

מיקום מרכז המסה של מערכת ניתן ע"י הביטוי

$$\vec{R}_{cm} = \frac{\sum_i m_i \vec{R}_i}{\sum_i m_i} \quad (1)$$

כאשר  $m_i$  היא מסת חלק  $i$ , ו- $\vec{R}_i$  הוא וקטור המקום של מרכז המסה שלו. כל החישובים נעשים בקואורדינטות:

$$X_{cm} = \frac{\sum_i m_i X_i}{\sum_i m_i} \quad (2)$$

$$Y_{cm} = \frac{\sum_i m_i Y_i}{\sum_i m_i} \quad (3)$$

בצורות שבשאלה צפיפות החומר (ליחידת אורך)  $\rho$  אחידה, לכן כל מסה היא  $m_i = \rho L_i$ , כאשר  $L_i$  הוא אורך הצלע, ומרכז המסה של כל צלע נמצא באצמם.

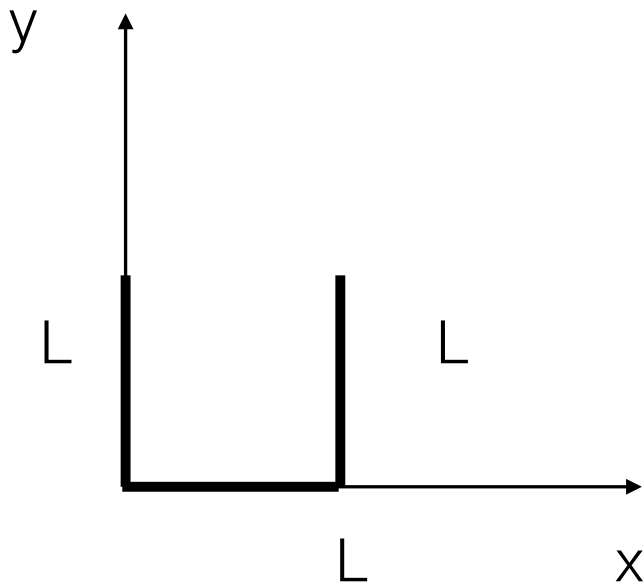


Figure 1:

$$X_1 = 0, \quad Y_1 = L/2, \quad m_1 = \rho L \quad (4)$$

$$X_2 = L/2, \quad Y_2 = 0, \quad m_2 = \rho L \quad (5)$$

$$X_3 = L, \quad Y_3 = L/2, \quad m_3 = \rho L \quad (6)$$

$$X_{cm} = L/2, \quad Y_{cm} = L/3 \quad (7)$$

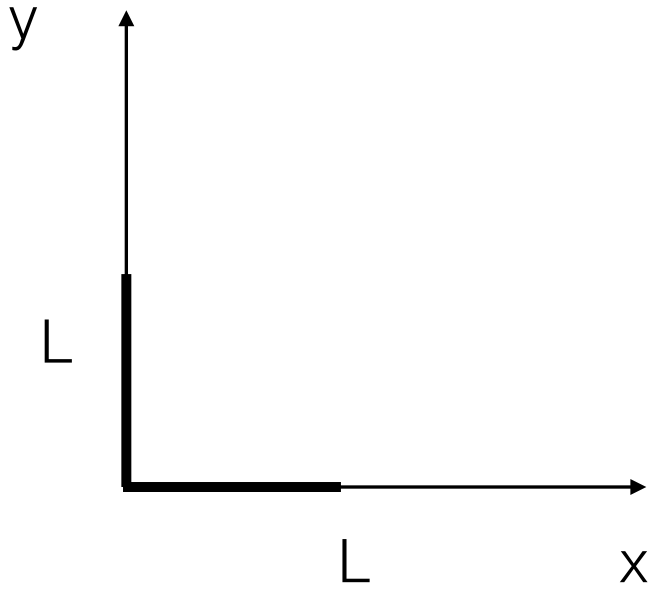


Figure 2:

$$X_1 = 0, \quad Y_1 = L/2, \quad m_1 = \rho L \quad (8)$$

$$X_2 = L/2, \quad Y_2 = 0, \quad m_2 = \rho L \quad (9)$$

$$X_{cm} = L/4, \quad Y_{cm} = L/4 \quad (10)$$

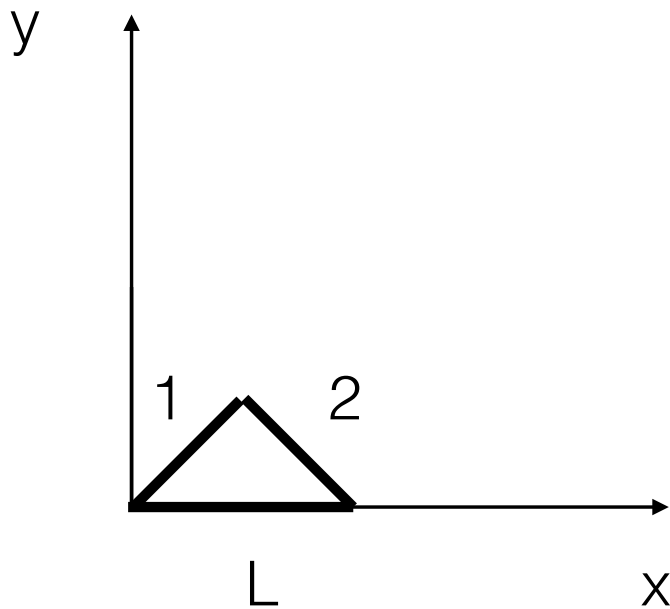


Figure 3:

