום המרכזי?
- לאיזה נקודה בצילום מגיע אור שמרחקו מאחד הסדקים גדול ב-3 אורכי גל מאשר מרחקו מהסדק השני?
- לאיזה נקודה על המסך מגיע אור שמרחקו מאחד הסדקים גדול ב-4.5 אורכי גל מאשר מרחקו מהסדק השני?
- מהן 3 הדרכים אשר ניתן לצופף בהן את תבנית ההתאבכות?

(25) התאבכות אור בסריג – תרגיל 4

- מאירים בלייזר בעל אורך גל לא ידוע על סריג בעל קבוע של 100 חריצים למ"מ. מציבים מסך במרחק 1 מטר מהסריג כך שמרכזו מול מרכז הסריג ומול קרן הלייזר. אורך המסך 4 מטר.
- מיקומו של קו המקסימום הראשון נמדד ושווה ל-6.5 ס"מ ממרכז המסך.
- מהו אורך הגל של הלייזר?
 - מה מיקומו של קו המקסימום מסדר שני?
 - מה מיקומו של קו המקסימום מסדר חמישי?
 - כמה קווי מקסימום יתקבלו על המסך?
 - בהנחה שמחליפים מסך זה במסך ארוך מאוד באותו המיקום, כמה קווי מקסימום יתקבלו עליו?

(26) התאבכות אור בסריג – תרגיל 5

- מאירים בלייזר ירוק בעל אורך גל 550 ננומטר על סריג בעל קבוע לא ידוע, ומציבים מסך במרחק 2.5 מטר מהסריג.
- על המסך שעליו מודבק סרגל מתקבלת התמונה הבאה:



- מצאו את קבוע הסריג בדרך המדויקת ביותר.
- באיזה זווית ביחס לאנך האמצעי יתקבל קו המקסימום מסדר 20?
- מה יקרה לתבנית ההתאבכות אם נחליף את הלייזר הירוק בלייזר כחול?

(27) התאבכות אור בסריג – תרגיל 6

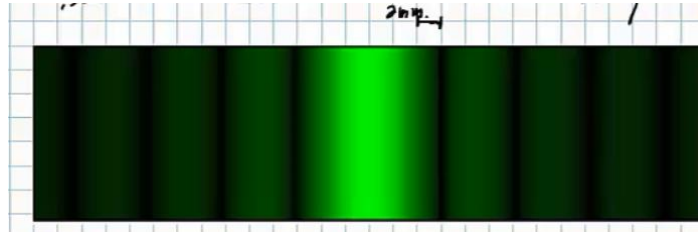
- אור לבן פוגע בסריג עקיפה בעל קבוע 300 חריצים למ"מ. מסך ארוך מונח במרחק 2 מטר מהסריג.
- מה רוחב הפס הצבעוני מסדר ראשון?
 - מה הזווית שנפתחת בין המקסימום האדום מסדר שני, והסגול מסדר שני?
 - הוכח שקיימת חפיפה בצבעים בין הסדר השני לסדר השלישי.

(28) עקיפה מסדק יחיד – תרגיל 1

- תלמיד מאיר בלייזר אדום בעל אורך גל 670 ננומטר סדק שרוחבו 0.3 מ"מ. תבנית עקיפה מתקבלת על מסך במרחק 1.5 מטר.
- מה רוחבו של המקסימום המרכזי?
 - מה רוחבו של מקסימום משני, מסדר נמוך?

29) עקיפה מסדק יחיד – תרגיל 2

לוקחים לייזר ירוק בעל אורך גל 530 ננומטר. מציבים אותו לפני סדק בעל רוחב לא ידוע, ועל מסך משבצות במרחק 3 מטר מהסדק מתקבלת תבנית ההתאבכות הבאה:

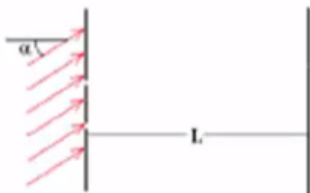


נתון שרוחב משבצת על הלוח הוא 2 מ"מ.

- מה רוחב הסדק?
- כמה קווי צומת יתקבלו על מסך ארוך מאוד?
- מה יקרה לתבנית ההתאבכות אם נגדיל את רוחב הסדק?

