

# קורס הכנה בפיזיקה

## פרק 10 - עבודה ואנרגיה

### תוכן העניינים

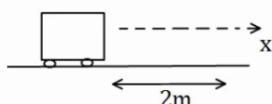
1	העבודה שמבצע כוח
3	אנרגיה קינטית והקשר לעבודה
4	אנרגיה פוטנציאלית-קובדית
5	אנרגייה כללית ומשפט עבודה אנרגיה
8	עבודת החיכוך וחום
9	אנרגייה פוטנציאלית אלסטית-קפיץ
7 (ללא ספר)	חוק שימור האנרגיה- הרחבה
8 (ללא ספר)	סיכום הפרק
10	תרגילים

## העבודה שמבצע כוח:

שאלות:

### (1) דוגמה 1

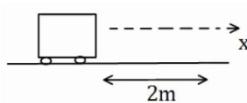
כוח  $F$  שגודלו  $N = 5$  פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה- $x$ .  
חשב את העבודה הכוח אם כיונו הוא :



- א. בכיוון ציר ה- $x$ .
- ב. בכיוון  $30^\circ$  עם ציר ה- $x$ .
- ג. בכיוון  $30^\circ$  מתחת לציר ה- $x$ .

### (2) דוגמה 2

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



- א. בכיוון ציר ה- $y$ .
- ב. בכיוון  $30^\circ$  מעל ציר ה- $x$  השמאלי.
- ג. בכיוון  $30^\circ$  מתחת לציר ה- $x$  השמאלי.

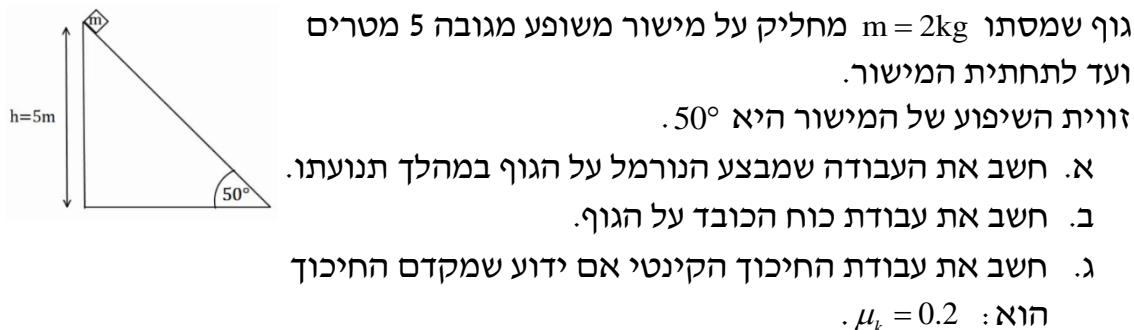
### (3) דוגמה 3

גוף נופל נפילת חופשית מגובה של 8 מטרים מעל הקרקע. מסת הגוף היא  $3\text{kg}$ .  
א. חשב את העבודה כוח הכבידה עד לפגיעה בקרקע.

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

### (4) דוגמה 4

גוף שמסתו  $m = 2\text{kg}$  מחליק על מישור משופע מגובה 5 מטרים  
ועד לתחתיית המישור.  
זווית השיפוע של המישור היא  $50^\circ$ .



- א. חשב את העבודה שמבצע הנורמל על הגוף במהלך תנועתו.
- ב. חשב את העבודה כוח הכביד על הגוף.
- ג. חשב את העבודה החיכוך הקינטי אם ידוע שמקדם החיכוך  
הוא :  $\mu_k = 0.2$  .

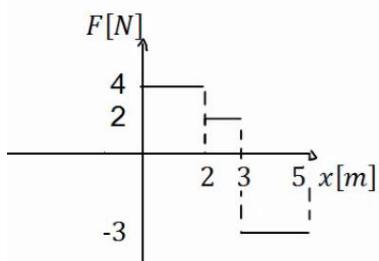
**5 דוגמה 5**

גוף נע מהנקודה (1,2) לנקודה (3,5).

חשב את העבודה הכוחות הבאים הפעלו על הגוף:

א.  $\vec{F} = (2,1)$

ב.  $\vec{F} = (-3,2)$

**6) כוח כתלות במקומות**

נתון גרף של הכוח כתלות במקומות.

א. מהי העבודה הכוללת שמבצע הכוח הבא?

ב. מהי עבודות הכוח בשני המטרים  
 האחרונים של התנועה?

