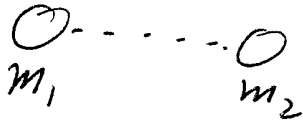


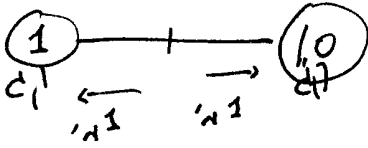
מרכז מסת



מרכז מסת

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

"מרכז מסת"



$$X_{cm} = \frac{-1 \cdot 1 + 1 \cdot 10}{1 + 10} = \frac{9}{11} \approx 0.81$$

מרכז המסה של מערכת נקבע על ידי המסה של כל חלקי המערכת.
המסה הכוללת.

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{M}$$

$$\sum_{i=1}^n m_i = M$$

כאשר \vec{r}_i הוא וקטור המיקום של המסה m_i

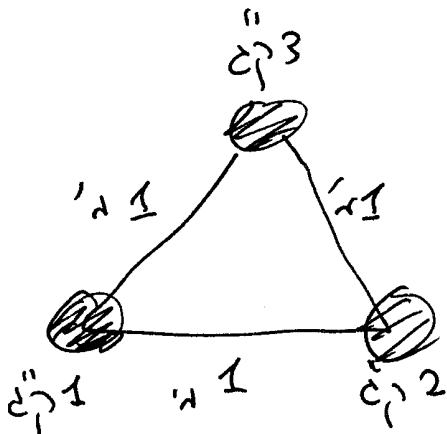
$$\vec{r}_i = \hat{i} x_i + \hat{j} y_i + \hat{k} z_i$$

$$\begin{aligned}\vec{r}_{cm} &= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i \\ &= \hat{i} x_{cm} + \hat{j} y_{cm} + \hat{k} z_{cm}\end{aligned}$$

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \quad - \quad \text{הסה כוללת של המסות}$$

כאשר \vec{r} הוא וקטור המיקום של המסה dm

$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M} \int \vec{r} dm$$



1.1.13

$$x_{cm} = \frac{-0.5 \cdot 1 + 0.5 \cdot 2 + 0 \cdot 3}{6} = \frac{0.5}{6} \approx 0.08$$

$$y_{cm} = \frac{3 \cdot 1 \sin 60^\circ + 0 + 0}{6} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0.43$$

$$z_{cm} = 0$$

מנוע דגם ה

$$M \vec{r}_{cm} = m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots + m_n \vec{r}_n$$

$$M \vec{v}_{cm} = M \frac{d\vec{r}_{cm}}{dt} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$$

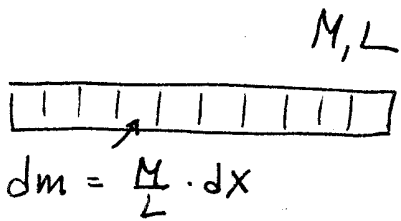
$$M \vec{a}_{cm} = m_1 \vec{a}_1 + \dots + m_n \vec{a}_n$$

$$M \vec{a}_{cm} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

↑
כוח
התא

מנוע דגם ה הוא סגור והתא
הוא אלף את כל כוחות M , וכל כוח
אל F הוא כוח התא.

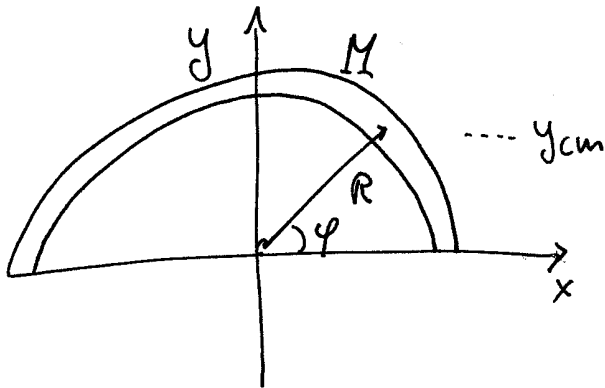
1.2) 11E fe. 200 5000



$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M} \int \vec{r} dm$$

1.2.13

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int x dm = \frac{1}{M} \int_0^L x \frac{M}{L} dx = \frac{1}{M} \frac{M}{L} \left. \frac{x^2}{2} \right|_0^L = \frac{L}{2} \checkmark$$



1.2.13

$$y_{cm} = \frac{1}{M} \int y dm$$

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int x dm = 0$$

! 0 0 0 0

$$y = R \sin \varphi$$

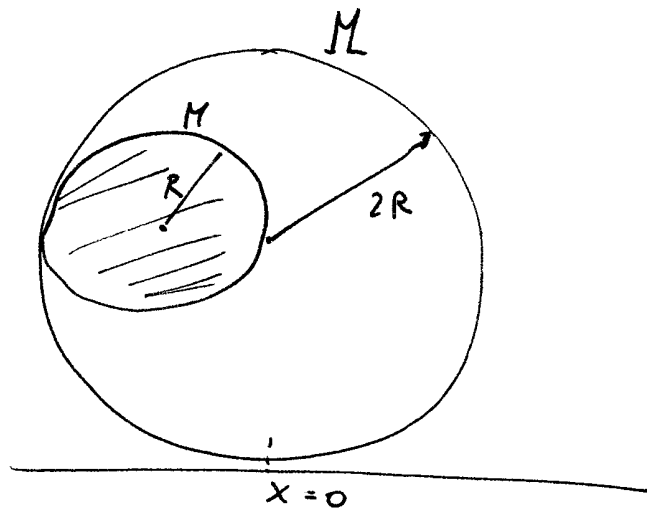
$$dm = \rho d\varphi = \frac{M}{\pi} d\varphi$$

$$y_{cm} = \frac{1}{M} \int_0^{\pi} R \sin \varphi \cdot \frac{M}{\pi} d\varphi = \frac{R}{\pi} \int_0^{\pi} \sin \varphi d\varphi = \frac{2R}{\pi}$$

$$\sim 0.64R$$

1.2.13

$$x_{cm} = \frac{1}{M} \int_0^{\pi} R \cos \varphi \frac{M}{\pi} d\varphi = \frac{R}{\pi} \int_0^{\pi} \cos \varphi d\varphi = 0$$



