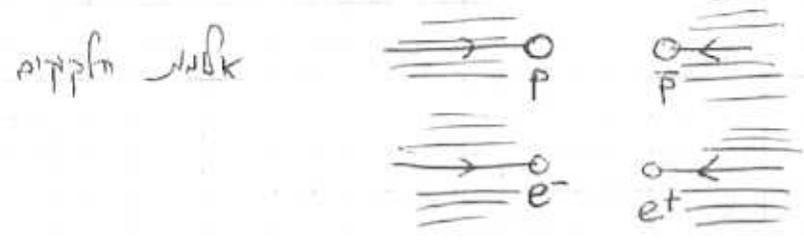


מהו נטילן התנע?

חלקיק + חלקיק → חומר

$$p_1 + p_2 \rightarrow X$$

- חלקיק בעל תנע - חלקיק אחר בעל תנע התנע
- חלקיקים - חלקיקים אחרים



התנע כולו קבוע

$$K_i - K_f = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \left( \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2} \right)^2$$

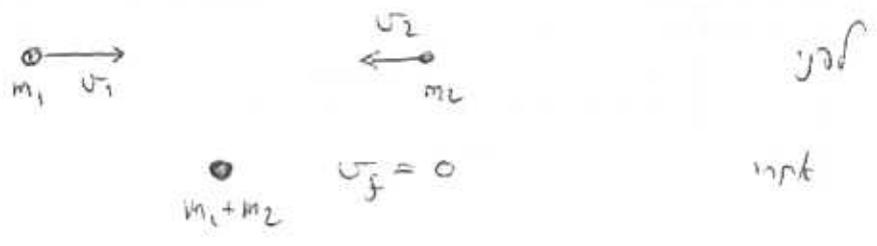
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_f$$

$$= \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_1^2 + \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_2^2 - \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2)^2 > 0$$

- תמיד ישנו תנע

- תנע הכולל הוא תמיד זהה (תנע הכולל) (תנע הכולל)



התנגשות אסטרונומית

אנחנו רוצים לבדוק בהתנגשות אסטרונומית (בין חלקיקים יסודיים) התנגשות אסטרונומית איננה אסטרונומית, אבל בואו נראה שיש לה תכונות אסטרונומיות (כפי שהתנגשות כדור)

התנגשות כדור נקראת אסטרונומית

אסטרונומית = שימור אנרגיה

- במישור 1 ו-2 נקראים  $v_1$  ו- $v_2$  (כפי שהתנגשות אסטרונומית) שימור תנע ואנרגיה נשמרים 2 נקודות אלו.

צורת אסטרונומית: אסטרונומית:  $v_2 = 0$  

$$\left\{ \begin{array}{l} m v_1 = m v_1' + m v_2' \quad \text{שימור תנע} \\ \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_1'^2 + \frac{1}{2} m v_2'^2 \quad \text{שימור אנרגיה} \end{array} \right.$$

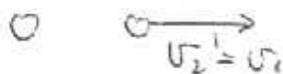
$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = v_1' + v_2' \quad (1) \\ v_1^2 = v_1'^2 + v_2'^2 \quad (2) \end{array} \right. \quad \text{כאשר}$$

נניח (1) הריבוע ונחסר (2) נקבל

$$0 = 2 v_1' v_2'$$

אם  $v_2' = 0$  אז  $v_1' = v_1$  כלומר התנגשות אסטרונומית

אם  $v_1' = 0$  אז  $v_2' = v_1$



- כל קשר אסטרונומית אסטרונומית אסטרונומית, כלומר אסטרונומית

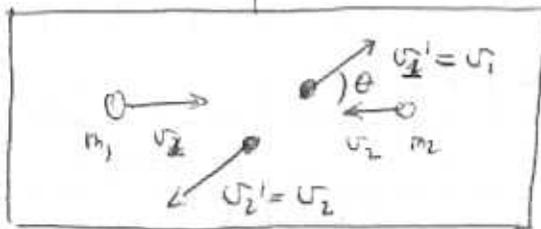
3d-7

6  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  סביב מרכז המסה, ממוצע

4  $\vec{p}, \vec{E}$  ממוצע

כל מה שאתם רוצים להוכיח - ציינו את המטרה

מטרה מרכז המסה  $\vec{p}$  ו- $\vec{E}$



היחס  $\theta, \psi$  (  $\psi$  - זווית הפגיעה ) תלוי במהירות המרכזית

המהירות הממוצעת של המרכז המסה היא  $\vec{p}$  ו- $\vec{E}$  הממוצע.