**תשובות סופיות:**

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

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

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

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

ג.  $W = 0$       ב.  $W = 7J$       א. **(5)**

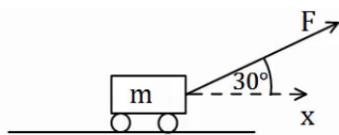
ג.  $W = -6J$       ב.  $W = 4J$       א. **(6)**

## אנרגיה קינטית והקשר לעבודה:

שאלות:

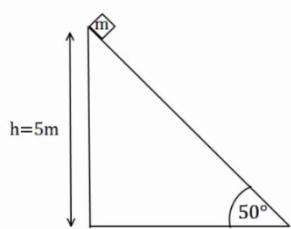
**1) כוח מושך קרונית בזווית**

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



- א. שרטט תרשימים כוחות הפעילים על ה الكرונית.
- ב. מצא את העבודה של כל כוח, אם ידוע שה الكرונית התקדמה  $5\text{ meters}$  בכיוון ציר ה- $x$ .
- ג. מהי מהירות ה الكرונית לאחר  $5\text{ meters}$ , אם התחלתה לנوع מנוחה?

**2) המשך לדוגמה 4**

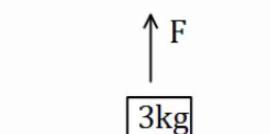


גוף שמסתו  $m = 2\text{kg}$  מחליק על מישור משופע מגובה  $5\text{ meters}$  ועד לתחתית המישור.  
זווית השיפוע של המישור היא  $50^\circ$ .  
מקדם החיכוך הקינטי הוא  $\mu_k = 0.2$ .

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

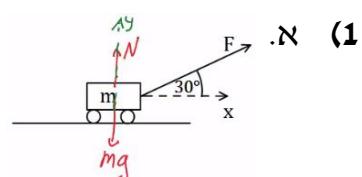
**3) כוח מושך גוף ישר למעלה**

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



**תשובות סופיות:**

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



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

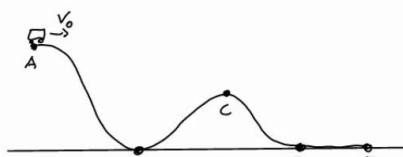
$$\text{א. } W_N = 0, W_g = 100\text{J}, W_{fk} = -16.79 \quad \text{ב. } (2)$$

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

## אנרגיה פוטנציאלית-קובדית:

**שאלות:**

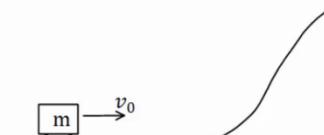
**1) רכابت הרים**



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

**2) עגלת עולה על גבעה**

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



א. מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע העגלה?  
לאחר שהגעה לגובה המקסימלי מתחילה העגלה להתרדר חזרה במורד הגבעה.

ב. מה תהיה מהירותה כשתגיעה חזרה לתחתית?

**תשובות סופיות:**

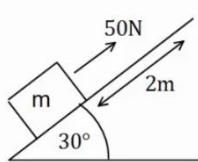
$$v_B \approx 20.62 \frac{m}{sec} = v_E = v_D , v_C \approx 15 \frac{m}{sec} \quad (1)$$

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

## אנרגיה כללית ומשפט עבודה אנרגיה:

**שאלות:**

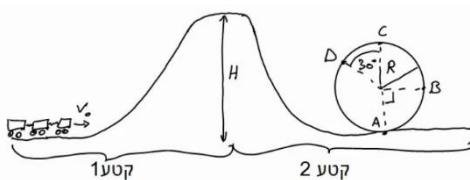
**(1) כוח מעלה במדרון משופע**



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

**(2) עוד רכابت הרים**

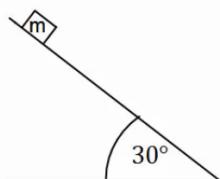
רכבת הרים מתחילה בנסיעה בצדו השמאלי של המסלול באוויר.  
לרכבת מהירות התחלתית  $v_0$ .



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

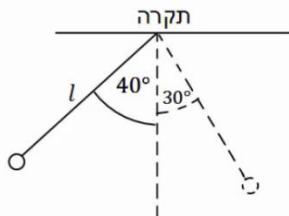
- בקטע השני הרכבת נופלת (לא הכוח  $F$ ) ומבצעת סיבוב אNCY - "לופ".  
התיחס למסת הרכבת והנתונים באוויר כפרמטרים נתוניים.  
א. מצא את העבודה הכוללת המבצע הכוח  $F$  על הרכבת.  
ב. מצא את מהירות הרכבת בכל הנקודות המצוינות באוויר.

