FZEB0171- Física Geral e Experimental I

Aula 14

Eliria M. J. Agnolon Pallone
eliria@usp.br

Colisões

Uma colisão é um evento isolado no qual dois ou mais corpos (os que colidem) exercem um sobre os outros forças relativamente elevadas por um tempo relativamente curto (Impulso)

Teorema do Impulso

Considere um corpo de massa *m* que se desloca em uma superfície horizontal com uma velocidade v_o. Em um certo instante passa a atuar nele uma força resultante de intensidade *F*, durante um intervalo de tempo Δt.
O impulso produzido pela força *F* é igual a:

$$I = F.\Delta t \rightarrow F = m.a \rightarrow I = m.a.\Delta t \rightarrow$$

$$a = \frac{V - V_o}{\Delta t} \rightarrow I = m.\left(\frac{V - V_o}{\Delta t}\right).\Delta t \rightarrow I = m.(V - V_o)$$

$$I = m.V - m.V_o \rightarrow p = m.v \rightarrow \boxed{\vec{I} = \Delta\vec{P}}$$

Para um movimento unidimensional se $\bar{F}$ for a intensidade média de $\vec{F}(t)$ durante a colisão e Δt a duração da colisão, então:

$$I = \bar{F}\Delta t$$

Serie de colisões

$$I = -\Delta_P$$

O sinal negativo significa Que o I e Δ_P possuem direções opostas

Readequando, podemos encontrar a $\bar{F}$ que age sobre o alvo durante as colisões

$$\bar{F} = \frac{I}{\Delta t} \qquad \bar{F} = \frac{-n\Delta p}{\Delta t} \qquad \boxed{\bar{F} = \frac{-n}{\Delta t} m\Delta v}$$

$\frac{n}{\Delta t}$ taxa com que os projeteis colidem com o alvo

Δv mudança da velocidade dos projéteis

- Quando os projeteis param no alvo

$$\Delta v = v_f - v_i = 0 - v_i \rightarrow \Delta v = -v_i \rightarrow \Delta v = -v$$

- Quando os projeteis retornam do alvo (sem mudar de direção e nem de velocidade) $v_f = - v_i$ então

$$\Delta v = v_f - v_i = -v - v \rightarrow \Delta v = -2v$$

No intervalo Δt uma quantidade de massa $\Delta m = nm$ colide com o alvo, então a $\bar{F}$ pode ser escrita como:

$$\Delta m = n.m \qquad m = \frac{\Delta m}{n} \qquad \bar{F} = -\frac{n}{\Delta t} m \Delta v$$

$$\bar{F} = -\frac{n}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta_m}{n} \cdot \Delta v \qquad \boxed{\bar{F} = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \Delta v}$$

$\frac{\Delta m}{\Delta t} \rightarrow$ taxa com que os corpos colidem com o alvo

Quantidade de movimento linear e a Energia Cinética em colisões

Energia Cinética em colisões

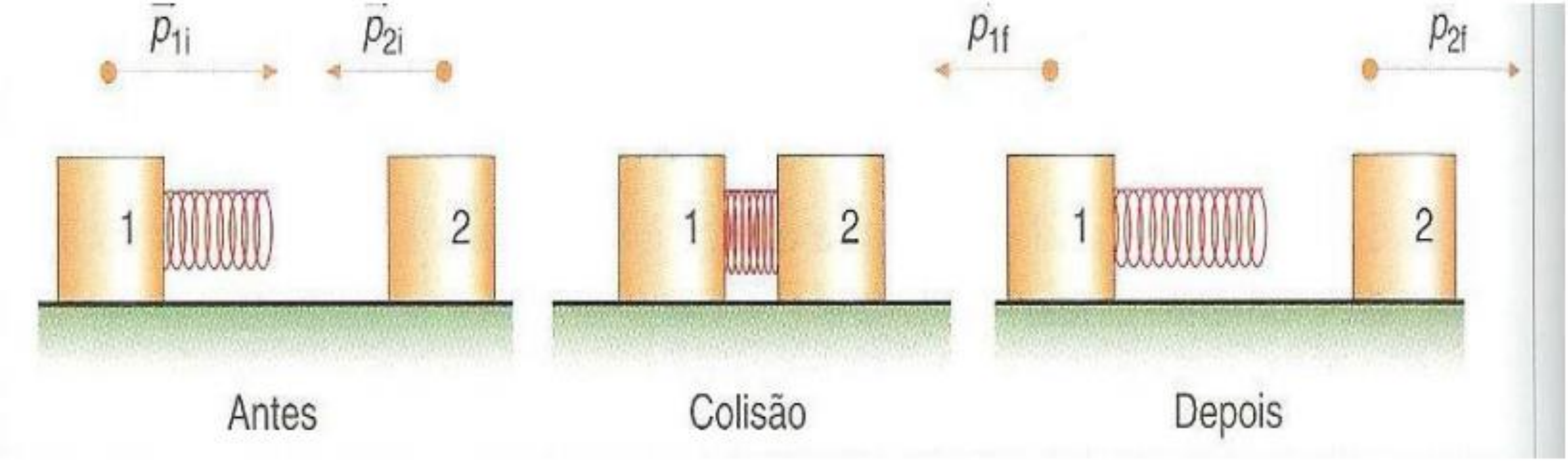
- Colisão elástica – Ec se conserva
- Colisão inelástica - Ec não se conserva
- Colisão completamente inelástica (quando os corpos se prendem – Ec não se conserva

