

# פיסיקה 1 מס קורס 10124

פרק 12 - תרגילים ברמת מבחן -

תוכן העניינים

1. שאלות הבנה קצרות.....1
2. תרגילים ברמת מבחן.....4

## שאלות הבנה קצרות:

### שאלות:



**(1) עזית הכלבה הצנחנית**

עזית הכלבה הצנחנית רצה במהירות  $v$ .  
 כעת עזית מונחת על דיסקה במהירות  $\omega$   
 בעלת רדיוס  $R$ .

מהו מקדם החיכוך המינימלי שצריך להיות בין עזית  
 לדיסקה על מנת למנוע את החלקתה של עזית?



**(2) זמן מחזור למטוטלת של שתי מסות**

מטוטלת בנויה משתי מסות וציר כמתואר בשרטוט.  
 מצא את זמן המחזור של המטוטלת.

נתון:  $2\pi = \omega T$  ,  $\omega^2 = mg \frac{c}{l}$

**(3) שחיין ממהר להגיע לקצה**

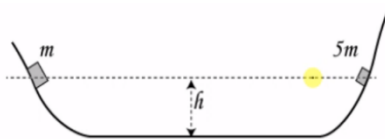
שחיין מנסה לשחות בין שתי גדות הנהר.  
 השחיין שוחה במהירות  $V$  (ביחס למים כמובן)  
 והנהר זורם במהירות  $Z$ .

לאיזה כיוון השחיין צריך לשחות, על מנת לשמור על כוחותיו  
 ולהגיע במהירות מירבית לגדת הנהר?



**(4) שני בולים מתגלשים ומתנגשים**

שני הבולים שבשרטוט נעזבים בו זמנית  
 ומתנגשים התנגשות אלסטית.

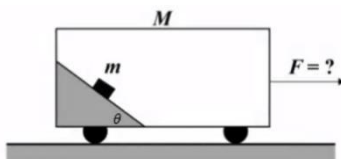


א. חשב מה יהיה שיא הגובה של הבולים אם  
 נתון כי מסת הבול הימני גדולה פי 5 ממסת הבול השמאלי.  
 ב. חזור על החישוב במקרה של התנגשות פלסטית.

**(5) מסה נייחת בכוח מדומה**

קרון בעל מסה  $M$  נמשך במהירות  $F$ .  
 בתוך הקרון קיים מדרון חלק חסר מסה ועליו  
 מונחת מסה  $m$ .

מצא את הכוח  $F$ , אם נתון כי המסה  $m$  נייחת ביחס למדרון.



**(6) תנע זוויתי אלסטי ופלסטי**

שלושה כדורים מונחים על גבי שולחן חלק כמתואר בשרטוט. שני גופים מחוברים ביניהם במוט חסר מסה באורך  $d$ , והמסה השלישית נעה במהירות נתונה אל עבר שני הגופים, ומתנגשת התנגשות אלסטית. מה תהיה מהירות הכדור הפוגע לאחר ההתנגשות? כיצד הייתה משתנה תשובתך אם היה מדובר בהתנגשות פלסטית?

**(7) נחש יוצא מכד**

בתוך כד, נח לו נחש בעל מסה  $M$  ואורך  $L$ . ברגע  $t_0 = 0$ , הנחש מעוניין לצאת מהכד, ומתחיל לעלות במהירות קבועה  $v$ . מהו הכוח הנורמלי שיופעל על הנחש ברגע  $t_0$ ?

**(8) פרה ודיסקה במהירות קבועה**

על משטח המסתובב במהירות קבועה  $\omega$ , עומדת פרה בעלת מסה  $M$ . הפרה מעוניינת להגיע לדשא הנמצא בציר הסיבוב של המשטח. ידוע כי הפרה נמצאת במרחק  $R$  מציר הסיבוב.

א. מהי העבודה שמבצע המשטח על הפרה בדרכה לציר הסיבוב?  
 ב. מהי עבודת קוריוליס על הפרה בדרכה לציר הסיבוב?

## תשובות סופיות:

$$\mu = 1 \quad (1)$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{I_1 - I_2}{I_1^2 + I_2^2}}} \quad (2)$$

(3) השחיין צריך לשחות לכיוון הגדה השנייה.

