

بہ نام پکٹاپرو رورڈ کار مہربان

جلسہ ہفتم آموزش الکترونیکی فیزیک مکانیک

مدرس : عظیمہ ولایتی

برخورد غیر کشسان (غیرالاستیک) :

در این نوع برخورد فقط اصل پایستگی تکانه برقرار است ولی انرژی جنبشی ذرات تغییر کرده و به شکل های دیگر انرژی تبدیل می شود:

پایستگی تکانه $\vec{P}_i = \vec{P}_f \Rightarrow$

$$m_1 \vec{V}_{1i} + m_2 \vec{V}_{2i} = m_1 \vec{V}_{1f} + m_2 \vec{V}_{2f}$$

$$K_i = K_f + Q \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 + Q$$

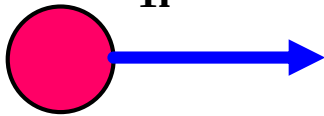


مقداری از انرژی که به اشکال دیگر تبدیل شده است

مثال : جسمی به جرم 5kg با سرعت 3m/s با جسم دیگری به جرم 10kg که با سرعت 2m/s در همان جهت حرکت می کند ، برخورد غیرالاستیک انجام می دهد. پس از برخورد جسم 10 کیلوگرمی با سرعت 2.5m/s در همان جهت قبلی حرکت می کند.

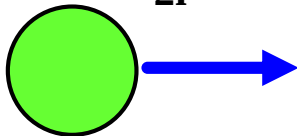
(الف) سرعت جسم 5 کیلوگرمی پس از برخورد چقدر است؟

(ب) انرژی جنبشی در اثر برخورد چند ژول تغییر می کند؟



$V_{1i} = 3\text{m/s}$

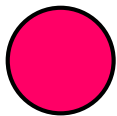
$m_1 = 5\text{kg}$



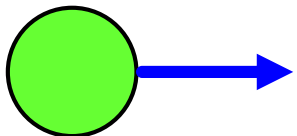
$V_{2i} = 2\text{m/s}$

$m_2 = 10\text{kg}$

قبل برخورد



$V_{1f} = ?$



$V_{2f} = 2.5\text{m/s}$

بعد برخورد

$$P_i = P_f \Rightarrow m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i} = m_1 V_{1f} + m_2 V_{2f} \Rightarrow$$

: حل

$$(5)(3) + (10)(2) = 5V_{1f} + (10)(2.5) \Rightarrow 35 = 5V_{1f} + 25$$

$$V_{1f} = \frac{10}{5} = 2 \text{ m / s}$$

$$\left. \begin{aligned} K_i &= \frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} (5)(3)^2 + \frac{1}{2} (10)(2)^2 \\ &= 22.5 + 20 = 42.5 \text{ J} \\ K_f &= \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 = \frac{1}{2} (5)(2)^2 + \frac{1}{2} (10)(2.5)^2 \\ &= 10 + 31.25 = 41.25 \text{ J} \end{aligned} \right\}$$

$$K_i = K_f + Q \Rightarrow$$

$$42.5 = 41.25 + Q \Rightarrow$$

$$Q = 1.25 \text{ J}$$

مرور :

برخورد ناکشسان (غیرالاستیک)

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \Rightarrow$$

$$m_1 \vec{V}_{1i} + m_2 \vec{V}_{2i} = m_1 \vec{V}_{1f} + m_2 \vec{V}_{2f}$$

$$K_i = K_f + Q \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 + Q$$

برخورد کشسان (الاستیک)

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \Rightarrow$$

$$m_1 \vec{V}_{1i} + m_2 \vec{V}_{2i} = m_1 \vec{V}_{1f} + m_2 \vec{V}_{2f}$$

$$K_i = K_f \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2$$

برخورد غیر کشسان کامل (غیرالاستیک کامل) :

در این نوع برخورد فقط اصل پایستگی تکانه برقرار است و دو جسم پس از برخورد با هم جفت شده و با سرعت یکسانی حرکت می کنند. انرژی جنبشی ذرات تغییر کرده و به شکل های دیگر انرژی تبدیل می شود:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \Rightarrow \text{پایستگی تکانه}$$