Independente dos detalhes dos impulsos em uma colisão e do que acontece com a *Ec* total do sistema, a $\vec{P}$ de um sistema isolado e fechado não pode mudar

- ✓ $\vec{P}$ só pode ser alterado por forças externas (fora do sistema)
- ✓ As forças de colisão são forças internas (dentro do sistema)

Colisões elásticas

Quando as forças entre os corpos forem conservativas, de modo que nenhuma energia mecânica é perdida ou adquirida durante a colisão, A ENERGIA CINÉTICA TOTAL DO SISTEMA É A MESMA ANTES E DEPOIS DA COLISÃO



$$m_1\mathbf{v}_{1f} + m_2\mathbf{v}_{2f} = m_1\mathbf{v}_{1i} + m_2\mathbf{v}_{2i}$$

A Ec se conserva

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

Alvo em repouso $v_{2i} = 0$

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

reescrevendo

$$\boxed{v_{1f} = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} v_{1i} \quad \text{e} \quad v_{2f} = \frac{2m_1}{(m_1 + m_2)} v_{1i}}$$

Alvo em movimento

$$m_1\mathbf{v}_{1f} + m_2\mathbf{v}_{2f} = m_1\mathbf{v}_{1i} + m_2\mathbf{v}_{2i}$$

A Ec se conserva

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

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

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

Colisões elásticas em duas dimensões

para $x = \frac{1}{2}\, m_1 v_{1ix}{}^2 + \frac{1}{2}\, m_2 v_{2ix}{}^2 = \frac{1}{2}\, m_1 v_{1fx}{}^2 + \frac{1}{2}\, m_2 v_{2fx}{}^2$

para $y = \frac{1}{2}\, m_1 v_{1iy}{}^2 + \frac{1}{2}\, m_2 v_{2iy}{}^2 = \frac{1}{2}\, m_1 v_{1fy}{}^2 + \frac{1}{2}\, m_2 v_{2fy}{}^2$

Colisões inelástica em 1 dimensão (Ec não se conserva)

$$m_1\mathbf{v}_{1f} + m_2\mathbf{v}_{2f} = m_1\mathbf{v}_{1i} + m_2\mathbf{v}_{2i}$$

Colisões completamente inelástica (Ec não se conserva e os corpos ficam presos)

$$m_1\mathbf{v}_{1f} + m_2\mathbf{v}_{2f} = m_1\mathbf{v}_{1i} + m_2\mathbf{v}_{2i}$$

m_2 em repouso (alvo)

$$m_1v_{1f} + m_2v_{2f} = m_1v_{1i} + m_2.0$$

Após colisão $v_{1f} = v_{2f} = v$

$$m_1v_{1i} = m_1v + m_2v$$

$$v = \frac{m_1v_{1i}}{(m_1 + m_2)}$$

Velocidade do centro de massa (Cm)

Sistema isolado e fechado, $\overrightarrow{v_{c_m}}$ não pode ser alterado por uma colisão, pois não há nenhuma força externa resultante para muda-la

$$\vec{p} = M\overrightarrow{v_{c_m}} = (m_1 + m_2)\overrightarrow{v_{c_m}}$$

$$\vec{v}_{cm} = \frac{\vec{P}}{m_1 + m_2}$$

$$\overrightarrow{v_{c_m}} = \frac{p_{1_i} + P_{2_i}}{m_1 + m_2} = \frac{p_{1_f} + P_{2_f}}{m_1 + m_2}$$

Exercícios

1) Um bloco de massa m_1=*1,6 Kg*, movendo-se inicialmente para a direita com velocidade escalar de *4,0 m/s* sobre um trilho horizontal sem atrito, colide com uma mola sem massa ligada a um segundo bloco de massa m_2=*2,1Kg*, movendo-se para a esquerda com velocidade escalar de *2,5 m/s* como na figura. A mola tem constante elástica de *600 N/m*.

   a) Determine a velocidade de m_2 no instante em que m_1 está em movimento para a direita com velocidade escalar de 3 m/s.

   b) Determine a compressão da mola nesse instante.

   c) Determine a compressão máxima da mola durante a colisão (colisão perfeitamente inelástica)