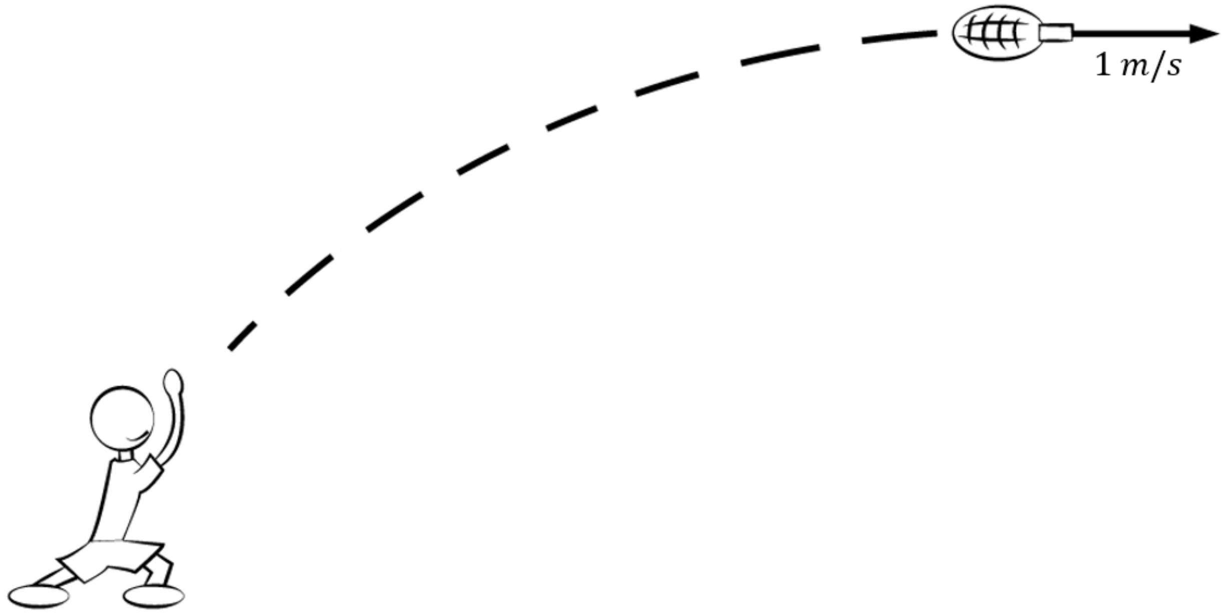
Colisões
Conservação do Momento Linear

Explicação

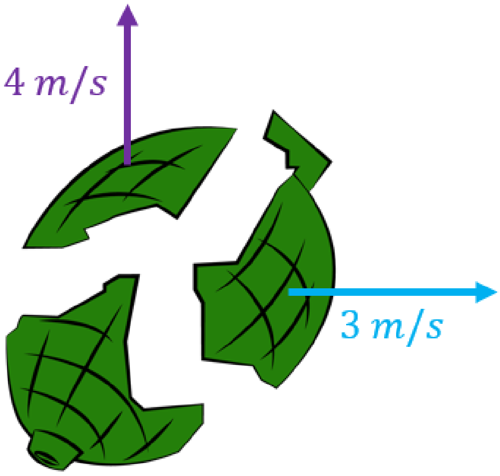
Uma das Leis Físicas mais importantes é a **conservação do momento linear**. Ela diz que em um sistema, caso as **forças externas** sejam desprezíveis ou se anulem, o **momento linear total** se **conserva**.

Um dos exemplos mais clássicos é o da explosão de uma granada. Imagine que uma granada de $3{,}0\,kg$ é lançada e, no topo de sua trajetória, atinge uma velocidade horizontal de $1{,}0\,m/s$:



Quando explode, ela é dividida em 3 pedaços de mesma massa.

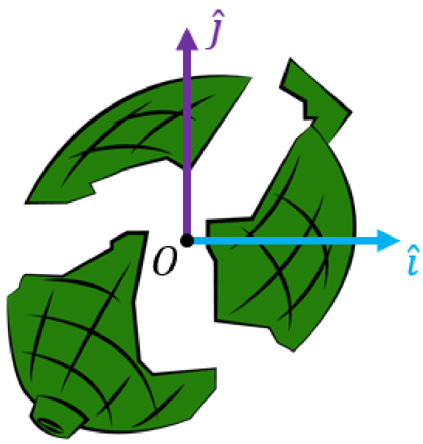
Um deles sai da explosão com velocidade de $4{,}0\ m/s$ na mesma direção e sentido de antes. Outro dos pedaços sai com velocidade de $1{,}0\ m/s$ para cima.



Dessa forma, vamos descobrir a velocidade com que sai o terceiro fragmento.

A granada sofre ação da força peso e da resistência do ar. No entanto, iremos considerar que a força da explosão é **muito mais intensa** do que essas outras duas. Como a explosão é uma **interação interna** da granada, as forças que aparecem são só internas ao sistema granada/fragmentos. Ou seja, podemos dizer que as forças externas são desprezíveis. Iremos usar **conservação do *momentum*** imediatamente antes e imediatamente depois da explosão.

Para usar o momento linear, vamos adotar o seguinte sistema de coordenadas no momento da explosão:



Agora, vamos calcular o momento linear **antes da explosão**:

$$\vec{p}_i = M\vec{v}_i$$

$$\vec{p}_i = 3 \cdot (1\hat{\imath})\ N \cdot s$$

$$\vec{p}_i = 3\hat{\imath}\ N \cdot s$$

O momento linear **depois da explosão** será:

$$\vec{p}_f = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3$$

Como os três pedaços possuem mesma massa $m_1 = m_2 = m_3 = 1{,}0\ kg$. Aplicando valores no momento linear:

$$\vec{p}_f = 1 \cdot (4\hat{\imath}) + 1 \cdot (1\hat{\jmath}) + 1 \cdot \vec{v}_3\ \ (SI)$$

Como o momento linear se conserva:

$$\vec{p}_i = \vec{p}_f$$

Colocando os valores:

$$3\hat{\imath} = 4\hat{\imath} + 1\hat{\jmath} + \vec{v}_3\ \ (SI)$$

Dessa forma, o vetor velocidade $\vec{v}_3$ será:

$$\vec{v}_3 = -(\hat{\imath} + \hat{\jmath})\ m/s$$

Uma coisa extra que deve ser notada é que a **energia mecânica não se conservou**. Pela diferença de energia cinética, podemos perceber:

$$\Delta K = K_f - K_i$$

$$\Delta K = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_3 v_3^2}{2} - \frac{M v_i^2}{2}$$

Aplicando valores:

$$\Delta K = \left[\frac{1 \cdot 4^2}{2} + \frac{1 \cdot 1^2}{2} + \frac{1 \cdot [(-1)^2 + (-1)^2]}{2} - \frac{3 \cdot 1^2}{2}\right] J$$

$$\Delta K = 8{,}0\, J$$

Isso ocorreu porque a energia química interna dos explosivos foi convertida em energia cinética dos fragmentos da granada, e a energia mecânica total (potencial mais cinética) aumentou. Dessa forma, por não se tratar de um sistema conservativo, não poderia ter sido usada a conservação de energia mecânica.