פיזיקה 1 מכניקה למהנדסים 20148

פרק 11 - בעיית שני הגופים (מסות מצומדות) חלק א

תוכן העניינים

1. הסבר ותרגילים 1

הסבר ותרגילים:

רקע

בבעיית שני גופים שבה יש כוח התלוי רק במרחק בין הגופים צריך לעבור למשתנים מרכז המסה ומיקום יחסי . לאחר מעבר המשתנים האנרגיה ומשוואות התנועה הופכות ליותר פשוטות (בדר"כ תלויות רק במשתנה המיקום היחסי).

נוסחאות המעבר למשתנים:

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{c.m.} - \frac{m_2\vec{r}_{rel}}{m_1+m_2}$$
$$\vec{r}_2 = \vec{r}_{c.m.} + \frac{m_1\vec{r}_{rel}}{m_1+m_2}$$

מעבר הפוך:

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{c.m.} - \frac{m_2\vec{r}_{rel}}{m_1+m_2}$$
$$\vec{r}_2 = \vec{r}_{c.m.} + \frac{m_1\vec{r}_{rel}}{m_1+m_2}$$

האנרגיה במשתים החדשים:

$$E = \frac{1}{2}(m_1+m_2)v_{c.m}^2 + \frac{1}{2}\mu v_{rel}^2 + U(r_{rel})$$

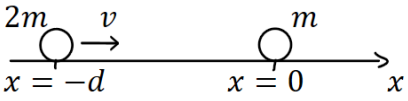
כאשר μ נקראת המסה המצומצמת והיא שווה ל -

$$\mu = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1+m_2}$$

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?

2) שני גופים זהים מתנגשים

שני גופים בעלי מסה זהה $m=600gr$ מתנגשים חזיתית.
האנרגיה הקינטית של שני הגופים ביחד לפני ההתנגשות שווה ל-30 ג'אול.
גודל המהירות היחסית לפני ואחרי ההתנגשות הוא $4\frac{m}{sec}$.

א. האם לאחר ההתנגשות הגופים מתקרבים זה לזה, מתרחקים זה מזה, נמצאים שניהם במנוחה או שלא ניתן לקבוע מהנתונים?

ב. מהי האנרגיה הקינטית לאחר ההתנגשות?

ג. מהו התנע הכללי של המערכת לפני ואחרי ההתנגשות?

ד. נניח כי המהירות היחסית לאחר ההתנגשות הייתה אפס ושאר הנתונים נותרים ללא שינוי. בכמה היה משתנה התנע הכללי של המערכת לאחר ההתנגשות ביחס לחישוב בסעיף ג'?

ה. מהי האנרגיה הקינטית לאחר ההתנגשות בתנאי של סעיף ד'?

ו. האם ההתנגשות בתנאי של סעיף ד' היא: אלסטית, פלסטית, לא אלסטית ולא פלסטית או שלא ניתן לקבוע מהנתונים?

תשובות סופיות:

1) א. $x_{c.m.}=-\frac{2}{3}d$ ב. $x_{c.m.}=-\frac{d}{3}$ ג. $x_{rel\,min}=\frac{q^2}{\frac{1}{3}mv^2+\frac{q^2}{d}}$

ד. $v=v_{c.m.}=\frac{2}{3}v$

2) א. מתרחקים זה מזה. ב. $30j$ ג. $8.14kg\cdot\frac{m}{s}$

ד. לא משתנה. ה. $27.6j$ ו. פלסטית.