30) שאלה בהתאבכות גלי אור

דרך משטח מישורי עם שני סדקים צרים מאוד מעבירים גל מישורי בעל אורך גל λ המתקדם בכיוון היוצר זווית קטנה α עם האנך למשטח (ראו ציור).



המרחק בין הסדקים הוא d כאשר $d \gg \lambda$. מודדים את העוצמה במרכז לוח מישורי הנמצא במרחק $L \gg d$ מהמשטח עם הסדקים, כלומר בנקודה הנמצאת מול נקודת האמצע בין שני הסדקים. העוצמה הנמדדת היא 0.

מהי הזווית הקטנה ביותר α המסבירה מדידה זו?

- $\alpha = 0$
- $\alpha = \frac{\lambda}{2d}$
- $\alpha = \frac{2\lambda}{\pi d}$
- $\alpha = \frac{2\lambda}{d}$
- $\alpha = \frac{2\pi\lambda}{d}$
- $\alpha = \frac{\lambda}{\pi d}$

31) שאלה 2 בהתאבכות גלי אור

שני גלים אלקטרומגנטיים העוברים כל אחד דרך סדק צר יוצרים תבנית התאבכות

על פני מסך רחוק. הגל העובר דרך הסדק הראשון מתואר ע"י: $\vec{E}_1 = A_1 \cdot e^{i(kz - \omega t)} \hat{x}$.

הגל העובר דרך הסדק השני מתואר ע"י: $\vec{E}_2 = A_1 \cdot e^{i(kz - \omega t)} (-\hat{y})$.

היחס בין העוצמה המקסימלית לעוצמה המינימלית הוא:

א. $\sqrt{2}:1$.

ב. $1:0$.

ג. $1:1$.

ד. $2:1$.

ה. $4:1$.

ו. $3:2$.

32) שאלה 1 – גלי קול

אם נניח, כי עוצמת סף השמע היא: $10^{-16} \frac{W}{cm^2}$.

מהי העוצמה ביחידות הנ"ל בסף הכאב 140dB (כלומר, כמה $\frac{W}{cm^2}$ יש ב-140dB)?

א. $14 \cdot 10^{-16} \frac{W}{cm^2}$.

ב. $10^{-14} \frac{W}{cm^2}$.

ג. $140 \frac{W}{cm^2}$.

ד. $10^4 \frac{W}{cm^2}$.

ה. $10^{-2} \frac{W}{cm^2}$.

33) שאלה 2 – גלי קול

פי כמה גדולה עוצמת קול של 100 דציבל מעוצמת קול של 10 דציבל?

א. פי 10.

ב. פי 100.

ג. פי 1,000.

ד. פי 10,000.

ה. פי 1,000,000.

ו. פי 1,000,000,000.

ז. פי 10,000,000,000.

34 שאלה 3 – גלי קול

אם עוצמת הקול המינימאלית שבני אדם מסוגלים לשמוע (סף השמע)

היא: $10^{-16} \frac{W}{cm^2}$, מהי עוצמת הקול באותן יחידות ב-130 דציבל (סף הכאב),

וכמה אנרגיה פוגעת בעור התוף החשוף לעוצמה הזו (130dB) במשך שעה? נתון ששטחו של עור התוף כ-0.7 סמ"ר.

א. העוצמה: $10^{-13} \frac{W}{cm^2}$, וסה"כ אנרגיה בשעה: 5.3J.

ב. העוצמה: $10^{-3} \frac{W}{cm^2}$, וסה"כ אנרגיה בשעה: 5.3J.

ג. העוצמה: $130 \frac{W}{cm^2}$, וסה"כ אנרגיה בשעה: 75J.

ד. העוצמה: $1.3 \cdot 10^{-3} \frac{W}{cm^2}$, וסה"כ אנרגיה בשעה: 2.52J.

ה. העוצמה: $0.001 \frac{W}{cm^2}$, וסה"כ אנרגיה בשעה: 2.52J.

35 שאלה 4 – גלי קול

אם נניח כי עוצמת סף השמע היא: $10^{-16} \frac{W}{cm^2}$ (ווט לסמ"ר),

מהי העוצמה I ביחידות הנ"ל ב-120dB, וכמה אנרגיה E פוגעת בעור התוף של אוזנו של אדם, החשוף לעוצמת קול זו במשך 4 שעות? הניחו ששטחו של עור התוף 0.7 סמ"ר.

