

# פיזיקה 1 מכניקה 4411110

פרק 17 - 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.

$$\text{נתון: } 2\pi = \omega T, \quad \omega^2 = mg \frac{C}{I}$$



#### (3) שחיין ממהר להגיע לקצה

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

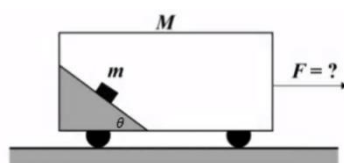
לאיזה כיוון השחיין צריך לשחות, על מנת לשמור על כוחותיו  
 ולהגיע במהירות מירבית לגדת הנהר?



#### (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:

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

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{l_1 - l_2}{l_1^2 + l_2^2}}} \quad (2)$$

$$(3) \text{ השחיין צריך לשחות לכיוון הגדה השנייה.}$$

$$(4) \text{ ראה סרטון.}$$

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

$$(6) \text{ ראה סרטון.}$$

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

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

## 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 0 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.

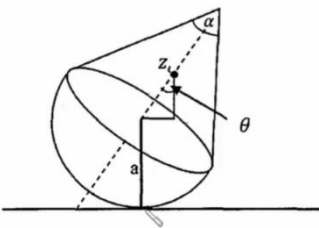
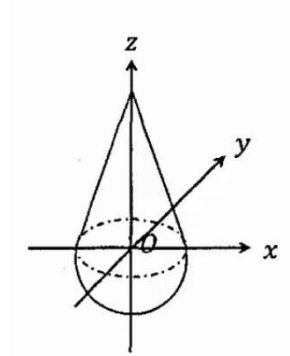
מהי האנרגיה הפוטנציאלית כתלות בזווית זו?

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').

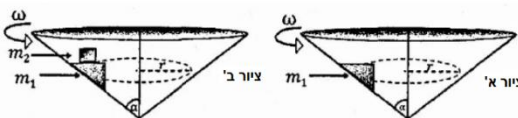
ב. כעת מניחים על גבי מסה  $m_1$  מסה נוספת,  $m_2$  (כמתואר בשרטוט ב').

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

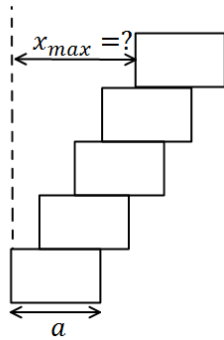
אינה משתנה כתוצאה מהוספת המסה  $m_2$  למערכת, ובנוסף המסה

החדשה אינה מחליקה על גבי מסה  $m_1$ .

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

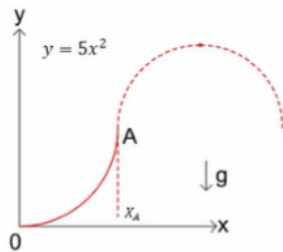


ג. מהו ערכו המינימלי של מקדם החיכוך הסטטי  $\mu_s$  שימנע החלקה בין המסות?  
הנח כי החלק העליון של  $m_1$  הוא אופקי.



### (3) מגדל קוביות

דני מנסה לבנות מגדל מ-5 קוביות זהות בעלות פאה באורך  $a$ . מהו המרחק המקסימאלי הניתן להניח את הקובייה העליונה ביותר כך שהמגדל לא ייפול? (מדוד את המרחק בין הצלע השמאלית של הקובייה הראשונה לצלע השמאלית של הקובייה העליונה). רמז: התחל את החישוב מהקובייה העליונה.



### (4) עבודה לאורך דרך במסילה

חרוז בעל מסה  $m$  מושחל על מסילה חלקה. המסילה נמצאת במישור  $XY$ . כוח הכובד פועל בכיוון השלילי. צורת המסילה מתוארת בסרטוט.

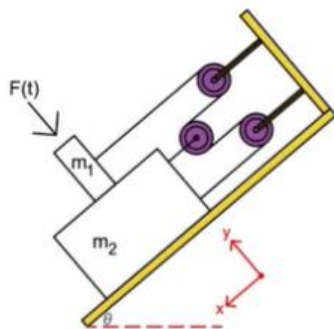
א. מהי המהירות ההתחלתית המינימלית שיש להעניק לחרוז בראשית הצירים כדי שיוכל להגיע לנקודה A?  
ב. נותנים לחרוז מהירות התחלתית  $v_0$ .

מהו שיא הגובה שאליו יגיע החרוז אם נתון כי החרוז עבר את הנקודה A?

ג. כעת, במקום כוח הכובד מופעל על החרוז כוח:  $F = (x, e^{x^2})$

והחרוז משוחרר ממנוחה בראשית הצירים. מה תהיה מהירות החרוז בקצה המסילה?

### (5) שתי מסות גלגלת נעה וכוח חיצוני



שני גופים שמסתם  $m_1, m_2$  מונחים זה על זה על פני מדרון משופע בזווית  $\theta$ .