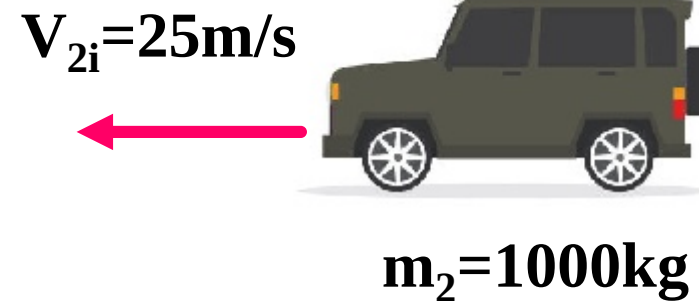
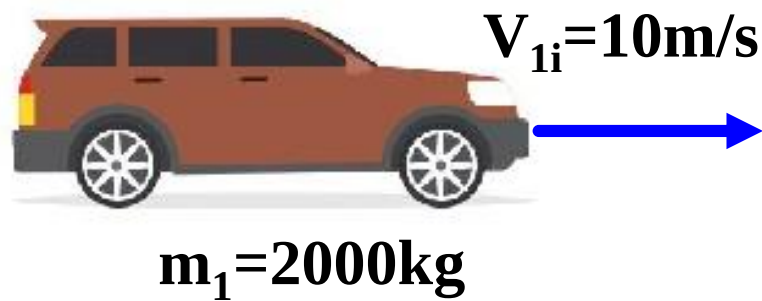
$$m_1 \vec{V}_{1i} + m_2 \vec{V}_{2i} = (m_1 + m_2) \vec{V}_f \longrightarrow \begin{array}{l} \text{سرعت نهایی اجسام} \\ \text{پس از برخورد} \end{array}$$

$$K_i = K_f + Q \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V_f^2 + Q$$

مثال : اتومبیلی به جرم 2000kg که با سرعت 10m/s به سمت شرق در حرکت است با اتومبیل دیگری به جرم 1000kg که با سرعت 25m/s به طرف غرب می‌رود برخورد غیرالاستیک کامل می‌کند.

الف) سرعت مشترک دو اتومبیل پس از برخورد چقدر است؟
ب) در این برخورد چند ژول انرژی جنبشی تلف می‌شود؟



حل :



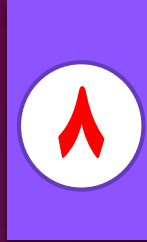
ادامہ ی حل :

$$P_i = P_f \Rightarrow m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i} = (m_1 + m_2) V_f \Rightarrow$$
$$(2000)(10) + (1000)(-25) = (1000 + 2000) V_f \Rightarrow$$
$$-5 = 3 V_f \Rightarrow V_f = -\frac{5}{3} m / s$$

$$K_i = \frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} (2000)(10)^2 + \frac{1}{2} (1000)(25)^2$$
$$= 100000 + 312500 = 412500 J = 412.5 KJ$$

$$K_f = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V_f^2 = \frac{1}{2} (2000 + 1000) \left(-\frac{5}{3}\right)^2 = 4166.6 J = 4.166 KJ$$

$$Q = K_i - K_f = 412.5 - 4.166 \simeq 408.334 KJ$$

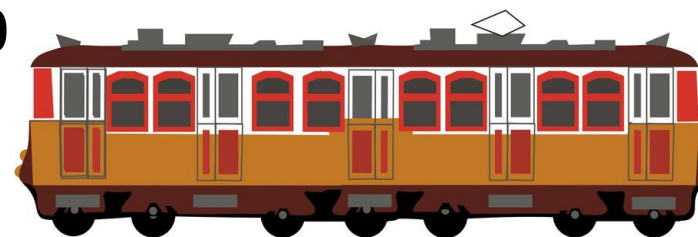


مثال : یک واگن باری به جرم 35ton با یک واگن مسافری که در حال سکون است برخورد می کند. این دو واگن به هم چفت شده و 27 درصد از انرژی جنبشی اولیه ی آنها بصورت گرما، صدا، ارتعاشات و ... تلف می شود. جرم واگن مسافری را محاسبه کنید.



$$m_1 = 35000 \text{ kg}$$

$$V_{2i} = 0$$



$$m_2 = ?$$

حل :

$$P_i = P_f \Rightarrow m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i} = (m_1 + m_2) V_f \Rightarrow m_1 V_{1i} = (m_1 + m_2) V_f$$

$$K_f = K_i - 0.27 K_i = 0.73 K_i \Rightarrow \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V_f^2 = (0.73) \frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2$$

$$\begin{cases} m_1 V_{1i} = (m_1 + m_2) V_f \\ (m_1 + m_2) V_f^2 = (0.73) m_1 V_{1i}^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1^2 V_{1i}^2 = (m_1 + m_2)^2 V_f^2 \\ (0.73) m_1 V_{1i}^2 = (m_1 + m_2) V_f^2 \end{cases}$$