(4) ראה סרטון.

$$\tilde{F} = (M + m) \cdot a \quad (5)$$

(6) ראה סרטון.

$$N = Mg + \frac{M}{L} V^2 \quad (7)$$

(8) א.  $W = \frac{1}{2} m \omega^2 R^2$ . ב. ראה סרטון.

## תרגילים ברמת מבחן:

### שאלות:

#### (1) נחום תקום, מבחן ת"א

גוף מורכב מחרוט בעל זווית מפתח  $\alpha$ , בסיס הרדיוס  $a$  וגובה  $h$  היושב על חצי כדור בעל רדיוס דומה כמתואר בשרטוט. לחצי חרוט ולכדור צפיפות מסה אחידה וזהה  $p$ .

- א. חשב את מרכז המסה של החרוט ביחס לראשית  $O$  הנמצאת על משטח החיבור בין הגופים. (ראה ציור עם הגדרת ראשית הצירים).

ב. חשב את מרכז המסה של כל המערכת בהינתן מרכז

$$\text{המסה של חצי כדור: } Z_{c.m} = \frac{-3a}{8}$$

ג. מטים את הגוף הנ"ל בזווית  $\theta$  ביחס לאנך.

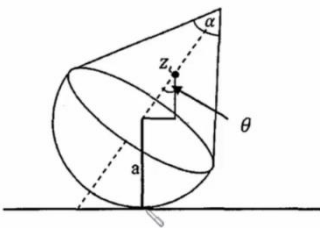
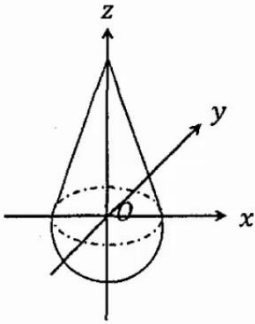
מהי האנרגיה הפוטנציאלית כתלות בזווית זו?

ד. מצאו תחת אילו תנאים (נתונים גיאומטריים  $(h, a, \alpha)$  המערכת תהיה ב:

i. שיווי משקל אדיש ( $E_p = \text{const}$ ).

ii. שיווי משקל יציב המאפשר תנודות קטנות.

iii. שיווי משקל לא יציב.



#### (2) מסות על חרוט, מבחן ת"א

מסה  $m_1$  נמצאת בתוך קונוס, בעל זווית

מרכזית  $\alpha$ , המסתובבת במהירות קבועה  $\omega$ .

המסה מחוברת במסילה לקונוס, הגורמת

לה להסתובב יחד איתו במהירות קבועה.

בנוסף המסה יכולה לנוע מעלה ומטה על הדופן של הקונוס ללא חיכוך.

א. מהו רדיוס הסיבוב  $r$  שבו  $m_1$  תהיה בשיווי משקל, כלומר המסה

המסתובבת לא תנוע מעלה או מטה על גבי דופן הקונוס?

(כמתואר בשרטוט א').

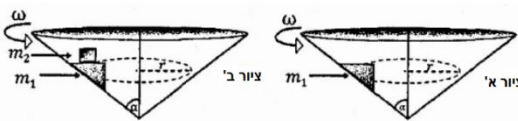
ב. כעת מניחים על גבי מסה  $m_1$  מסה נוספת,  $m_2$  (כמתואר בשרטוט ב').

מקדם החיכוך הסטטי בין המסות הוא  $\mu_s$ . מהירות הסיבוב של מסה  $m_1$

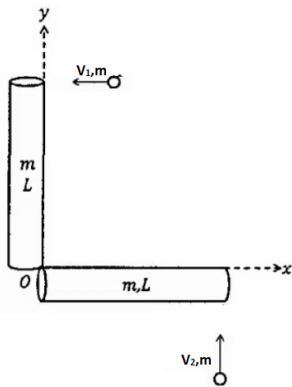
אינה משתנה כתוצאה מהוספת המסה  $m_2$  למערכת, ובנוסף המסה

החדשה אינה מחליקה על גבי מסה  $m_1$ .

האם רדיוס התנועה, שבו נמצאת המערכת בשיווי משקל, ישתנה? הסבר.



ג. מהו ערכו המינימלי של מקדם החיכוך הסטטי  $\mu_s$  שימנע החלקה בין המסות? הנח כי החלק העליון של  $m_1$  הוא אופקי.



