

## **Aula 39 - Sistemas mecanicamente isolados (casos unidimensionais)**

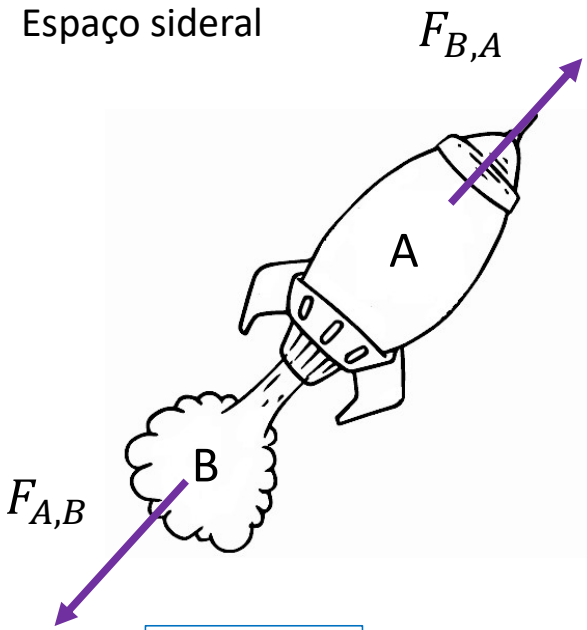
- Aprof. Curricular / Cad. 03 / Módulo 16 / Objetivos 2 a 6 / Página 307

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

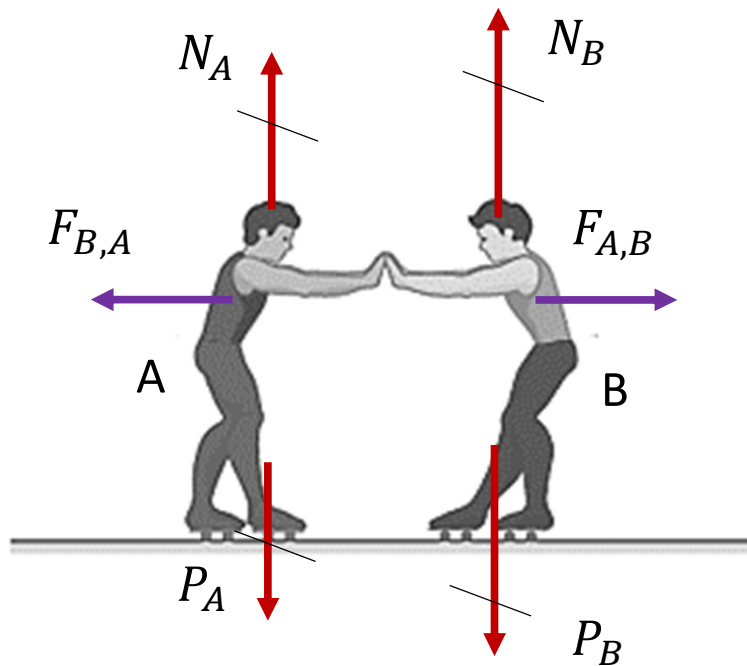
**Professor Caio – Física / Setor A**

# 1. Sistemas mecanicamente isolados (de forças externas)

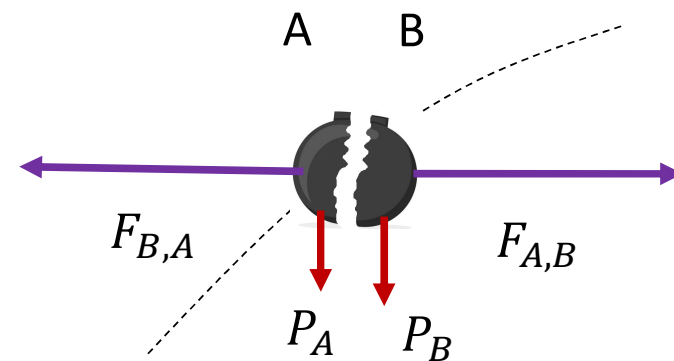
Espaço sideral



$$\vec{F}_{ext} = \vec{0}$$



$$\vec{R}_{ext} = \vec{0}$$



$$F_{int} \gg F_{ext}$$

$$\vec{I}_{sistema} = \vec{I}_{ext} + \vec{I}_{int} = \Delta \vec{Q}_{sistema}$$

~~0~~     ~~0~~ (sempre)