ניתן לראות כמתואר באיור שהגופים תלויים ומחוברים ביניהם בעזרת מערכת גלגלות חסרות מסה. בין שני הגופים קיים חיכוך בעוד שבין  $m_2$  למדרון אין חיכוך.

נתון כי מקדם החיכוך הקינטי בין שני הגופים הוא  $\mu_k$ .

ברגע  $t=0$  המערכת משוחררת ממנוחה ומתחילה לנוע כך שהגוף הגדול  $m_2$  יורד במדרון (בכיוון ציר  $x$  החיובי).

ברגע זה מתחיל גם לפעול על  $m_1$ , כלפי המדרון ובמאונך לו, כוח התלוי בזמן:

$$F(t) = \frac{mg}{2}(1 + \sin(\omega t))$$
 כאשר  $\omega$  הוא קבוע חיובי.

יש להניח ש- $m_2$  מספיק ארוך כדי ש- $m_1$  לא יפול ממנו.

א. יש נמק ולהוכיח כי במערכת הנתונה מתקיים הקשר:  $a_1 = -3a_2$ .

ב. מצאו את תאוצות הגופים:  $a_1(t)$ ,  $a_2(t)$  כפונקציה של הזמן.

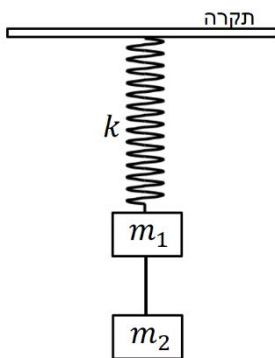
אין צורך לפתור את המשוואות.

ג. מצאו את השינוי  $\Delta x$ , שחל במרחק שבין הגופים לאורך המדרון, מרגע

תחילת התנועה ועד לרגע  $t$  כלשהוא.

אין צורך לפתור את המשוואות.

### 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.

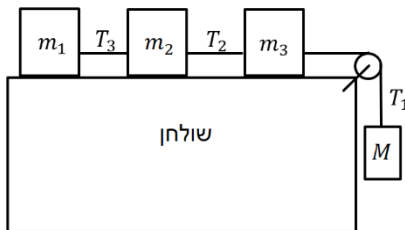
א. מהי משרעת התנודות?

ב. מהו זמן המחזור של התנודות?

ג. מהו הביטוי למיקום כתלות בזמן?

ד. מהי האנרגיה האלסטית האגורה במערכת בנקודת שיא הגובה?

### 7) מסה תלויה גלגלת ושלוש מסות על שולחן



שלוש מסות:  $2m_1 = m_2 = m_3 = 15\text{kg}$  נמצאות על

שולחן אופקי ומחוברות בחוט דק למסה  $M = 20\text{kg}$ .

החוט עובר דרך גלגלת אחידה בעלת רדיוס  $R = 15\text{cm}$

ומומנט התמד  $I = 0.7\text{kg} \cdot \text{m}^2$  כמתואר באיור.

החוט אינו מחליק על הגלגלת ואין חיכוך בין המסות  $m_1$ ,  $m_3$  לשולחן.

בין המסה  $m_2$  לשולחן ישנו חיכוך ומקדם החיכוך הוא:  $\mu_s = \mu_k = 0.23$ .

א. מצא את תאוצת המסה  $M$  ברגע שמשחררים את המערכת ממנוחה.

ב. מהו יחס המתיחויות  $\frac{T_1}{T_3}$  ברגע שמשחררים את המערכת ממנוחה?

ג. כמה זמן ייקח לגלגלת להשלים סיבוב אחד מרגע שחרור המערכת?

## תשובות סופיות:

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

$$\text{ד. } h = \sqrt{3}a \quad \text{ה. } h < \sqrt{3}a \quad \text{ו. } h > \sqrt{3}$$

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

$$(3) \quad x_{\max} = \frac{25a}{24}$$

$$(4) \quad \text{א. } \frac{1}{2} m v_i^2 = mgh \quad \text{ב. } mgh + \frac{1}{2} m v_y^2 = mgH$$

$$\text{ג. } \frac{1}{2} x_A^2 + 5 \left( e^{\frac{1}{5}(5x_1^2)} - e \right) = \frac{1}{2} m v_s^2$$

$$(5) \quad \text{א. שאלת הוכחה.} \quad \text{ב. ראה סרטון.} \quad \text{ג. } \Delta = \frac{4}{3} x_{1(t)}$$

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

$$\text{ד. } U_{el} = 2J$$

$$(7) \quad \text{א. } a \approx 1.87 \frac{m}{\text{sec}^2} \quad \text{ב. } \frac{T_1}{T_3} \approx 11.63 \quad \text{ג. } t \approx 1 \text{sec}$$