

מכינה בפיסיקה – מועד א'

מועד א' תשע"ו

ד"ר יוסי בן-ציון, יעל פריד

יש לפתור את 3 השאלות

ניתן להשתמש במחברת הקורס בלבד, משך המבחן 2 שעות ו-30 דקות

שאלה 1:

1. מניחים גוף בעל מסה $m = 2Kg$ בנקודה A הנמצאת בקצהו העליון של מישור משופע שזוויתו

$\alpha = 30^\circ$. משחררים את הגוף, הגוף נע עד שהוא מתנגש בקפיץ בעל קבוע קפיץ $K = 100 \left[\frac{N}{m} \right]$

כמתואר בציור. כל המשטחים חסרי חיכוך.

הנקודה B נמצאת בתחתית המישור המשופע, הנקודה C בקצה הקפיץ כאשר הוא רפוי.

נתונים: אורך הקטע $AB = 10m$, אורך הקטע $BC = 1m$.

א. מהי ההתכווצות המקסימלית של הקפיץ?

$$mgh = \frac{1}{2} kx^2$$

$$\frac{h}{AB} = \sin 30 \rightarrow h = 5m$$

$$2 \cdot 9.8 \cdot 5 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot x^2$$

$$x = 1.4m$$

ב. מהי מהירות הגוף (גודל וכיוון) כאשר הוא מגיע לנקודה C בפעם הראשונה?

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

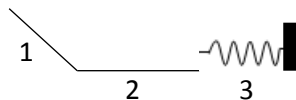
$$v = 9.9 \frac{m}{sec}$$

ימינה

ג. מה גודל המתקף הפועל על הגוף מרגע שהגיע לנקודה C ועד לזמן בו כיווץ הקפיץ מקסימלי?

$$J = \Delta mv = 0 - 2 \cdot 9.9 = -19.8 N \cdot sec$$

ד. כמה זמן יעבור מרגע שהגוף משתחרר ועד שהוא יחזור אל הנקודה A?



עבור קטע מס' 1:

$$\sum F = ma \rightarrow mg \sin 30 = ma$$

$$a = 4.9 \frac{m}{sec^2}$$

$$x_t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$10 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot 4.9 \cdot t^2$$

$$t = 2.02 \text{ sec}$$

$$v_t = v_0 + a \cdot t \rightarrow v_t = 9.9 \frac{m}{sec}$$

עבור קטע מס' 2 :

$$x_t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$1 = 0 + 9.9 \cdot t + 0$$

$$t = 0.1 \text{ sec}$$

עבור קטע מס' 3 :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 0.89 \text{ sec}$$

$$t_{\text{הלוך וחזור}} = \frac{1}{2} T = 0.44 \text{ sec}$$

נחבר הכל ונכפיל ב-2 את הקטעים 1,2 :

$$t_{tot} = 2 \cdot 2.02 + 2 \cdot 0.1 + 0.44 = 4.68 \text{ sec}$$

ה. האם במהלך תנועת הגוף פועלים עליו רק כוחות משמרים? נמקרו!

לא. הכוחות mg ו- F_{el} משמרים, הכוח N לא משמר.

מוסיפים למקטע BC חיכוך, כאשר נתון $\mu_s = \mu_k = \mu$. מניחים את הגוף שוב בראש השיפוע (נקודה

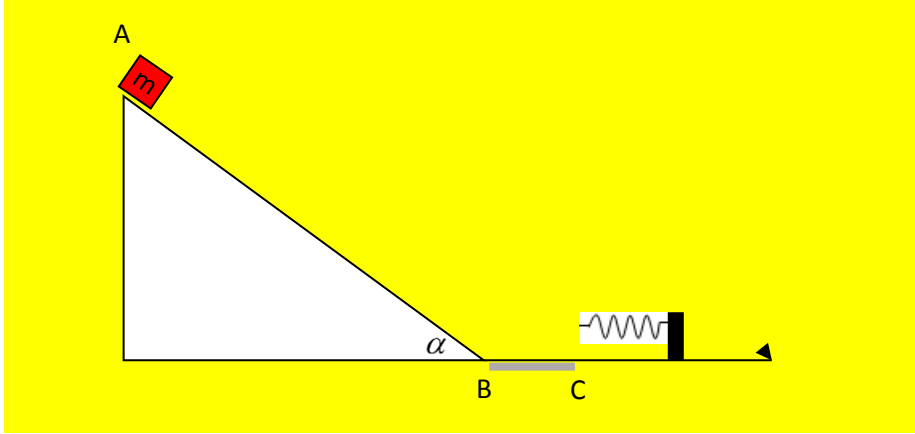
A) ומשחררים.