$$\Delta \vec{Q}_{sistema} = \vec{0}$$

$$\vec{Q}'_{sistema} = \vec{Q}_{sistema}$$

$$\vec{Q}'_A + \vec{Q}'_B = \vec{Q}_A + \vec{Q}_B$$

## Exemplos

$$\vec{I}_{sistema} = \vec{I}_{ext} + \vec{I}_{int} = \Delta \vec{Q}_{sistema}$$

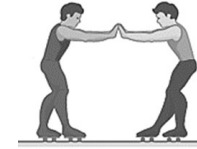
$\nearrow 0$        $\nearrow 0$  (sempre)

Sistemas  
mecanicamente  
isolados

$$\Delta \vec{Q}_{sistema} = \vec{0}$$

$$\vec{Q}'_{sistema} = \vec{Q}_{sistema}$$

- Patinadores



$$\vec{R}_{ext} = \vec{0}$$

- Colisões



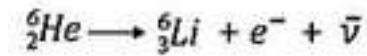
$$F_{int} \gg F_{ext}$$

- Explosões



$$F_{int} \gg F_{ext}$$

- Decaimentos



$$F_{int} \gg F_{ext}$$

- Disparos



$$F_{int} \gg F_{ext}$$

- Espaço sideral

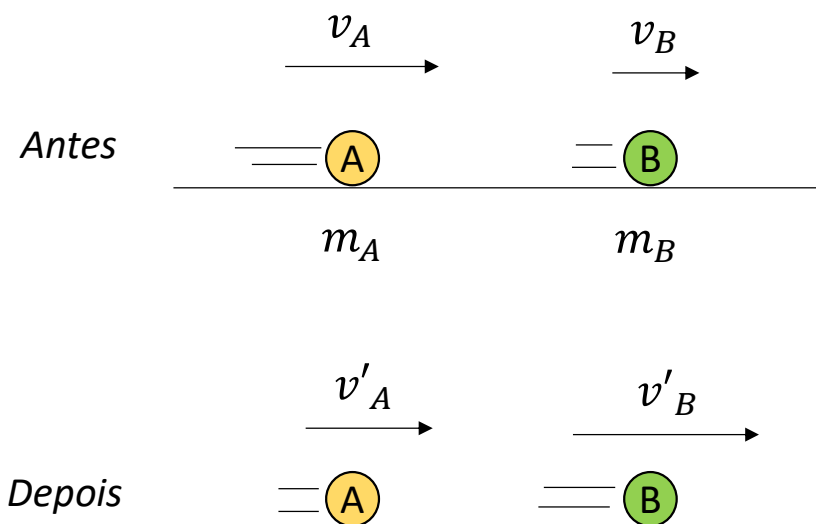


$$\vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

## Casos unidimensionais



Fazer o tratamento algébrico