**3) כדורים פוגעים במוטות, מבחן ת"א**

שני מוטות דקים וארוכים במנוחה, בעלות מסה  $m$  ואורך  $L$  כל אחד מחוברים בזווית ישרה בנק'  $O$ , ראשית הצירים, כמתואר בשרטוט. שתי המסות  $m$  נעות בניצב למוטות ומתנגשות בקצה המוטות במהירות:  $\vec{v}_1 = -v_0 \hat{x}$ ,  $\vec{v}_2 = v_0 \hat{y}$ . נתון כי בזמן  $t = 0$  המסות נצמדות למוטות בבת אחת.

א. מצאו את וקטור המיקום של מרכז המסה  $\vec{r}_{c.m.}(t)$  עבור  $t = 0$ .

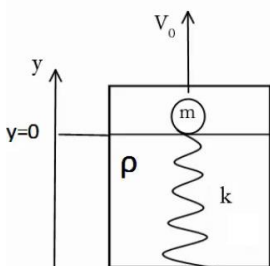
ב. מצאו את וקטור המיקום של מרכז המסה  $\vec{r}_{c.m.}(t)$  עבור  $t > 0$ , ביחס למיקום מרכז המסה בזמן  $t = 0$  (ברגע הצמדות למוטות):

$$\vec{r}_{c.m.}(t > 0) - \vec{r}_{c.m.}(t = 0) = ?$$

ג. מהי המהירות הזוויתית  $\omega(t)$  של המערכת בתנועה הסיבובית ביחס למרכז המסה שחושב בסעיף ב'  $\vec{r}_{c.m.}(t)$ ?

ד. מצאו את וקטור המיקום  $\vec{r}(t)$  של הנקודה  $O$ , ביחס למיקומה בזמן  $t = 0$ .

**4) מצוף בתנועה הרמונית, מבחן ת"א**



נתונים מסה כדורית קטנה  $m$  שרדיוסה  $R$  וקפיץ אנכי, אידיאלי וחסר מסה, בעל קבוע קפיץ  $k$ . הקפיץ ממוקם בתוך נוזל צמיגי שצפיפותו  $\rho$  וצמיגותו  $\eta$ . המצב הרפוי של הקפיץ הוא כאשר הוא בגובה פני הנוזל, כמתואר בשרטוט.

זכרו כי ערכי כוח העילוי וכח סטוקס הם:  $\rho V g$  (כאשר  $V$  הוא נפח הכדור) ו-  $-6\pi\eta R \dot{y}$ , בהתאמה.

א. כאשר המסה ממוקמת על שפת הנוזל, כמתואר בשרטוט, מעניקים לה מהירות התחלתית  $v_0$  כלפי מעלה, מה יהיה הגובה המקסימלי אליו תגיע המסה?

ב. מהי משוואת התנועה של המסה, כאשר היא נעה בתוך הנוזל? הניחו כי מרגע נגיעת המסה בפני הנוזל כשהכדור נכנס במלואו לנוזל (יש להתעלם משלבי כניסת המסה לנוזל).

כמו כן יש להניח כי פני הנוזל לא השתנו בשל כניסת הכדור לנוזל. רמז: לפשוט המשוואה, יש לבצע החלפת משתנים.

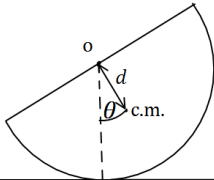
ג. בהנחת ריסון חלש, מהו הפתרון הכללי של משוואת התנועה בתוך הנוזל? מהם תנאי ההתחלה של התנועה? את התשובות הסופיות יש להציג במונחי המשתנה בו השתמשתם לפני

החלפת המשתנים.

רמז: בפתרון המד"ר יש להעזר בדף הנוסחאות הנתון.

ד. כעבור כמה זמן, מרגע כניסת המסה למים, תחזור המסה לפני המים (המצב המתואר בתחילת סעיף ב')?

**(5) חצי כדור בתנועה הרמונית**



חצי כדור ברדיוס R ומסה M מונח על משטח.

