

# פיזיקה 1 למהנדסים

פרק 20 - מסות מצומדות (מערכת דו גופית) - שבוע 12-13

תוכן העניינים

1. מימד אחד ..... 1
2. דו ותלת מימד ..... (ללא ספר) 2
3. שילוב עם כבידה ..... 2

## מימד אחד:

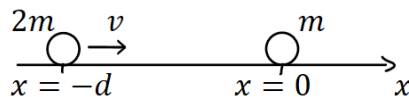
### שאלות:

#### (1) שני גופים עם כוח חשמלי דוחה

שני גופים בעלי מסות  $m$  ו- $2m$  מאולצים להיות רק על ציר ה- $x$ .

לכל אחד מהגופים יש מטען חשמלי  $q$ .

כתוצאה מהמטען החשמלי פועל בין הגופים כוח חשמלי משמר (במקרה זה כוח דחייה).



האנרגיה הפוטנציאלית של הכוח היא:  $U(x_1, x_2) = \frac{q^2}{|x_2 - x_1|}$ .

ברגע  $t = 0$  המתואר בשרטוט, הגוף השמאלי נמצא ב- $x = -d$  והגוף הימני בראשית הצירים.

ברגע זה הגוף השמאלי מתחיל לנוע במהירות  $v$  לעבר הגוף הימני הנמצא במנוחה.

א. מהו מיקום מרכז המסה של שני הגופים ב- $t = 0$ ?

ב. מה מיקום מרכז המסה ברגע  $t_1 = \frac{d}{2v}$ ?

ג. מצא את המרחק המינימלי בין הגופים.

ד. מהי מהירותו של הגוף השמאלי ביחס למעבדה ברגע בו המרחק מינימלי?

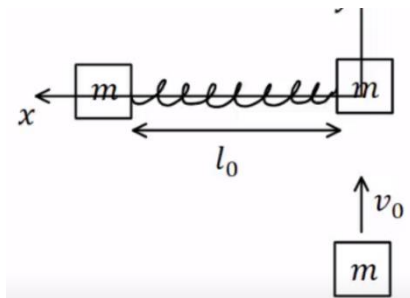
### תשובות סופיות:

$$(1) \quad \begin{aligned} \text{א. } x_{c.m.} &= -\frac{2}{3}d \\ \text{ב. } x_{c.m.} &= -\frac{d}{3} \\ \text{ג. } x_{rel \min} &= \frac{q^2}{\frac{1}{3}mv^2 + \frac{q^2}{d}} \end{aligned}$$

$$\text{ד. } v = v_{c.m.} = \frac{2}{3}v$$

## שילוב עם כבידה:

### שאלות:

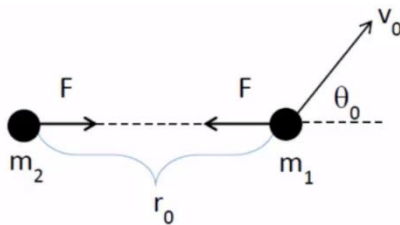


#### (1) מסות מצומדות מסתובבות

שתי מסות  $m$  זהות מחוברות על ידי קפיץ חסר מסה בעל קבוע  $k$  ואורך רפוי  $l_0$ . המסות נמצאות במנוחה על שולחן לאורך ציר ה- $x$ . מסה שלישית זהה נעה במהירות  $v_0$  לכיוון המסה הימנית ולאורך ציר ה- $y$ . המסה מתנגשת במסה הימנית התנגשות פלסטית.

- מהו מיקום מרכז המסה של כל הגופים כתלות בזמן לאחר ההתנגשות?
  - מהו התנע הזוויתי של הגופים לאחר ההתנגשות?
  - מהו הכיוון המינימלי של הקפיץ לאחר ההתנגשות?
- יש רק להגיע למשוואה ממעלה רביעית ממנה ניתן למצא את הפתרון.

#### (2) מסות מצומדות עם פוטנציאל ריבועי



נתונים שני גופים אשר ביניהם פועל כוח משיכה משמר עם הפוטנציאל  $V(r) = Ar^2 + B$ , כאשר  $r$  הוא המרחק בין הגופים ו- $A, B$  קבועים נתונים. מסות הגופים הן  $m_1$  ו- $m_2$ . בתחילת התנועה המרחק בין הגופים נתון והוא  $r_0$ , המסה  $m_2$  במנוחה והמסה  $m_1$  נעה במהירות  $v_0$  ובזווית  $\theta_0$  ביחס לקו המחבר בין שתי המסות (ראה איור).

- מצא את התנאי על  $v_0$  ועל  $\theta_0$  כך שהמרחק בין הגופים יישאר קבוע במהלך התנועה.

כעת הנח שהמרחק במהלך התנועה אינו קבוע ו- $v_0, \theta_0$  נתונים.

- חשב את התנע הזוויתי והאנרגיה הכוללת כפי שאלו נמדדים במערכת מרכז המסה. האם גדלים אלו נשמרים במהלך התנועה? נמק מדוע.
- מצא את המרחק המינימלי והמקסימלי בין הגופים במהלך תנועה.

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } x_{c.m}(t) = \frac{l_0}{3}, y_{c.m}(t) = 0 + \frac{v_0}{3} \cdot t \quad \text{ב. } L = \frac{mv_0 l_0}{3}$$

$$\text{ג. } mv_0^2 r_{rel}^2 = mv_0^2 l_0^2 + 6k(r_{rel} - l_0)^2 r_{rel}^2$$

$$(2) \quad \text{א. } v_0 = \sqrt{\frac{2Ar_0^2}{\mu}}, v_0 \cos \theta_0 = 0 \Rightarrow \theta_0 = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$\text{ב. } E = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_0^2 + Ar_0 + B, L_{c.m} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} r_0 v_0 \sin \theta_0$$

$$\text{ג. } r_{\min}^{\max} = \sqrt{\frac{E - B + \sqrt{(B - E)^2 - 4A \frac{L_{c.m}^2}{2\mu}}}{2A}}$$