### Sistema mecanicamente isolado

$$\vec{Q}'_{\text{sistema}} = \vec{Q}_{\text{sistema}}$$

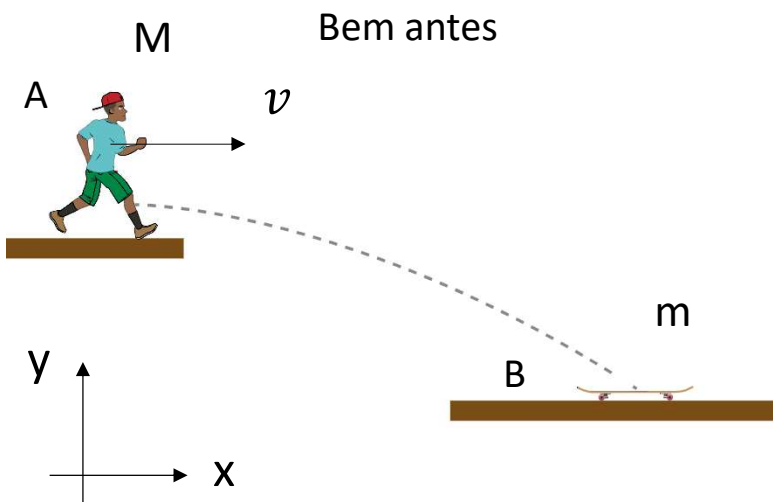
$$\vec{Q}'_A + \vec{Q}'_B = \vec{Q}_A + \vec{Q}_B$$

$$Q'_A + Q'_B = Q_A + Q_B$$

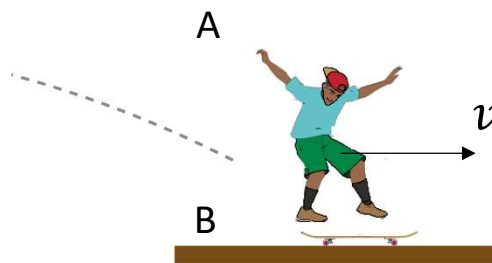
$$m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B$$

→ (+)

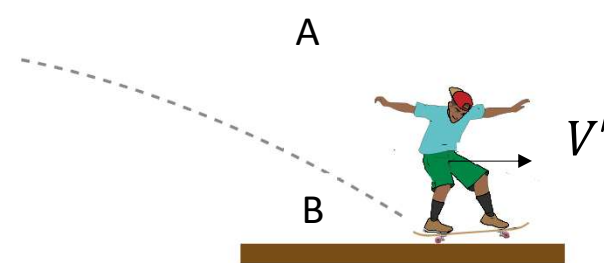
## 2. Sistemas mecanicamente isolados em uma única direção



Imediatamente antes



Imediatamente depois



**Eixo y**

Existem forças externas não equilibradas

**Eixo x:**

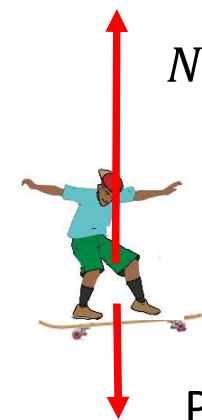
$$\vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{R}_{ext} = \vec{0}$$

$$F_{int} \gg F_{ext}$$

$$Q'_{sist}(x) = Q_{sist}(x)$$

$$(m + M).V' = 0 + M.v$$

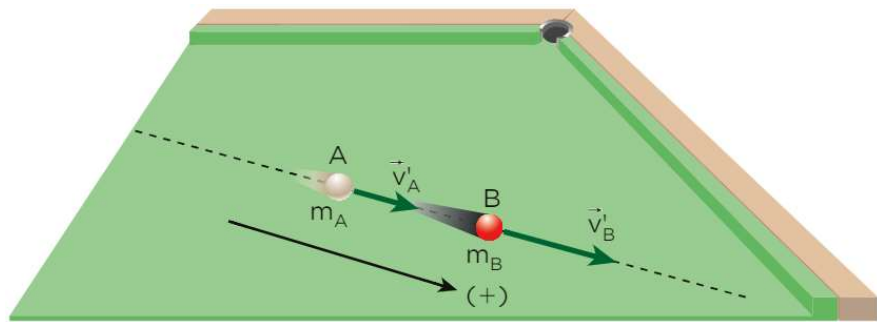
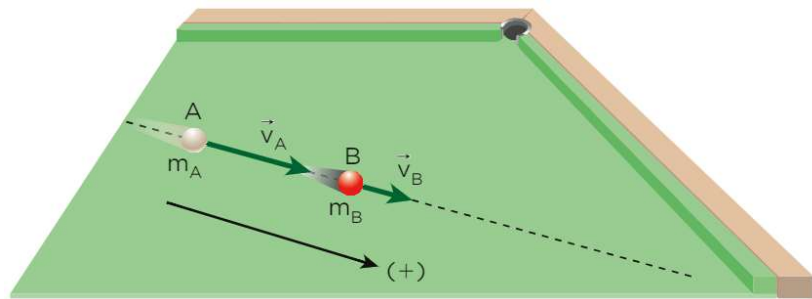
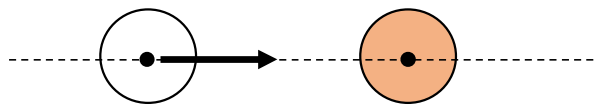


