

פתרונות:

1.

פתרון:

א. החלקה תתרחש כאשר תאוצת הלוח תהיה גדולה יותר מתאוצת המשקולת. הדבר לא יקרה אם כוח החיכוך הסטטי בין המשקולת לבין הלוח גדול מספיק כדי לגרום לתאוצה השווה לתאוצה המרבית של הלוח. תאוצת הלוח היא משתנה ונקבעת ע"י כוח קפיץ: התאוצה תהיה המרבית כאשר ההעתק של הלוח ממצב שווי משקל של הקפיץ גם כן המרבי, דהינו שווה למשרעת:

$$a_{1,\max} \geq a_{2,\max};$$

$$f_{s,\max} = \mu_s N = \mu_s M_1 g = M_1 a_{1,\max} \Rightarrow a_{1,\max} = \mu_s g.$$

הערך המרבי של כוח קפיץ יפעל על הלוח:

$$|F_{s,\max}| = kx_{\max} = kA = (M_1 + M_2)a_{2,\max} \Rightarrow a_{2,\max} = \frac{kA}{(M_1 + M_2)}.$$

$$\mu_s g \geq \frac{kA}{(M_1 + M_2)} \Rightarrow M_1 \geq \frac{kA}{\mu_s g} - M_2 = \frac{450 \cdot 0.5}{0.45 \cdot 10} - 46 = 4(\text{kg}) \Rightarrow M_{1,\min} = 4\text{kg}.$$

לחילופין אפשר פשוט לרשום את משוואת התנועה על הלוח והצבת הביטוי לכח החיכוך שקיבלנו עבור המשקולת)

ב.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{(M_1 + M_2)}} = \sqrt{\frac{450}{10 + 46}} = 2.83(\text{rad/sec}).$$

$$x(t=0) = +A = A \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = +1 \Rightarrow \varphi = 0.$$

$$x(t) = 0.5 \cos(2.83t).$$

ג. מהירות הלוח בנק' שווי המשקל היינה מרבית והיא בעצם מהירות הלוח רגע לפני ההתנגשות:

$$V = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow |V_{\max}| = \omega A = 2.83 \cdot 0.5 = 1.42(\text{m/sec}).$$

לפי חוק שימור תנע:

$$mv + (M_1 + M_2)V_{\max} = mu + (M_1 + M_2)U,$$

כאשר U – מהירות הלוח רגע אחרי ההתנגשות.

עבור התנגשות אלסטית:

$$e = -\frac{u - U}{v - V_{\max}} = 1 \Rightarrow U - u = v - V_{\max} = 50 - 1.42 = 48.58(\text{m/sec}) \Rightarrow U = 48.58 + u.$$

$$0.2 \cdot 50 + 56 \cdot 1.42 = 0.2u + 56(48.58 + u) \Rightarrow -2630.96 = 56.2u$$

$$u = -46.81 \text{ m/sec}; U = 48.58 - 46.77 = 1.77(\text{m/sec}).$$

לאחר ההתנגשות הקליע ניתן שמאלה והלוח ממשיך לנועה ימינה.

2.

(א) שמשמרים תנע זוויתי ואנרגיה.

$$(I + mr_0^2)\omega_0 = (I + mr^2)\omega \quad (ב)$$

$I = \frac{Ml^2}{3}$ - מומנט הקינטיקה
של הצ'נוק היחסים של המסה

$$\omega = \frac{\left(\frac{Ml^2}{3} + mr_0^2\right)\omega_0}{\frac{Ml^2}{3} + mr^2}$$

$$v_t = \omega r \quad (ג)$$

~~$v_p = \omega^2$~~ המהירות הכוונתית

$$K_i = \frac{\left(\frac{Ml^2}{3} + mr_0^2\right)\omega_0^2}{2} \quad K_f = \frac{Ml^2}{3}\omega^2 + \frac{m}{2}v^2$$

$$K_i = K_f$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{m} \left[\left(\frac{Ml^2}{3} + mr_0^2\right)\omega_0^2 - \frac{Ml^2}{3}\omega^2 \right]}$$

$$\vec{V}_{CM} = \text{const} = 0$$

$$V_{CM} = V_1 M_1 + V_2 M_2$$

$$V_1 = V_2 + V'$$

$$(V_2 + V') M_1 + V_2 M_2 = 0$$

$$V_2 = - \frac{M_1}{M_1 + M_2} V'$$

$$V_1 = \left(1 - \frac{M_1}{M_1 + M_2}\right) V' = \left(\frac{M_2}{M_1 + M_2}\right) V'$$

$x_1(0) = 0$ בקצה - נקודות
 $x_2(0) = \frac{1}{2}L$ נקודות - קצה

$$P_{CM} = \text{const} = \frac{M_2 \cdot \frac{1}{2}L}{M_1 + M_2}$$

$$x_1 = x_2 + \frac{1}{2}L$$

$$\frac{x_1 M_1 + x_2 M_2}{M_1 + M_2} = \frac{1}{2} \frac{M_2 L}{M_1 + M_2}$$

$$\left(x_2 + \frac{1}{2}L\right) M_1 + x_2 M_2 = \frac{1}{2} M_2 L$$

$$x_2 \left(\frac{M_1}{M_2} + 1\right) = \frac{1}{2} L \left(1 - \frac{M_1}{M_2}\right)$$

$$x_2 = \frac{1}{2} L \frac{M_2 - M_1}{M_1 + M_2}$$

$$x_1 = \frac{1}{2} L \frac{2M_2}{M_1 + M_2}$$

שאלות אמריקאיות

ג .1

.ג .2

ד .3

ג .4

ד .5

ג .6