**(3) מסה מחליקה במדרון**



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

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

**(4) מטווטלת**

מטווטלת בעלת אורך חוט  $l = 50\text{cm} = 0.5\text{m}$  תלויה מהתקשה.

מראים את המטווטלת לזוויות של  $40^\circ$  ביחס לאנך מהתקשה ומשחררים ממנוחה.

א. מהי העבודה כוח המתיחה לאורך התנוועה?

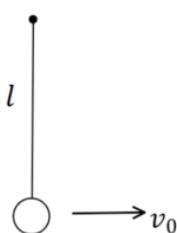
ב. מהי מהירות המטווטלת בתחתית המסלול?

ג. מהי מהירות המטווטלת לאחר שעלהה זווית של  $30^\circ$ ?

ד. מהי הזווית המקסימלית אליה הגיע המטווטלת?

**(5) כדור תלוי על חוט מבצע מעגל**

נקודות תלייה



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

א. מKENIM לכדור מהירות התחלתית בכיוון אופקי

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

ו. מה יהיה הגובה המקסימלי אליו הגיע?

וii. מה תהיה זווית החוט המקסימלית ביחס  
לאנך לקרקע?

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

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

הניחו שהמהירות מספקת לצורך שימושו.

ג. במקרה המתואר בסעיף ב' – מה תהיה מהירות הכדור כאשר יჩזור  
לנקודות התחלה?

### תשובות סופיות:

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

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

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

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

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

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

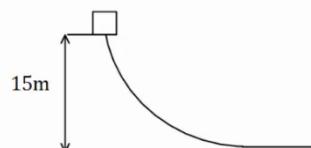
$$v_f = \sqrt{44} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ג.}$$

## עבודת החיכוך וחום:

**שאלות:**

**(1) חישוב עבודה**

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



**(2) גוף נופל ממסלול עקום**

גוף נופל ממנוחה ממעליה גבעה לגובה 15 מטר. בתחתית הגבעה מהירות הגוף היא 5 מטר לשנייה. כמה אנרגיה הילכה לאיבוד לחום? מסת הגוף היא  $2 \text{ kg}$ .

**תשובות סופיות:**

$$-132.5\text{J} \quad (1)$$

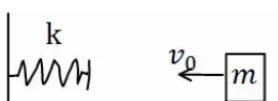
$$Q = 275\text{J} \quad (2)$$

## אנרגייה פוטנציאלית אלסטית – קופץ:

**שאלות:**

**1) מסה וקופץ במישור אופקי**

מסה  $m = 50\text{gr} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$  נעה ב מהירות  $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$  על משטח אופקי חלק.



המסה נעזרת על ידי קופץ אידיאלי (חסר מסה) בעל קבוע קופץ  $k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ . הקופץ רופיע לפני פגיעה במסה.

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

ב. מהו הכווץ המקסימלי אליו מגיע הקופץ?

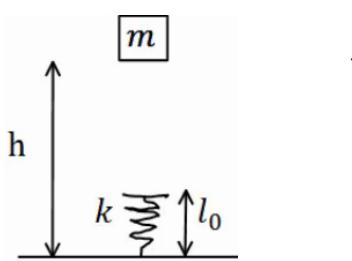
ג. חזר על סעיפים א' ו-ב' אם בין המסה למשטח יש חיכוך.

מקדם החיכוך הוא  $\mu = 0.2$  והמרחק ההתחלתי של המסה מקצת הקופץ הוא 0.5m.

**2) מסה נופלת על קופץ אנכי**

מסה  $m = 5\text{gr} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$  משוחררת ממנוחה מגובה  $h = 1\text{m}$  מעל הרצפה.

קופץ אנכי אידיאלי מחובר לרצפה.



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

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

א. מהי מהירות המסה רגע לפני פגיעה בקופץ?

ב. מהו הכווץ המקסימלי אליו מגיע הקופץ?

ג. מהו הגובה המקסימלי אליו מגיע המסה בחזרה?

**תשובות סופיות:**

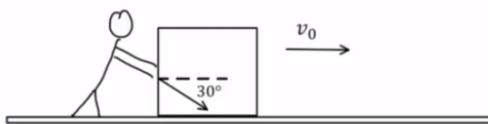
$$\text{1) א. } v_F \approx 4.95 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב. } \Delta x \approx 35.4\text{cm} \quad \text{ג. } v \approx 4.72 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, \Delta x \approx 33\text{cm}$$

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

## תרגילים:

### שאלות:

#### 1) אדם דוחף ארגז בזווית



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

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

א. ציירו תרשימים כוחות על הארגז.