### 3. Sistemas mecanicamente isolados e sistemas conservativos

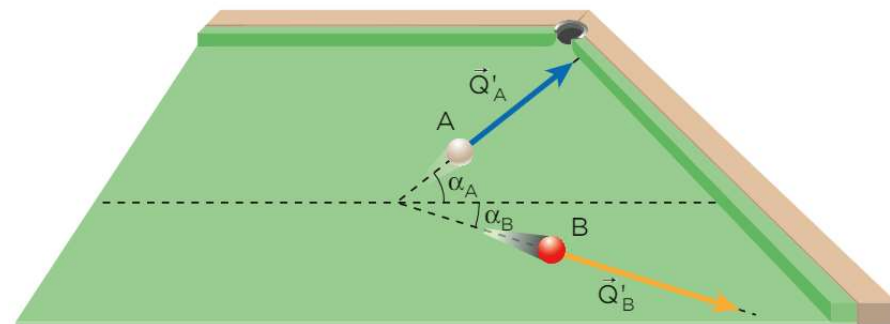
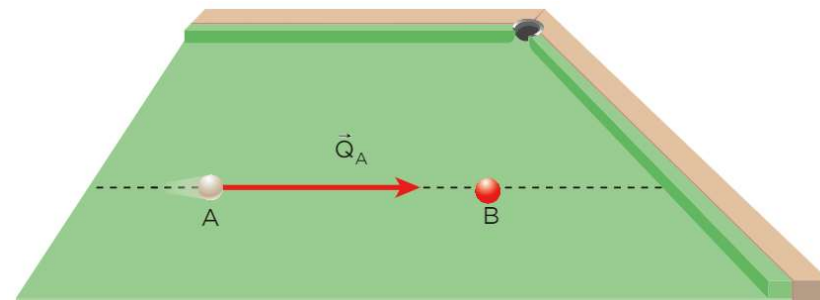
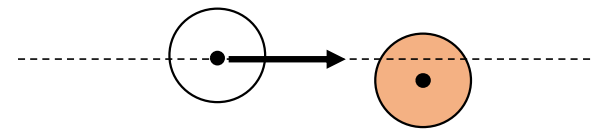
Sistema	Causa	Consequência
Isolado	$\vec{F}_{ext} = \vec{0}$ ou $\vec{R}_{ext} = \vec{0}$ ou $F_{int} \gg F_{ext}$	$\vec{Q}_{sist.} = \vec{Q}'_{sist.}$
Conservativo	$\tau = 0$ Forças não conservativas	$E_m = E'_m$