מסיטים את החצי כדור בזווית קטנה ממצב שיווי

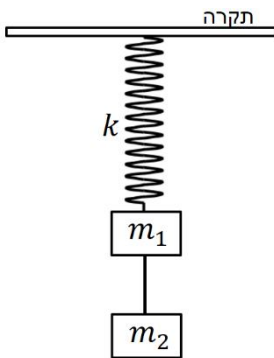
המשקל ומשחררים ממנוחה.

מצא את תדירות התנודות הקטנות אם הכדור מתגלגל

ללא החלקה (מרכז המסה של חצי כדור נמצא במרחק:  $d = \frac{3}{8}R$

ממרכז הכדור המלא).

**(6) מסה קשורה למסה ולקפיץ אנכי**



גוף שמסתו  $m_2 = 4\text{kg}$  נקשר לגוף נוסף שמסתו  $m_1 = 2\text{kg}$  בחוט.

הגוף שמסתו  $m_1$  קשור לקפיץ אנכי בעל קבוע קפיץ  $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ .

המערכת נמצאת בשיווי משקל ובמנוחה.

ב- $t = 0$  נקרע החוט הקושר בין המסות.

א. מהי משרעת התנודות?

ב. מהו זמן המחזור של התנודות?

ג. מהו הביטוי למיקום כתלות בזמן?

ד. מהי האנרגיה האלסטית האגורה במערכת בנקודת שיא הגובה?

## תשובות סופיות:

$$U(\theta) = m_T g Z_{c.m} \cos \theta \quad \text{ג.} \quad Z_{c.m} = \frac{h^2 - 3a^2}{4h + 8a} \quad \text{ב.} \quad Z_{c.m} = \frac{h}{4} \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$h > \sqrt{3} \quad \text{iii.} \quad h < \sqrt{3}a \quad \text{ii.} \quad h = \sqrt{3}a \quad \text{i.} \quad \text{ד.}$$

$$\mu_s \geq \frac{1}{\tan \alpha} \quad \text{ג.} \quad r \text{ לא משתנה.} \quad \text{ב.} \quad R = \frac{g}{\tan \alpha \cdot \omega^2} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\omega = \frac{30}{37} \frac{v_0}{l} \quad \text{ג.} \quad \vec{r}_{c.m} = \frac{v_0 t}{4} (\hat{y} - \hat{x}) \quad \text{ב.} \quad \vec{r}_{c.m} = \frac{3}{8} L(1,1) \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$\vec{r}_0 = \frac{v_0 t}{4} (\hat{y} - \hat{x}) + \frac{3l}{8} \sqrt{2} \left( \cos \left( \frac{30}{37} \frac{v_0}{l} t + \frac{5\pi}{4} \right) \hat{x} + \sin \left( \frac{30}{37} \frac{v_0}{l} t + \frac{5\pi}{4} \right) \hat{y} \right) \quad \text{ד.}$$

$$\ddot{z} + \frac{\lambda}{M} \dot{z} + \frac{k}{M} z = 0 \quad \text{ב.} \quad h = \Delta x = \frac{-mg + \sqrt{(mg)^2 + kmv_0^2}}{k} \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$, y(t) = Ae^{-\frac{\Gamma}{\alpha} t} \cos(\omega t + \varphi) + y_0, \quad z(t) = Ae^{-\frac{\Gamma}{\alpha} t} \cos \left( \left( \sqrt{\frac{k}{M} - \frac{M}{4}} \right) t + \varphi \right) \quad \text{ג.}$$

$$y(0) = 0, \quad \dot{y}(0) = -v_0$$

$$0 = \frac{g(m - \rho V)}{k} \sqrt{1 + \left( \frac{\Gamma}{2\omega} + \frac{kv_0}{\omega g(m - \rho V)} \right)^2} \quad \text{ד.}$$

$$e^{-\frac{\Gamma}{\alpha} t} \cos \left( \omega t - \tan^{-1} \left( \frac{\Gamma}{2\omega} + \frac{kv_0}{\omega g(m - \rho V)} \right) \right) - \frac{g(m - \rho V)}{k}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{15g}{26R}} \quad (5)$$

$$y(t) = 0.4 \cos(\sqrt{50}t + 0) + 0.2 \quad \text{ג.} \quad T \approx 0.89 \text{sec} \quad \text{ב.} \quad A = 0.4 \text{m} \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$U_{el} = 2 \text{J} \quad \text{ד.}$$