ו. מה צריך להיות גודלו של μ על מנת שהגוף יעבור את מקטע BC בדיוק 5 פעמים?

$$F = \mu \cdot N = \mu \cdot mg$$

$$F_{5BC} = 5 \cdot \mu \cdot mg = mgh$$

$$\mu = \frac{h}{5} = 1$$

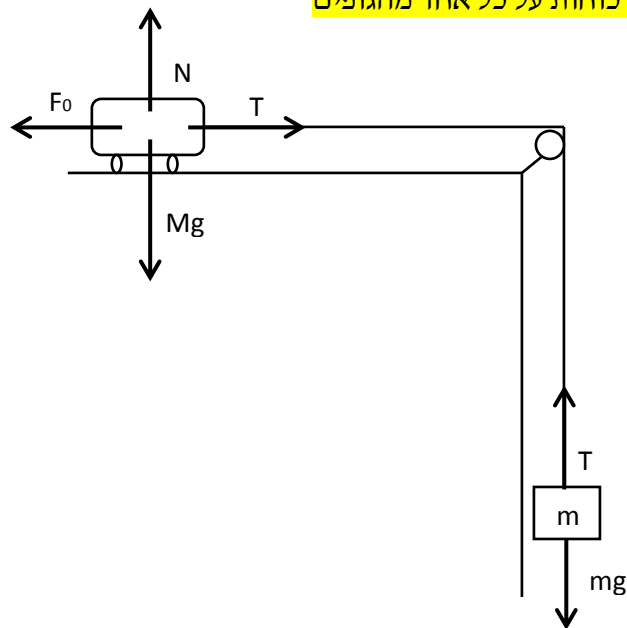


שאלה 2:



על העגלה פועל כח אופקי F_0 כך שהמערכת נמצאת במנוחה.

א. שרטטו תרשים כוחות על כל אחד מהגופים



ב. מהו גודלו של F_0 (בטאו באמצעות M, m, g)?

$$F_0 = T, \quad T = mg$$

$$F_0 = mg$$

ג. על מי משני הגופים פועל כח שקול גדול יותר? נמק!

על שניהם שקול הכוחות הוא אפס.

מפסיקים את פעולת הכוח F_0 והמערכת מתחילה לנוע.

ד. האם תאוצת m שווה ל- g גדולה ממנה או קטנה?

עבור העגלה :

$$T = Ma$$

עבור המשקולת :

$$mg - T = ma$$

נציב ונקבל

$$mg - Ma = ma$$
$$a = \frac{mg}{m + M} = \left(\frac{m}{m + M} \right) g$$

תאוצת m קטנה מ- g .

ה. בטאו את תאוצת העגלה M (באמצעות M, m, g)

לשני הגופים אותה תאוצה

$$a = \frac{mg}{m + M}$$

ו. כעת, שהמערכת בתנועה, על מי משני הגופים פועל כח שקול גדול יותר? נמק!

עבור העגלה :

$$\sum F = Ma$$

עבור המשקולת :

$$\sum F = ma$$

מכיוון שהתאוצה שווה עבור הגופים, ונתון $M > m$, הכח השקול הפועל על העגלה גדול יותר.

ז. אם היינו מחליפים בין העגלה למשקולת : האם תאוצת המערכת הייתה משתנה? – נמק

עבור העגלה החדשה :

$$T = ma$$

עבור המשקולת החדשה :

$$Mg - T = Ma$$

נציב ונקבל

$$Mg - mg = Ma$$
$$a = \frac{Mg}{M + m} = \left(\frac{M}{M + m} \right) g$$

כן. מה שמאיץ את הגופים זה כח הכובד שפועל על המשקולת, לכן אם המשקולת יותר כבדה התאוצה תגדל.