א. $E = 5.8 \text{Joule}$ ו- $I = 12 \cdot 10^{-16} \frac{W}{cm^2}$.

ב. $E = 5.8 \text{Joule}$ ו- $I = 13 \cdot 10^{-14} \frac{W}{cm^2}$.

ג. $E = 1.01 \text{Joule}$ ו- $I = 10^{-4} \frac{W}{cm^2}$.

ד. $E = 10.1 \text{Joule}$ ו- $I = 10^{-4} \frac{W}{cm^2}$.

ה. $E = 1.2 \cdot 10^6 \text{Joule}$ ו- $I = 120 \frac{W}{cm^2}$.

(36) שאלה 5 – גלי קול

כאשר אדם נחשף לקול בעוצמה של 20 דציבל בפרק זמן של שעה, כמות האנרגיה הכוללת המגיעה לעור התוף של אוזנו היא: $2.5 \cdot 10^{-11} \text{ Joule}$. מהי כמות האנרגיה הכוללת המגיעה לעור התוף כאשר האוזן נחשפת לקול בעוצמה של 120 דציבל למשך זמן של 20 דקות?

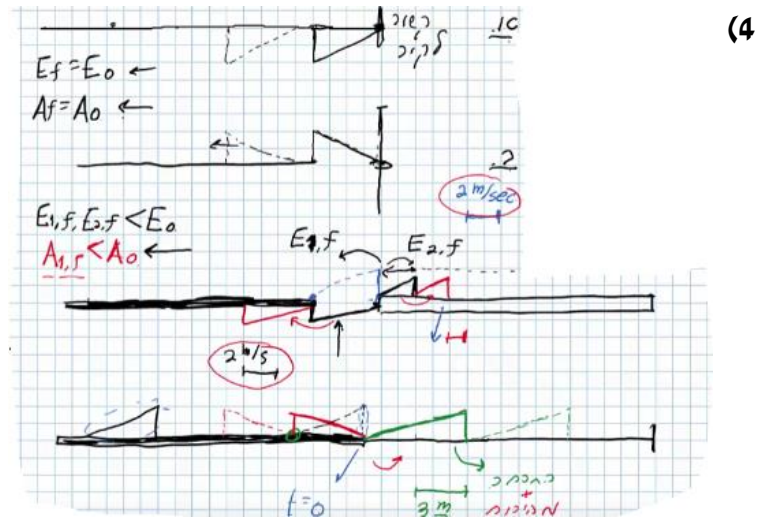
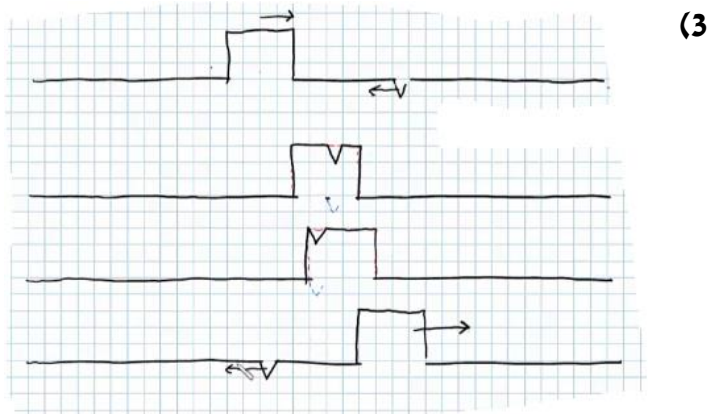
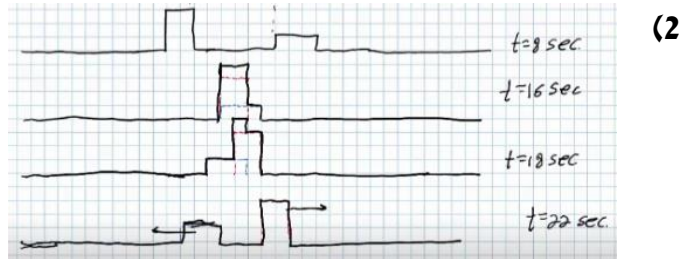
א. 0.08 Joule ב. 0.75 Joule ג. 25 Joule ד. $2.5 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$ ה. $5 \cdot 10^{-11} \text{ Joule}$ **(37) שאלה 6 – גלי קול**

