פיזיקה 1 מכניקה

פרק 20 - תרגילים ברמת מבחן

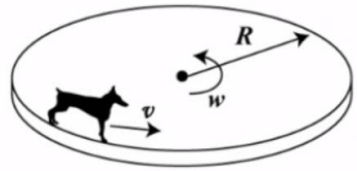
תוכן העניינים

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

שאלות הבנה קצרות:

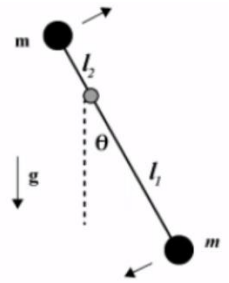
שאלות:

1) עזית הכלבה הצנחנית



עזית הכלבה הצנחנית רצה במהירות v.
כעת עזית מונחת על דיסקה במהירות ω
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



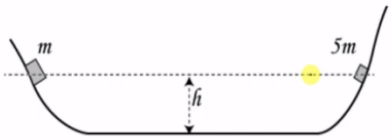
מטוטלת בנויה משתי מסות וציר כמתואר בשרטוט.
מצא את זמן המחזור של המטוטלת.

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

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

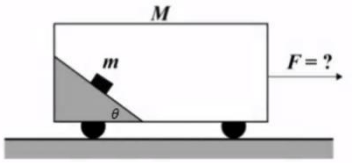


שני הבולים שבשרטוט נעזבים בו זמנית ומתנגשים התנגשות אלסטית.

א. חשב מה יהיה שיא הגובה של הבולים אם נתון כי מסת הבול הימני גדולה פי 5 ממסת הבול השמאלי.

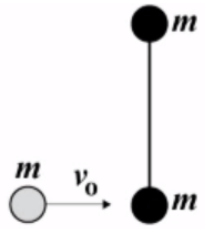
ב. חזור על החישוב במקרה של התנגשות פלסטית.

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 ω, 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:

1) $\mu = 1$

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

3) השחיין צריך לשחות לכיוון הגדה השנייה.

4) ראה סרטון.

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

6) ראה סרטון.

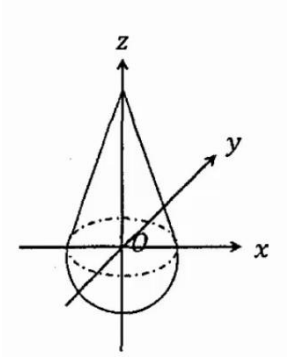
7) $N = Mg + \frac{M}{L}V^2$

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

תרגילים ברמת מבחן:

שאלות:

1) נחום תקום, מבחן ת"א

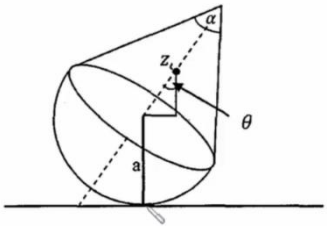


גוף מורכב מחרוט בעל זווית מפתח α, בסיס הרדיוס a וגובה h היושב על חצי כדור בעל רדיוס דומה כמתואר בשרטוט. לחצי חרוט ולכדור צפיפות מסה אחידה וזהה p.

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

ג. מטים את הגוף הנ"ל בזווית θ ביחס לאנך.
מהי האנרגיה הפוטנציאלית כתלות בזווית זו?



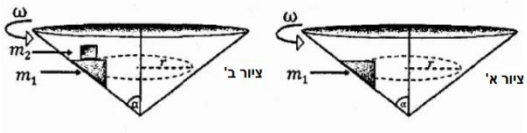
ד. מצאו תחת אילו תנאים (נתונים גיאומטריים h , a , α) המערכת תהיה ב:

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

ii. שיווי משקל יציב המאפשר תנודות קטנות.

iii. שיווי משקל לא יציב.