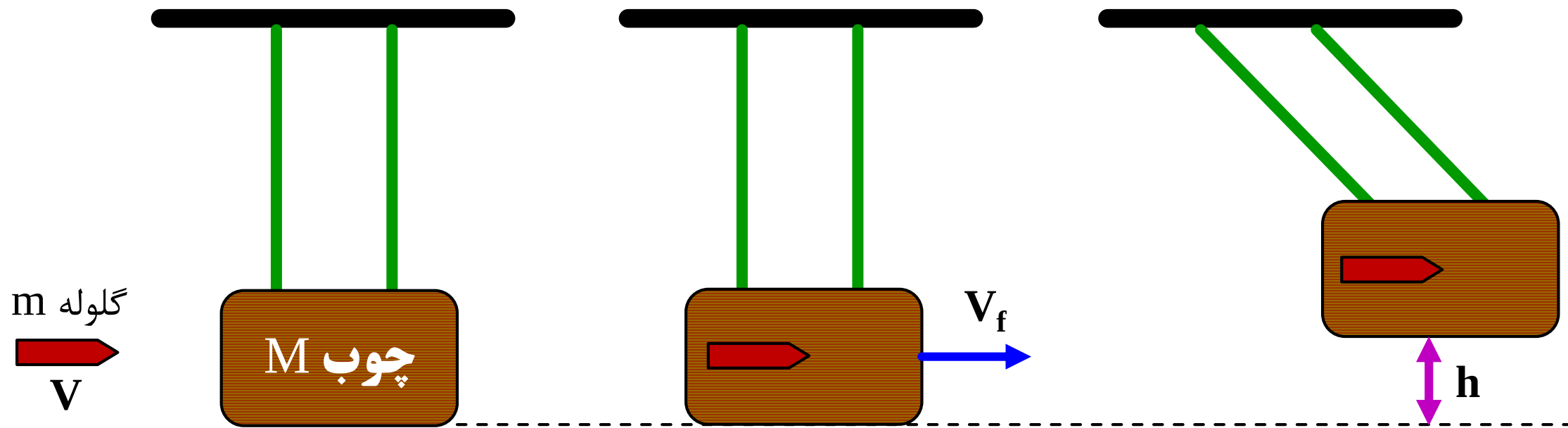
$$\frac{m_1^2 V_{1i}^2}{(0.73) m_1 V_{1i}^2} = \frac{(m_1 + m_2)^2 V_f^2}{(m_1 + m_2) V_f^2} \Rightarrow \frac{m_1}{0.73} = m_1 + m_2 \Rightarrow \frac{35000}{0.73} = 35000 + m_2$$

$$47945 = 35000 + m_2 \Rightarrow m_2 = 12945 \text{ kg}$$

آونگ بالستیک :

۱۰

آونگ بالستیک از یک قطعه چوب به جرم M تشکیل شده است که ابتدا ساکن است. گلوله ای به جرم m با سرعت V به سمت آن شلیک شده و در چوب فرو می رود. در نتیجه چوب و گلوله به نوسان در می آیند.



پایستگی تکانه بین مرحله اول و دوم :

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \Rightarrow mV = (m + M)V_f$$

پایستگی انرژی مکانیکی بین مرحله دوم و سوم :

$$E_i = E_f \Rightarrow \frac{1}{2}(m + M)V_f^2 = (m + M)gh \Rightarrow V_f = \sqrt{2gh}$$

سرعت مشترک گلوله و چوب

$$mV = (m + M)V_f \Rightarrow mV = (m + M)\sqrt{2gh} \Rightarrow V = \frac{(m + M)}{m}\sqrt{2gh}$$

سرعت اولیه گلوله

مثال : در یک آونگ بالستیک جرم قطعه چوب 1.5kg و جرم گلوله 0.01kg است. اگر ارتفاع چوب پس از برخورد به 0.2m برسد، سرعت گلوله پیش از برخورد چقدر بوده است؟

حل :

$$V = \frac{(m + M)}{m} \sqrt{2gh} = \frac{(0.01 + 1.5)}{0.01} \sqrt{2(10)(0.2)}$$

$$= \frac{1.51}{0.01} \sqrt{4} = 151(2) = 302\text{m} / \text{s}$$

تمرین : در یک آونگ بالستیک گلوله ای به جرم 10g به طرف مکعبی چوبی به جرم 2kg شلیک می شود و در آن فرو می رود. اگر آونگ 5cm از وضعیت اولیه اش بالاتر رود، سرعت گلوله پیش از برخورد را محاسبه کنید.