כאשר אדם נחשף לקול בעוצמה של 20 דציבל בפרק זמן של שעה, כמות האנרגיה הכוללת המגיעה לעור התוף של אוזנו היא: $2.5 \cdot 10^{-11} \text{ Joule}$. מהי כמות האנרגיה הכוללת המגיעה לעור התוף כאשר האוזן נחשפת לקול בעוצמה של 120 דציבל למשך זמן של 30 דקות?

א. 0.125 Joule ב. 1.130 Joule ג. 37.52 Joule ד. $3.8 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$ ה. $7.5 \cdot 10^{-11} \text{ Joule}$

תשובות סופיות:

(1) א. $A = 0.3m$ ב. $V = 0.2 \frac{m}{sec}$ ג. למעלה. ד. למטה.

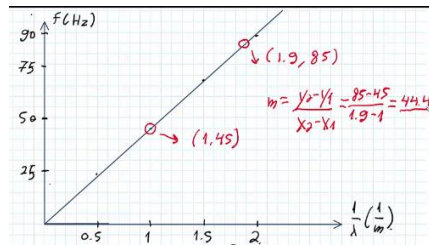


5) א.

$\frac{1}{\lambda} (\text{m}^{-1})$	$\lambda (\text{m})$	צורת הגל העומד	f - תדירות התנודות (Hz)
0.5	2		24
1	1		45
1.5	$\frac{2}{3}$		67
2	$\frac{1}{2}$		88

ג. $f = v \frac{1}{\lambda}$. ד. $f = 111 \text{ Hz}$

ב.

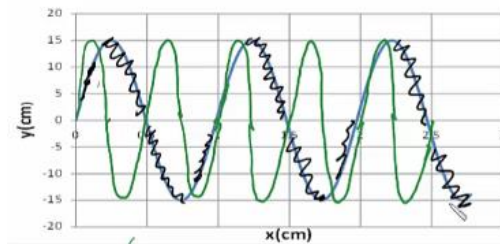


ד. $v = 25 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

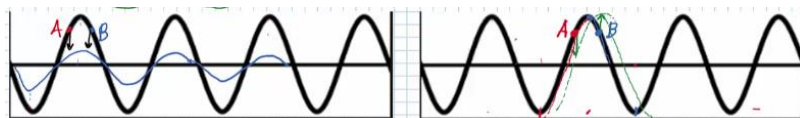
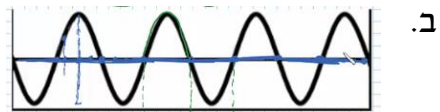
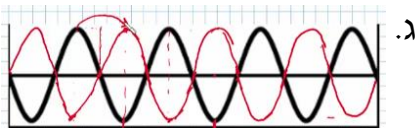
א. $A = 0.15 \text{ m}$. ב. $\lambda = 1 \text{ m}$. ג. $t = 4$

ה. $(0.5, 0)$, $(1.5, 0)$, $(2.5, 0)$

7) הגל הירוק בשרטוט:



8) א. מתקדם: $\lambda_1 = 80 \text{ cm}$, עומד: $\lambda_2 = 80 \text{ cm}$.

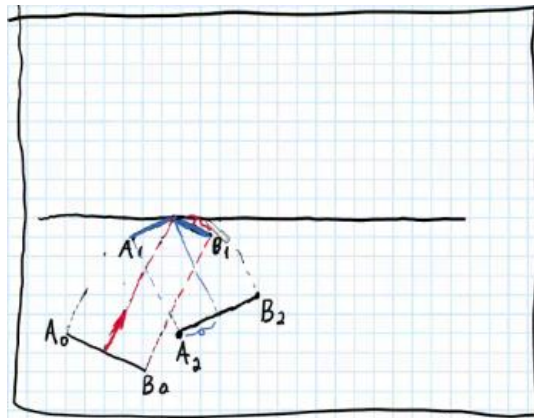


9) א.

10) ב.