## 4. Colisão frontal

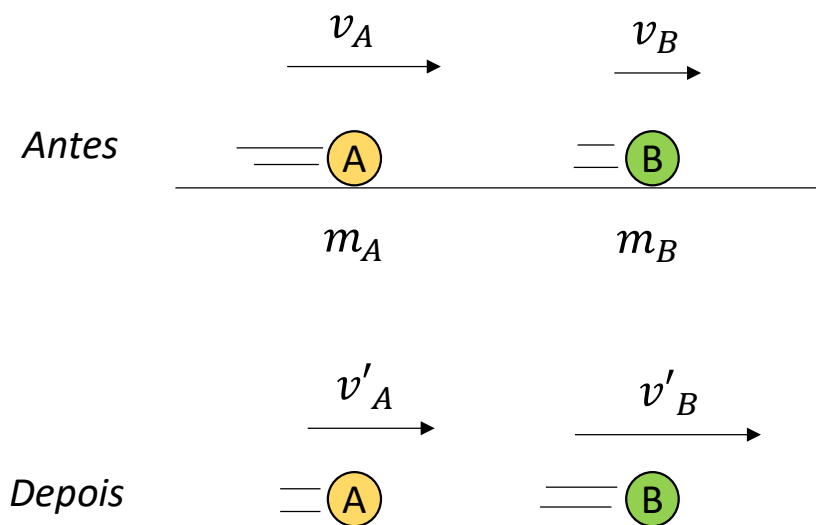
### Colisão frontal



### Colisão oblíqua



## 4. Colisão frontal



Sistema mecanicamente isolado

$$Q'_A + Q'_B = Q_A + Q_B$$

$$m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B$$

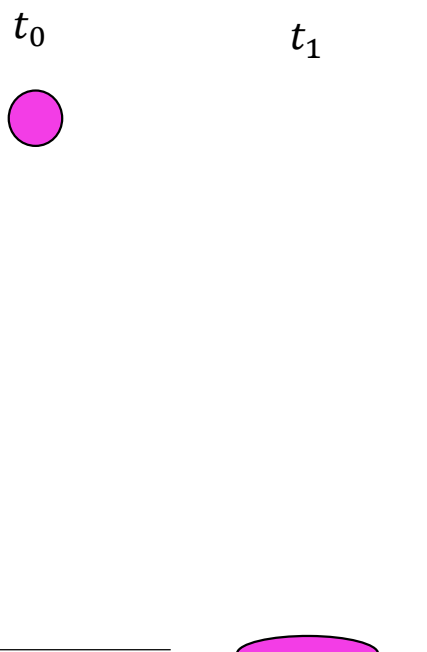
Coefficiente de restituição (e)

$$e = \frac{v_{afastamento}}{v_{aproximação}} = \frac{v_{B'} - v_{A'}}{v_A - v_B}$$

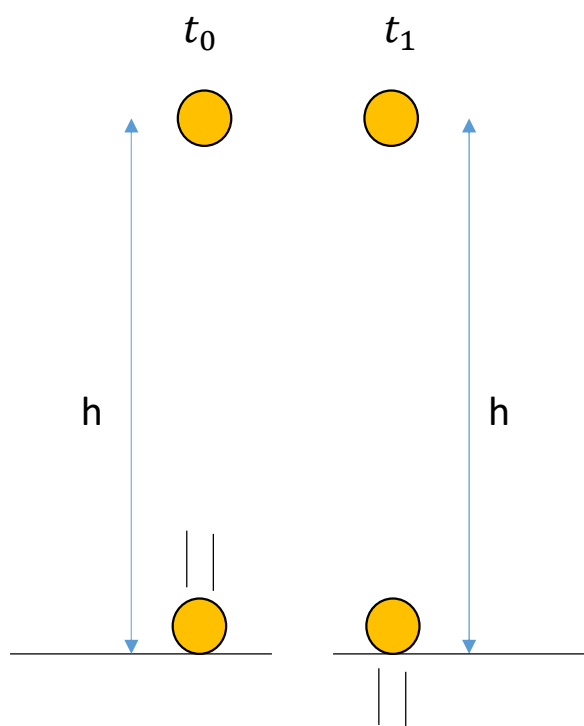
- $e = 1$  → perfeitamente elástica / elástica → sem perda de  $E_c$  →  $E_{c(f)} = E_{c(i)}$
- $0 < e < 1$  → parcialmente elástica
- $e = 0$  → inelástica / anelástica / plástica → máxima perda  $E_{cinética}$  (corpos grudados no final)