ח. אם היינו מחליפים בין העגלה למשקולת : האם המתרחות בחוט הייתה משתנה? נמק

לפני ההחלפה :

$$T = M \cdot \frac{mg}{m + M}$$

אחרי ההחלפה :

$$T = m \cdot \frac{Mg}{m + M}$$

נשאר ללא שינוי.

ידוע כי בתחילת התנועה מרחק המשקולת m מהקרקע הוא H

ט. תוך כמה זמן, מרגע תחילת התנועה תפגע המשקולת m בקרקע? (באמצאות M,m,g,H)

$$x_t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$H = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{mg}{m + M} \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2(m + M)H}{mg}}$$

י. תאר את תנועת המסה M, לאחר שהמשקולת m פגעה בקרקע: מנוחה/מהירות

קבועה/תאוצה? נמק

לאחר שהמשקולת פוגעת בקרקע לא יופעל כח על מסה M ולכן תמשיך לנוע במהירות קבועה.

נחזיר את המערכת למצב ההתחלתי, ונתון כי על השולחן חיכוך חלש $\mu S = \mu K = \mu$

(המערכת נעה)

יא. תוך כמה זמן, מרגע תחילת התנועה תפגע המשקולת m בקרקע? (באמצאות M,m,g,H, μ)

עבור העגלה:

$$T - F_s = Ma$$

$$T - \mu Mg = Ma$$

$$T = Ma + \mu Mg$$

עבור המשקולת:

$$mg - T = ma$$

נציב ונקבל

$$mg - Ma - \mu Mg = ma$$

$$a = \frac{mg - \mu Mg}{m + M}$$

$$x_t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$H = \frac{mg - \mu Mg}{m + M} t^2$$

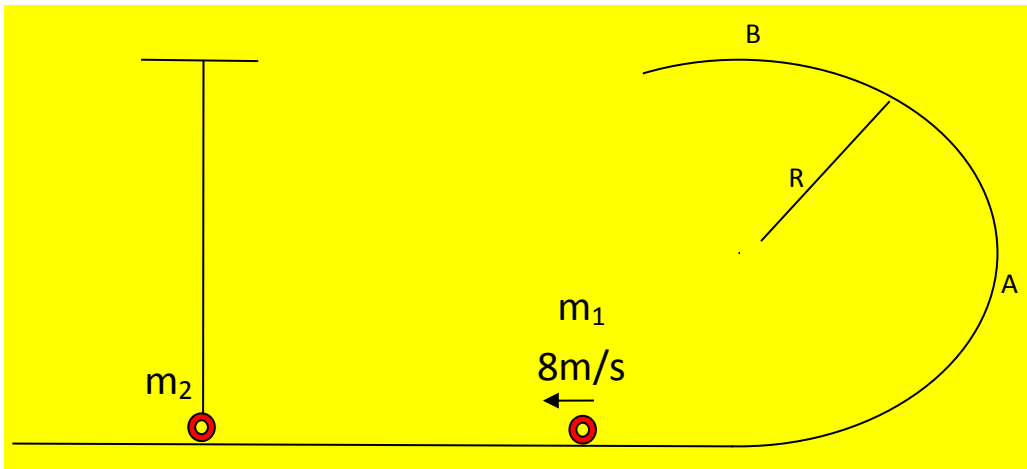
$$t = \sqrt{\frac{2(m + M)H}{mg - \mu Mg}}$$

יב. תאר את תנועת המסה M, לאחר שהמשקולת m פגעה בקרקע: מנוחה/מהירות

קבועה/תאוצה? נמק

לאחר שהמשקולת פגעה בקרקע מסה M תנוע בתאוצה קבועה (תאוטה) בגלל כוח החיכוך
עד לעצירה.

שאלה 3:



בציור שני כדורים שמסתם זהה $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$, חופשי לנוע ואילו m_2 מחובר למטוטלת שאורכה $L = 2m$, הנח כי המשטח חסר חיכוך. מעניקים ל- m_1 מהירות התחלתית $v_0 = 8 \text{ m/s}$ בכיוון שמאל (ראה ציור), m_2 נמצא במנוחה. בקצה הימני של המסילה מסלול מעגלי שרדיוסו $R = 1 \text{ m}$. כל ההתנגשויות אלסטיות.