2) מסות על חרוט, מבחן ת"א



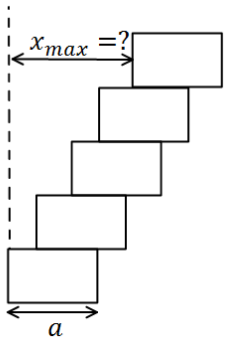
מסה m_1 נמצאת בתוך קונוס, בעל זווית מרכזית α, המסתובבת במהירות קבועה ω.
המסה מחוברת במסילה לקונוס, הגורמת לה להסתובב יחד איתו במהירות קבועה.
בנוסף המסה יכולה לנוע מעלה ומטה על הדופן של הקונוס ללא חיכוך.

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 μ_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.

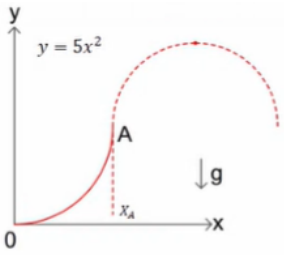
ג. מהו ערכו המינימלי של מקדם החיכוך הסטטי μ_s שימנע החלקה בין המסות?
הנח כי החלק העליון של m_1 הוא אופקי.

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



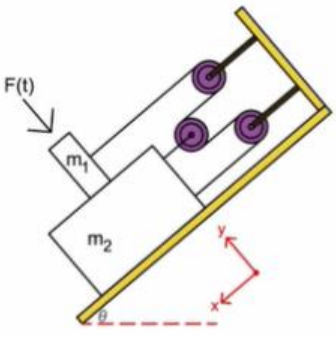
חרוז בעל מסה m משחל על מסילה חלקה.
המסילה נמצאת במישור XY.
כוח הכובד פועל בכיוון השלילי.
צורת המסילה מתוארת בסרטוט.

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: $F=\left(x\ ,\ e^{x^2}\right)$
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 θ.
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 μ_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:

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

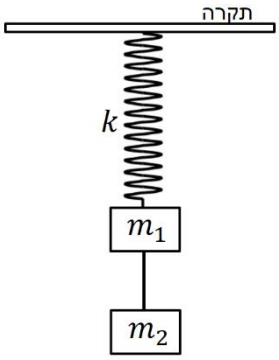
יש להניח ש-m_2 מספיק ארוך כדי ש-m_1 לא יפול ממנו.

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 Δx, 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 $m_2=4kg$ נקשר לגוף נוסף שמסתו $m_1=2kg$ בחוט.

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

המערכת נמצאת בשיווי משקל ובמנוחה.

ב-$t=0$ נקרע החוט הקושר בין המסות.

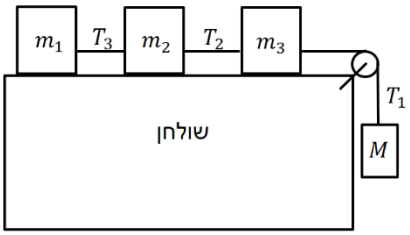
א. מהי משרעת התנודות?

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: $2m_1=m_2=m_3=15kg$ נמצאות על שולחן אופקי ומחוברות בחוט דק למסה $M=20kg$.

החוט עובר דרך גלגלת אחידה בעלת רדיוס $R=15c.m$ ומומנט התמד $I=0.7kg\cdot m^2$ 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) א. $Z_{c.m}=\frac{h}{4}$ ב. $Z_{c.m}=\frac{h^2-3a^2}{4h+8a}$ ג. $U(\theta)=m_T g Z_{c.m}\cos\theta$

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

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

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

4) א. $\frac{1}{2}mv_i^2=mgh$ ב. $mgh+\frac{1}{2}mv_y^2=mgH$

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

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

6) א. $A=0.4m$ ב. $T\approx0.89sec$ ג. $y(t)=0.4\cos\left(\sqrt{50}t+0\right)+0.2$

ד. $Uel=2J$

7) א. $a\approx1.87\frac{m}{sec^2}$ ב. $\frac{T_1}{T_3}\approx11.63$ ג. $t\approx1sec$