המהירות הממוצעת (ממוצע)

- מה הממוצע הממוצע הממוצע הממוצע?
- מה הממוצע הממוצע הממוצע הממוצע?

המהירות

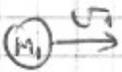
- מה הממוצע הממוצע הממוצע הממוצע?
- "מה הממוצע הממוצע הממוצע הממוצע?"
- מה הממוצע הממוצע הממוצע הממוצע?

$m_1 \neq m_2$

אם לא

$v_2 = 0$

, לד ד מ



אם לא "אם לא"  $v_2 = 0$   $v_1 > 0$   $v_1 > 0$   $v_2 = 0$   $v_1 > 0$   $v_2 = 0$

$$\begin{cases} v_1' = v_{cm} - (v_1 - v_{cm}) = 2v_{cm} - v_1 \\ v_2' = v_{cm} - (-v_{cm}) = 2v_{cm} \end{cases}$$

$$v_{cm} = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad \text{אם}$$

האם  $v_1 > 0$   $v_2 = 0$   $v_1 > 0$   $v_2 = 0$   $v_1 > 0$   $v_2 = 0$

$v_1' > 0$  -!  $v_{cm} > \frac{1}{2} v_1$  אם  $m_1 > m_2$   $v_1 > 0$   $v_2 = 0$

$v_1' < 0$  -!  $v_{cm} < \frac{1}{2} v_1$   $m_1 < m_2$   $v_1 > 0$   $v_2 = 0$

$(v_1' = v_2' = 0 \quad v_1' = v_1 \quad v_2' = 0)$

התנגשות גוף קטן עם גוף כבד



גוף מ-1 (m) פוגע בגוף מ-2 (M) הנמצא בתנועה.

התוצאה

$u_2 = u$

$$mu = mu' + MV$$

$$V \sim \frac{2mu}{M} \leftarrow$$

אנרגיה קינטית של הגוף הכבד

$$\frac{1}{2} MV^2 \sim \frac{1}{2} \frac{4m}{M} mu^2 = \frac{4m}{M} K$$

האנרגיה של הגוף הקטן לפני ההתנגשות

$$\sim \frac{m}{M} K$$

התוצאה היא:

התנגשות גוף עם גוף כבד - מקרה פרטי

התנגשות גוף עם גוף כבד

התוצאה

- $v_1' = 0$  גוף "מתעלם"
- $v_1' = -v$  גוף "חוזר חזרה"
- $v_1' = -\epsilon v$  "גוף חוזר חזרה"

Coefficient of restitution

$$\epsilon = \frac{|v_1' - v_2'|}{|v_1 - v_2|} \leftarrow \text{הפרש}$$

הפרש מהירות

- גוף  $\epsilon = 0$
- גוף  $\epsilon = 1$

מה גובה המים,  $h$  ומה מהירות המים  $v_1$  לפני שהמים יורדו? 1/15/13

(בהינתן  $\epsilon \approx 0.6$  ומהירות המים לפני היציאה  $v_1 = 3$  מ/ש)

מהירות המים לפני היציאה  $v_1 = 3$  מ/ש

$$v_1 = \sqrt{2gh}$$

מהירות המים  $v_2$  אחרי היציאה

$$v_2 = \epsilon \sqrt{2gh}$$

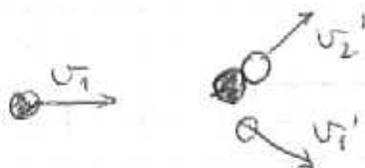
מהירות המים  $v_2$  אחרי היציאה

(מהירות המים)  $mgh' = m \frac{1}{2} v_2^2$

$$\Rightarrow \underline{h'} = \frac{v_2^2}{2g} = \epsilon^2 \frac{2gh}{2g} = \underline{\epsilon^2 h}$$

1/15/13 - מהירות המים

מהירות המים  $m_1$ , מהירות המים  $m_2$



$$\begin{cases} \vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2' & \text{מחוק (1)} \\ v_1^2 = (v_1')^2 + (v_2')^2 & \text{מחוק (2)} \end{cases}$$

מחוק (1)  $\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2'$

$$0 = \vec{v}_1' \cdot \vec{v}_2'$$

$$\underline{\underline{\vec{v}_1' \perp \vec{v}_2'}}$$

(מהירות המים לפני היציאה)