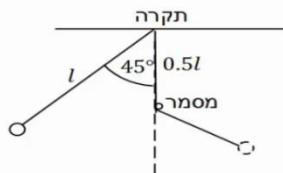
ב. חשבו את העבודה שמבצע כל אחד מהכוחות?

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

ד. חשבו את מהירותו הסופית של הארגז משיקולי אנרגיה.

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

#### 2) מטוולת עם מסמר



מטוולת תלולה מהתקarra באמצעות חוט אידיאלי באורך  $l = 80\text{cm}$ .

המטוולת מוסטת לזוויות של  $45^\circ$  ומשוחררת ממנוחה.  
גובה 0.51 מתחת נקודת התלייה של המטוולת תקוע מסמר.

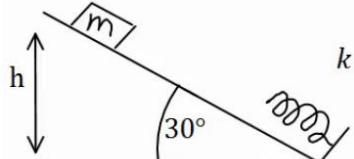
מצא את הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוולת בצדיה השני של התנועה.

#### 3) גוף מחליק על מישור משופע ונתקע בקפיץ

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

בתחינת המדרון המסה מתנגשת בקפיץ אידיאלי

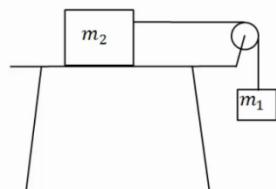
בעל קבוע קפיץ  $\frac{N}{m} = 100$  ואורך רפו של 15 ס"מ.



א. מהו הכוון המקסימלי של הקפיץ ומהו הגובה המקסימלי אליו תchezור  
המסה אם המשטח חלק?

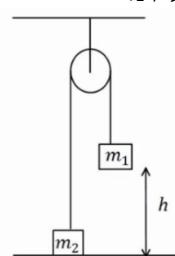
ב. חזר על סעיף א' אם קיים חיכוך בין המשטח למסה, ומקדם החיכוך  
הקינטי  $\mu_k = 0.1$ .

הנח שהחיכוך הסטטי אינו חזק מספיק לעצור את המסה.

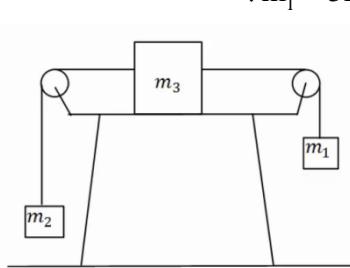
**4) מסה על שולחן ומסה תלויה**

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 לנوع מנוחה.

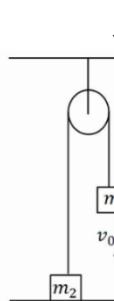
- מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של  $m_1$  אם השולחן חלק.
- מצא את מהירות המסות כתלות בגובה המסה  $m_1$ .
- חוור על סעיף א' כאשר קיים חיכוך עם השולחן ומקדם החיכוך הוא  $0.2 \cdot \mu_k$ .
- כמה אנרגיה הולכת לאיבוד כחום במקרה של סעיף ג'? חשב בשתי צורות.

**5) שתי מסות תלויות מהתקלה**

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

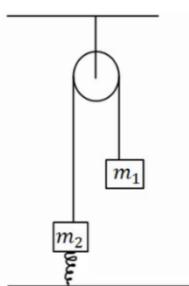


**6) מסה על שולחן ושתי מסות באוויר**  
במערכת הבאה שלוש מסות:  $m_1 = 5\text{kg}$ ,  $m_2 = 2\text{kg}$ ,  $m_3 = 3\text{kg}$ . כל הגלגולות והחותמים אידיאליים.  
המערכת מתחילה מנוחה.  
א. מצא את המהירות כתלות בהעתק של  $m_1$ .  
הנח שהשולחן חלק.  
ב. חוות על סעיף א' אם יש חיכוך עם השולחן  
ומקדם החיכוך הקינטי הוא  $0.2 \cdot \mu_k$ .

**7) שתי מסות תלויות מהתקלה וzychיפה**

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

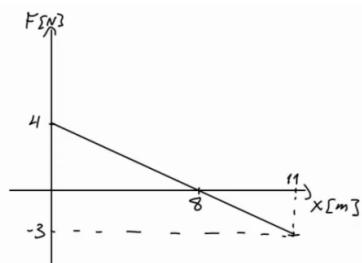
**(8) שתי מסות תלויות מהתקלה וקפיץ**  
 במערכת הבאה המסות תלויות מהתקלה באמצעות גלגלת אידיאלית.