צייקנה באסה M , מוילק באסה M

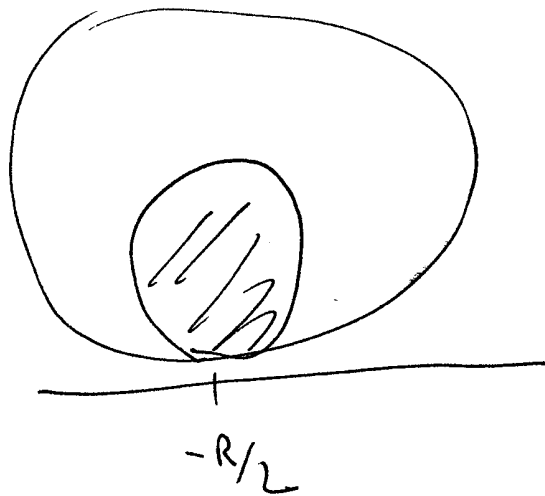
אדויהיה הנצב הסופי של המערכת?

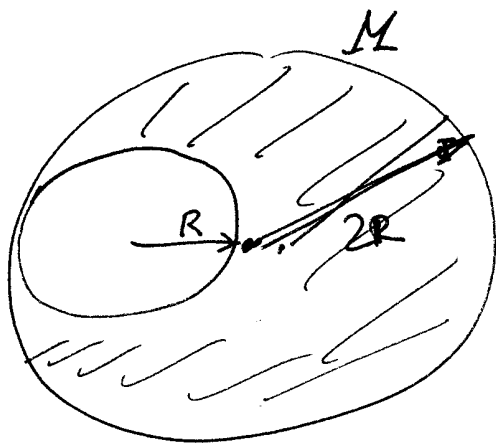
$$\vec{F} = m\vec{a}_{cm}, 0 = F_x = m\Delta x_{cm} \quad U_{x_0} = 0$$

$$\Rightarrow U_{xf} = 0, \Delta X_{cm} = 0$$

$$X_{cm i} = \frac{M \cdot (-R) + M \cdot 0}{2M} = -R/2$$

$$X_{cm f} = -R/2$$





מרכז הכובד של הגוף הכולל: x_{cm} M m R $2R$

$$m = M / \pi \cdot (2R)^2 \cdot \pi R^2 = \frac{M}{4}$$

$$x_{cm} = \frac{-\frac{M}{4} \cdot R + M \cdot 0}{-\frac{M}{4} + M} = -\frac{M/4}{3/4 M} R = -R/3$$

$$x_{cm} = -R/3 \rightarrow \sum F_x = 0$$

המרחק בין מרכז הכובד של הגוף הכולל למרכז הכובד של הגוף הקטן הוא $R/3$.

גודל המומנטום

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \left(\frac{dm}{dt} \neq 0 \text{ רק} \right)$$

גודל המומנטום של מערכת גופים

$$\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_N = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_N\vec{v}_N$$

$$\vec{P} = M\vec{v}_{cm}$$

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = M \frac{d\vec{v}_{cm}}{dt} = M\vec{a}_{cm}$$

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \vec{F}$$

התנאי של שימור המומנטום

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{P}}{dt} = 0$$

כאשר הכוחות הפנימיים מתאזנים זה בזה.
הקווי של המערכת נשמרים.

$$M = 100$$

$$m = 95$$

$$V = 10$$

$$u = 5$$

$$V = \frac{95 \cdot 10 + 5 \cdot 5}{95} = 10.26$$

$$M = 100$$

$$m = 50$$

$$V = 10$$

$$u = 5$$

$$V = \frac{50 \cdot 10 + 50 \cdot 5}{50} = 7.5$$

צדק אנגריק מהיבוא!

$$m \ll M$$

$$v = V + \frac{m}{M-m} u$$

$$v - V = \frac{m}{M} \frac{1}{1 - m/M} \cdot u$$

$$M \Delta V = m u$$

$$M \frac{dV}{dt} = \frac{dM}{dt} \cdot u$$

סוג של מילוד

האם יש כוחות בין M ו- m ?
 האם יש כוחות בין m_1 ו- m_2 ?
 האם יש כוחות בין m_1 ו- m_2 ?

$$\frac{dp}{dt} = 0 \quad \sum \vec{F}_x = 0$$

האם יש כוחות בין M ו- m ?
 האם יש כוחות בין m_1 ו- m_2 ?

$$M \frac{dV}{dt} = \frac{dM}{dt} u$$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{d}{dt} (m_1 + m_2) \cdot u$$

$$P = F V = (m_1 + m_2) \cdot u \cdot V$$

$$V = \frac{300}{\omega} \text{ מ/ש } , m_1 = \frac{10}{\omega} \text{ מ } , m_2 = \frac{20}{\omega} \text{ מ } , u = \frac{200}{\omega} \text{ מ/ש}$$

$$F_{\text{מ}} = \frac{d}{dt} (10 + 20) \cdot 200 = 6000$$

$$P = 6,000 \cdot 300 = 18,000 \text{ וואט } = \frac{18,000}{750} = 24 \text{ קילוואט}$$