אורך היתר הוא  $L$  לכן אורך הצלע הוא  $l = L/\sqrt{2}$

$$X_1 = L/4, \quad Y_1 = L/4, \quad m_1 = \rho l \quad (11)$$

$$X_2 = 3L/4, \quad Y_2 = L/4, \quad m_2 = \rho l \quad (12)$$

$$X_3 = L/2, \quad Y_3 = 0, \quad m_3 = \rho L \quad (13)$$

$$X_{cm} = L/2, \quad Y_{cm} = \frac{L\sqrt{2}}{4(1 + \sqrt{2})} \quad (14)$$

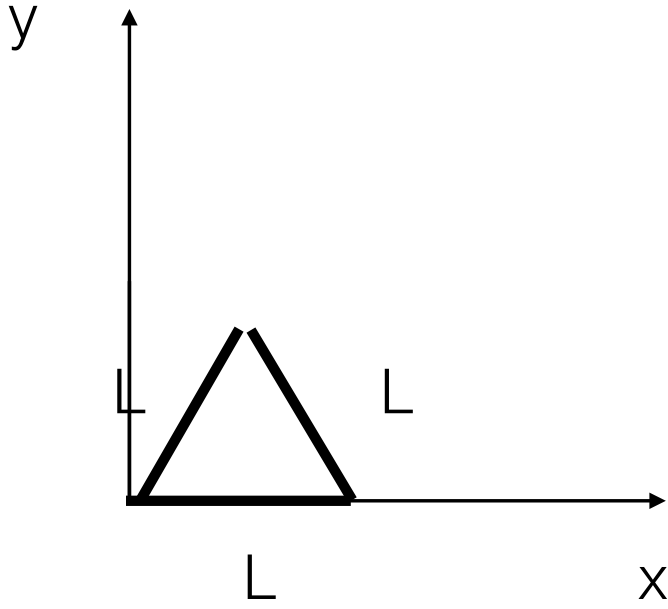


Figure 4:

$$X_1 = L/2, \quad Y_1 = 0, \quad m_1 = \rho L \quad (15)$$

$$X_2 = L/4, \quad Y_2 = L\sqrt{3}/4, \quad m_2 = \rho L \quad (16)$$

$$X_3 = 3L/4, \quad Y_2 = L\sqrt{3}/4, \quad m_3 = \rho L \quad (17)$$

$$X_{cm} = L/2, \quad Y_{cm} = L\sqrt{3}/6 \quad (18)$$

5. התנגד בכפיה נשאר, נסמן

$$m = \frac{\text{אסטר}}{\text{כך-לאדם}} = \frac{\omega}{g}$$

$$M = \frac{\text{אסטר}}{\text{קרונית}} = \frac{W}{g}$$

↑  
φ

נקבל לפני שהאדם

$$P_i = \rho_i = mV_0 + MV_0$$

נסמן  $V_f$  כ-מהירות האדם  $V_f$  מהירות הקרונית  
האדם  $\phi$  האדם  $\phi$  האדם  $\phi$  האדם  $\phi$  האדם

$$V_m = V_{rel} + V_f$$

↑  
מהירות האדם ביחס לקרונית

$$V_{rel} > 0 \quad \text{נשאר בכיוון}$$

$$V_m = -V_{rel} + V_f$$

התנגד של התקופת גושה הכן-לאדם  $\phi$  האדם

$$P_f = mV_m + MV_f = -mV_{rel} + mV_f + MV_f$$

↑  
φ

מוליך המוליך : הכיוון

$$-m V_{rel} + mV_f + M V_f = (m + M) V_0$$

$$\Rightarrow (m + M) V_0 + m V_{rel} = (m + M) V_f$$

$$\Rightarrow V_f = V_0 + \frac{m}{m + M} V_{rel} \quad ! \quad !$$

התנאי: (א) התנע הכולל אינו משתנה בזמן:

$$L = \frac{L' \gamma^2}{2} \Rightarrow a' = \frac{2L}{\gamma^2} - \text{התאוצה}$$

ב) תאוצת המרכז יחסית:

$$a_y = a' \sin \alpha$$

$$a_x = a' \cos \alpha - A$$

ג) שימור תנע במרחק  $x$ :

$$mV_x - Mu = \text{const} \Rightarrow ma_x = MA \Rightarrow$$

$$A = \frac{ma' \cos \alpha}{m+M}, \quad \gamma_2 = \frac{m \sin \alpha}{m+M}$$

## Solution

$$J = p_2 - p_1$$

$$p_2 = p_1 + J$$

(א) חוק שימור תנע:

$$0 = Mu + 2J_0$$

$$u = -\frac{2J_0}{M}$$

(ב) אחרי קפיצה של הבן-אדם הראשון:

$$u_1 = -\frac{J_0}{M + m}$$

קפיצה של הבן-אדם השני - חוק שימור תנע נותן:

$$(1) \quad (M + m)u_1 = Mu_2 + mv_2$$

$u_1$  - מהירות של הבן-אדם השני ביחס לקרקע לפני קפיצה מהעגלה.

$v_2$  - מהירות של הבן-אדם השני ביחס לקרקע אחרי קפיצה מהעגלה.

$$J_0 = mv_2 - mu_1 \quad !!!$$

$$(2) \quad mv_2 = J_0 + mu_1$$

אחרי הצבה (2) ל-(1):

$$u_1 - \frac{J_0}{M} = u_2$$

$$u_2 = J_0 \frac{2M + m}{(M + m)M}$$

(ג) איש אחד קופץ ימינה ואחרי כמה שניות קופץ האיש השני שמאלה

$$-J_0 = Mu_2 - J_0 - \frac{J_0 m}{M + m}$$

$$u_2 = -J_0 \frac{m}{M(M + m)}$$