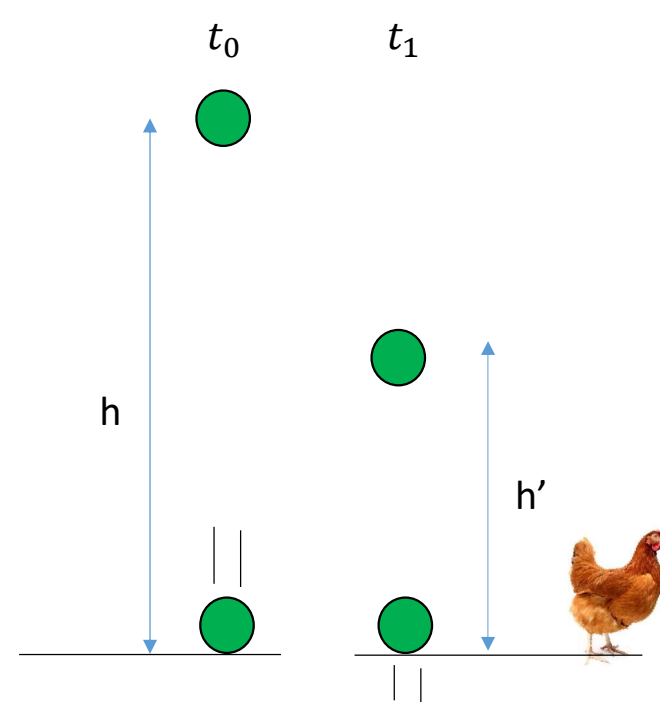
## Colisão contra o chão ou uma parede



$$e = \frac{v_{afastamento}}{v_{aproximação}} = 0$$



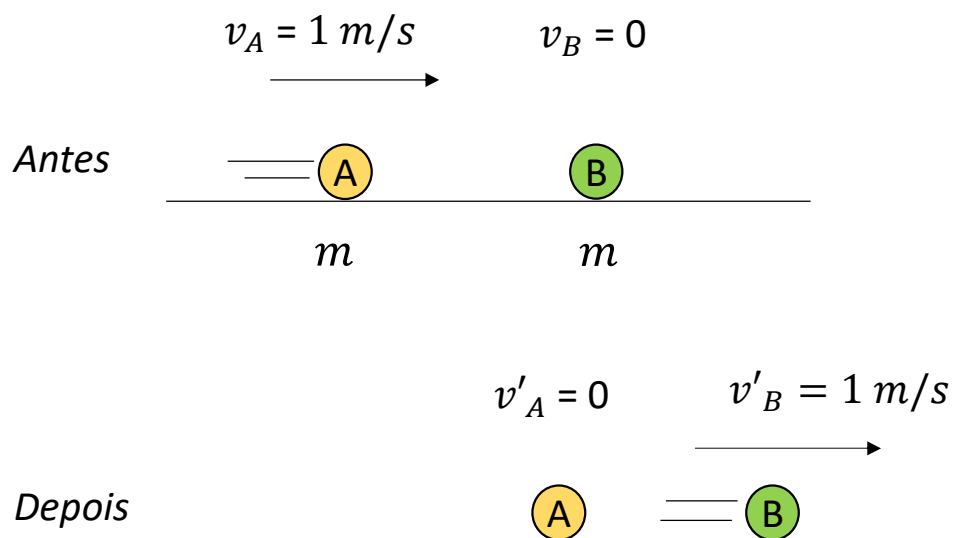
$$e = \frac{v_{afastamento}}{v_{aproximação}} = 1$$