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

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

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

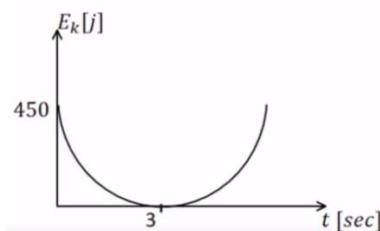


**(9) גוף של כוח**  
 נתון גוף של כוח הפועל על גופך כתלות במקומות.  
 הכוח הוא הכוח היחיד הפועל על הגוף.  
 מסת הגוף היא  $m = 2\text{kg}$  והוא מתחילה תנועתו ממנוחה.  

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

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

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



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

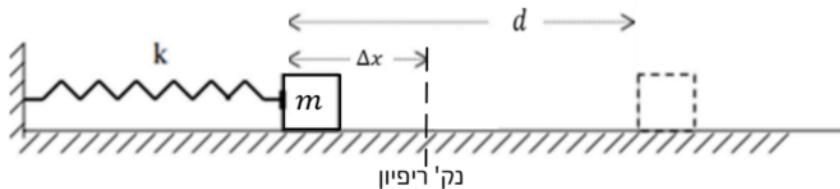
- מהי מהירות הזירה של הכדור ומתי הגיע לשיא הגובה?
- מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע הכדור?
- שרטט גרף של האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור כפונקציה של הזמן.  
 צין על הגרף מהו הערך המירבי של האנרגיה ומהו הזמן בו חזר הכדור לקרקע.
- חשב את העבודה כוח הכבוד :

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

**12) קפיז דוחף גוף על שולחן עם חיכוך**

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

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



א. מהו מקדם החיכוך שבין הגוף והשולחן?

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

**13) גוף מחליק על חצי מעגל ומכועז קפיז**

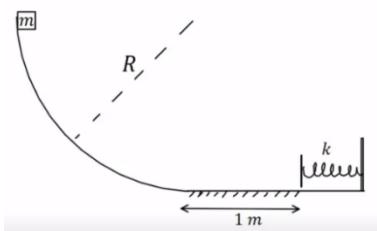
גוף בעל מסה  $m = 2\text{kg}$  משוחרר ממנוחה מקצתה של מסילה חסרת חיכוך בצורת רביע מעגל ברדיוס  $R = 2\text{m}$ . בתחתית המסילה הגוף מחליק על מישור אופקי שאינו חלק באורך 1 מטר.

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

א. מהי מהירות הגוף ברגע פגיעתו בקפיז?

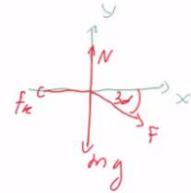
ב. מהו קבוע הקפיז?

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



**תשובות סופיות:**

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



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

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

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

$$h_F = 1\text{m} : x = 6.18\text{cm}, \text{גובה} \quad \text{א. הcyoz :}$$

$$h_F = 0.999\text{m} : \Delta x = 67\text{cm}, \text{גובה} \quad \text{ב. הcyoz :}$$

$$Q = 16J \quad \text{v} = \sqrt{8} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad v = \sqrt{\frac{40}{3} - \frac{20}{3}h} \quad v_{m_1} \approx 3.65 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{4}$$

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

$$v = \sqrt{4.8\Delta x} \quad \text{ב.} \quad v = \sqrt{6\Delta x} \quad \text{ג.} \quad \text{6}$$

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

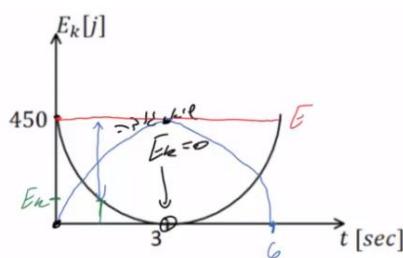
$$\Delta x_{\max} = 4\text{m} \quad v \approx 2.58 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad x_0 = 2\text{m} \quad \text{8}$$

$$v(x=6) = 4.12 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad v(x=18) = 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{9}$$

$$n = 16 \quad h_3 = 2.187 \quad h_1 = 2.76\text{m} \quad \text{10}$$

$$h = 45\text{m} \quad v_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, t = 3\text{sec} \quad \text{11}$$

$$W_g = -300J \quad \text{ii} \quad W_g = -450J \quad \text{i.ג}$$



$$1.12 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad 0.156 \quad \text{א.ג. 12}$$

$$h_D = 1.4\text{m} \quad k = 6800 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad v_B = \sqrt{34} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{א.ג. 13}$$