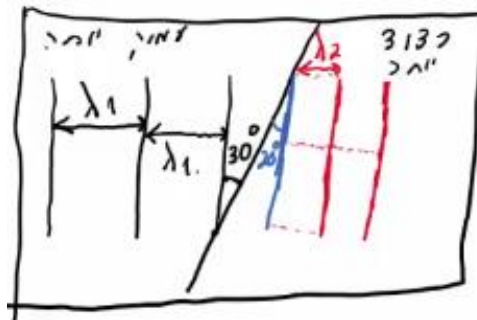
11) א.

12) ג.



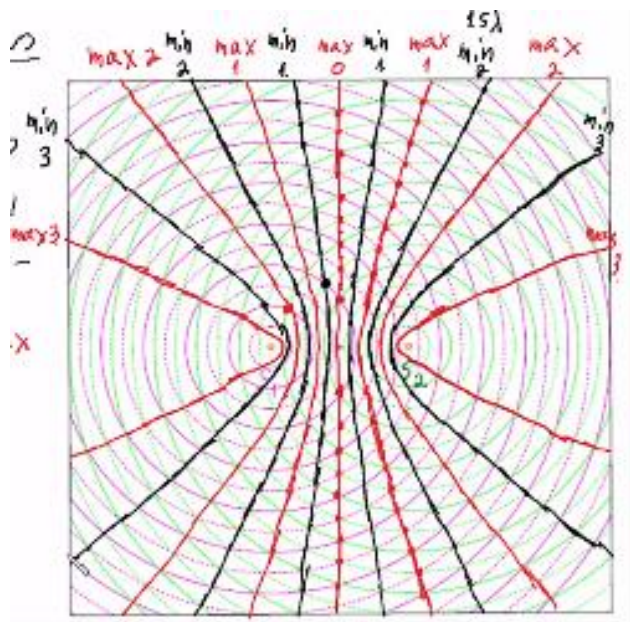
(13)

א. $v_2 = 13.7 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ ב. $\lambda_1 = 5\text{cm}$ ג. $\lambda_2 = 3.42\text{cm}$ ד. (14)

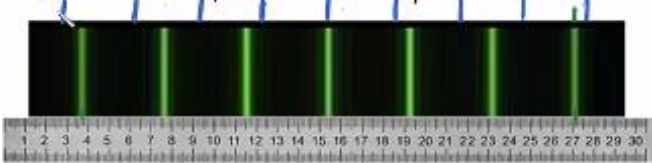


ד.

א. 5 ב. 0.45cm (15)



(16)

- (17) א. 1.2 ס"מ.
 ב.i. A - נקי מקסימום מסדר ראשון.
 ב.ii. B - נקי צומת מסדר שני.
 ב.iii. C - נקי מקסימום מסדר שלישי, נקי על קו מקסימום.
 ב.iv. D - נקי ביניים.
 ג. 11 קווי מקסימום, 12 קווי מינימום.
- (18) א' מלאה ו-ו' חלקית.
- (19) ב' ו-ה.
- (20) ה.
- (21) א'.
- (22) א. 7.5 nm ב. 3 ס"מ. ג. $\theta = 0.93^\circ$ ד. $x_{200} = 1.73$
- (23) א. 524 נ"מ. ב. 4.72 ס"מ. ג. 94 קווי חושך. ד. 573 פסי מקסימום.
- (24) א. 5 מ"מ. ב. $\lambda = 694$ ג. 3λ ד. 4.5λ ה. ראה סרטון.
- (25) א. 649 נ"מ. ב. 13 ס"מ. ג. 34.3 ס"מ. ד. 27 קווים. ה. 31 קווים.
- (26) א. $282 \frac{\text{haritsim}}{\text{cm}}$ ב. 18.1°
- ג.
- 
- (27) א. 0.188 מ'. ב. 10.9° ג. הוכחה.
- (28) א. 6.7 מ"מ. ב. 3.35 מ"מ.
- (29) א. 0.265 מ"מ. ב. 1,000 קווי צומת בתבנית.
 ג. האור ינוע בקווים ישרים ולא מבצע עקיפה.
- (30) ב'.
- (31) ג'.
- (32) ה.
- (33) ו'.
- (34) ה.
- (35) ג'.
- (36) א'.
- (37) א'.