א. מהי מהירות כל אחד מהגופים לאחר ההתנגשות?

$$u_1 = 0, \quad u_2 = 8 \text{ m/s}$$

(כאשר שמאלה הוא הכיוון החיובי)

ב. תארו את תנועת המערכת (במילים)

גוף 1 נע במהירות קבועה 8 m/s שמאלה עד שיתנגש בגוף 2 ויעצר במקומו. גוף 2 ינוע בתנועה הרמונית פשוטה, יעלה לגובה מסויים, יעצר רגעית וישוב על עקבותיו עד שיתנגש בגוף 1 ויעצר במקומו. גוף 1 ינוע במהירות קבועה 8 m/s ימינה עד שיתחיל לעלות במעגל האנכי.

ג. כמה זמן יעבור בין ההתנגשות הראשונה להתנגשות השנייה?

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2.838$$

הגוף עובר חצי מחזור ולכן

$$t = \frac{1}{2}T = 1.419 \text{ sec}$$

ד. לאחר ההתנגשות השנייה, כאשר m_1 נמצא בנקודה A (הנמצאת בדיוק בחצי הגובה של המסלול המעגלי), מהם:

• התאוצה הרדיאלית של m_1 בנקודה זו.

$$\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_t^2 + m_1gh$$

$$\frac{1}{2} \cdot 8^2 = \frac{1}{2}v_t^2 + g \cdot 1$$

$$v_t^2 = 44.4$$

$$a_r = \frac{v_t^2}{R} = 44.4 \text{ m/sec}$$

• התאוצה המשיקית של m_1 בנקודה זו.

$$\sum F_y = m_1 g = m_1 a$$

$$a = g \text{ m/sec}^2$$

(תאוצה g כלפי מטה)

• הכוח הנורמאלי הפועל על m_1 בנקודה זו.

$$N = m_1 a_r = m_1 \frac{v_t^2}{R} = 44.4 N$$

ה. לאחר ההתנגשות השנייה מהי המהירות (גודל וכיוון) בה m_1 מגיע לנקודה B (הנמצאת בראש המסלול המעגלי)?

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v^2 + m_1 g h$$

$$\frac{1}{2} \cdot 8^2 = \frac{1}{2} v^2 + g \cdot 2$$

$$v^2 = 24.8$$

$$v = 4.98 \text{ m/sec}$$

ו. לאחר ההתנגשות הראשונה ולפני ההתנגשות השנייה, פרטו ונמקו לגבי כל אחד מהגדלים

הבאים האם נשמר:

• אנרגיית m_1

נשמרת, הוא נמצא במנוחה וסכום הכוחות שפועלים עליו הוא אפס.

• אנרגיית m_2

נשמרת, כל הכוחות הפועלים על הגוף משמרים, מלבד כוח T אשר אינו משמר אבל מאונך למערכת של הגוף ולכן לא עושה עבודה ולא משנה את האנרגיה של הגוף.

• אנרגיית המערכת

נשמרת, המערכת היא שני הגופים ואם האנרגיה של שניהם נשמרת גם סה"כ האנרגיה נשמרת.

• תנע m_1

נשמר, הכדור נשאר במקומו והתנע לא משתנה.

• תנע m_2

לא נשמר, פועל על הגוף כוח חיצוני ($m_2 g$) אשר אפילו מאפס את התנע של המסה בשלב מסויים.

• תנע המערכת

לא נשמר, מכיוון שהתנע של כדור 2 לא נשמר.

ז. מהי המהירות המקסימלית ההתחלתית V_0 של m_1 אשר תבטיח אינסוף התנגשויות?

על מנת שזה יקרה צריך שכדור 1 יגיע לנקודה A עם אפס מהירות ולכן

$$\frac{1}{2} m_1 v^2 = m_1 g R$$

$$v^2 = 2g$$

$$v = 4.43 \text{ m/sec}$$

בהצלחה!