

### 3. Coeficiente de restituição (e)

O coeficiente de restituição de uma colisão é definido pela seguinte expressão:

$$e = \frac{v_{\text{afastamento}}}{v_{\text{aproximação}}}, \text{ ou seja, } e = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B}$$

Note que o coeficiente de restituição é um número adimensional e não pode ser negativo.

### 4. Conservação da energia mecânica

Fundamentalmente, sob o ponto de vista da conservação da energia mecânica (cinética) do sistema, as colisões são classificadas da seguinte maneira:

#### ■ Perfeitamente elásticas

São aquelas em que a energia cinética se conserva. A restituição é total, ou seja,  $e = 1$ .

Caso especial: se  $m_A = m_B$ , então  $v'_B = v_A$  e  $v'_A = v_B$  (permuta de velocidades).

#### ■ Parcialmente elásticas

São aquelas em que parte da energia cinética é dissipada durante a colisão. A restituição é parcial, ou seja,  $0 < e < 1$ .

#### ■ Inelásticas (ou plásticas)

São aquelas em que toda a energia cinética consumida na deformação dos corpos é dissipada. Não há restituição, ou seja,  $e = 0$  (os corpos permanecem unidos após a colisão).

#### EM CLASSE DESENVOLVENDO HABILIDADES

- 1 (UFRJ) A esfera A, com velocidade 6,0 m/s, colide com a esfera B, em repouso, como mostra a figura.



Após a colisão as esferas se movimentam com a mesma direção e sentido, passando a ser a velocidade da esfera A, 4,0 m/s e a da esfera B, 6,0 m/s. Considerando  $m_A$  a massa da esfera A e  $m_B$  a massa da esfera B, assinale a razão  $\frac{m_A}{m_B}$  e o coeficiente de restituição do choque:

- a) 1 e 0,5  
b) 2 e  $\frac{4}{5}$   
▶ c) 3 e  $\frac{1}{3}$   
d) 4 e  $\frac{2}{3}$   
e) 5 e  $\frac{4}{3}$

O coeficiente de restituição é:

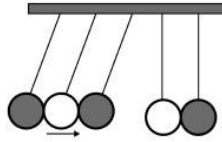
$$e = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B} \Rightarrow e = \frac{6 - 4}{6 - 0} \therefore e = \frac{1}{3}$$

Como a colisão é um sistema isolado:

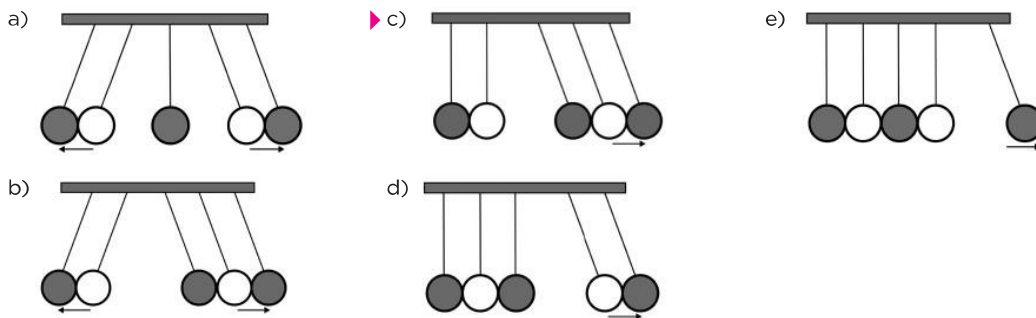
$$Q'_A + Q'_B = Q_A + Q_B \Rightarrow m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A \Rightarrow m_A \cdot 4 + m_B \cdot 6 = m_A \cdot 6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6m_B = 2m_A \therefore \frac{m_A}{m_B} = 3$$

- 2 ENEM** O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:



Imagens: Reprodução/Enem

O sistema é mecanicamente isolado. Logo, ocorre conservação da quantidade de movimento. Orientando a trajetória para a direita:

$$Q_{\text{depois}} = Q_{\text{antes}} \Rightarrow Q_{\text{depois}} = 3 \cdot m \cdot v$$

Admitindo que, em um mesmo desenho, as setas representem vetores velocidade de mesma intensidade, conclui-se que a expressão anterior não descreve a situação física descrita pela alternativa

- (a), já que  $Q_{\text{depois}} = 2 \cdot m \cdot v - 2 \cdot m \cdot v$ , ou seja,  $Q_{\text{depois}} = 0$ ;  
 (b), já que  $Q_{\text{depois}} = 3 \cdot m \cdot v - 2 \cdot m \cdot v$ , ou seja,  $Q_{\text{depois}} = m \cdot v$ ;  
 (d), já que  $Q_{\text{depois}} = 2 \cdot m \cdot v$ ;  
 (e), já que  $Q_{\text{depois}} = m \cdot v$ ;

Portanto, a alternativa correta é a (c), já que, nessa situação,  $Q_{\text{depois}} = 3 \cdot m \cdot v$ .

## ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Material de consulta: Caderno de Estudos 3 - Física - *Mecânica newtoniana* - Capítulo 26

### Tarefa Mínima

- Leia a seção *Nesta aula*.
- Faça as questões 1 a 4.

### Tarefa Complementar

- Leia o item 1.
- Faça as questões 5 a 8.

### Tarefa Desafio

- Faça as questões 9 e 10.