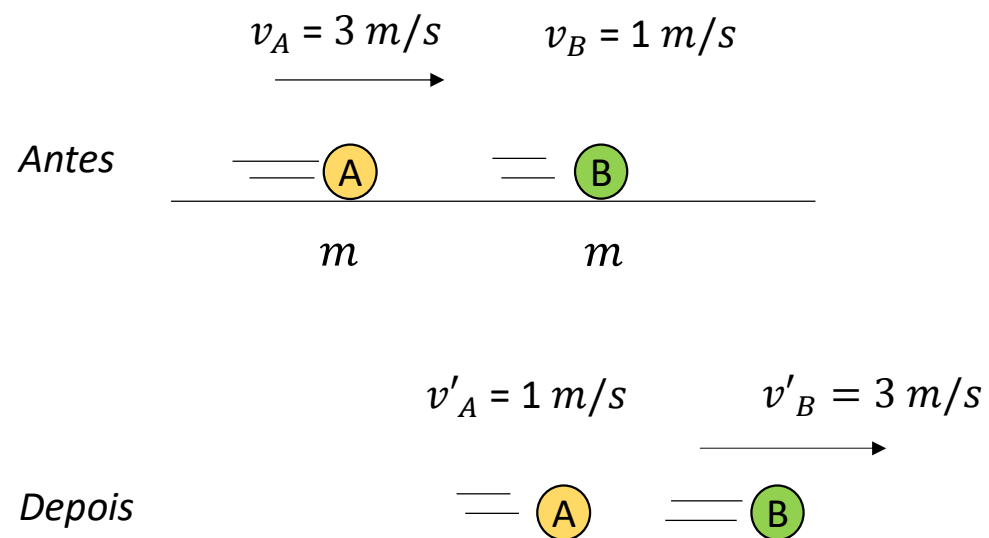
$$e = \frac{v_{afastamento}}{v_{aproximação}} = 0,5$$

## Caso particular: colisão perfeitamente elástica entre corpos de mesma massa

Exemplo 1



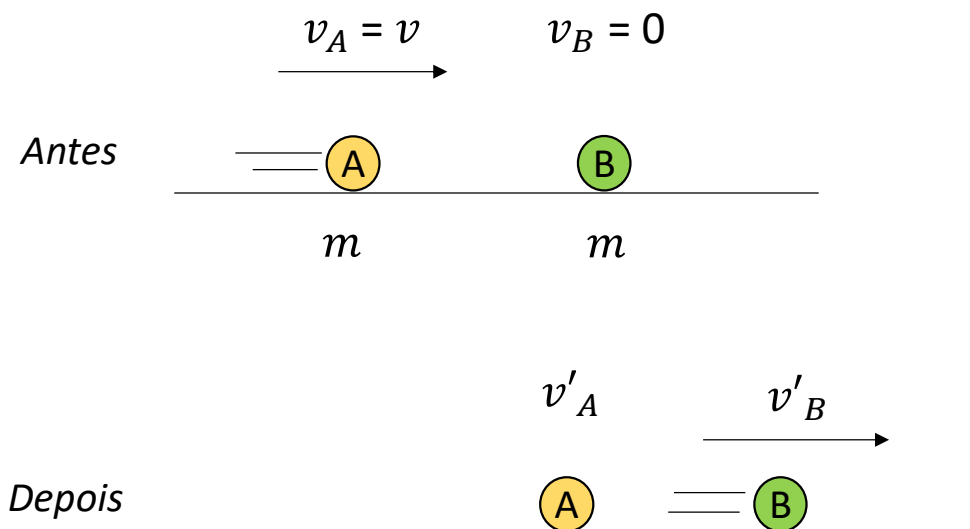
Exemplo 2



Permuta de velocidades



## Caso particular: colisão perfeitamente elástica entre corpos de mesma massa



$$m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B$$

$$\cancel{m} \cdot v'_A + \cancel{m} \cdot v'_B = \cancel{m} \cdot v + \cancel{m} \cdot 0$$

$$v'_A + v'_B = v$$

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

$$1 = \frac{v'_B - v'_A}{v - 0}$$

$$v'_B - v'_A = v$$

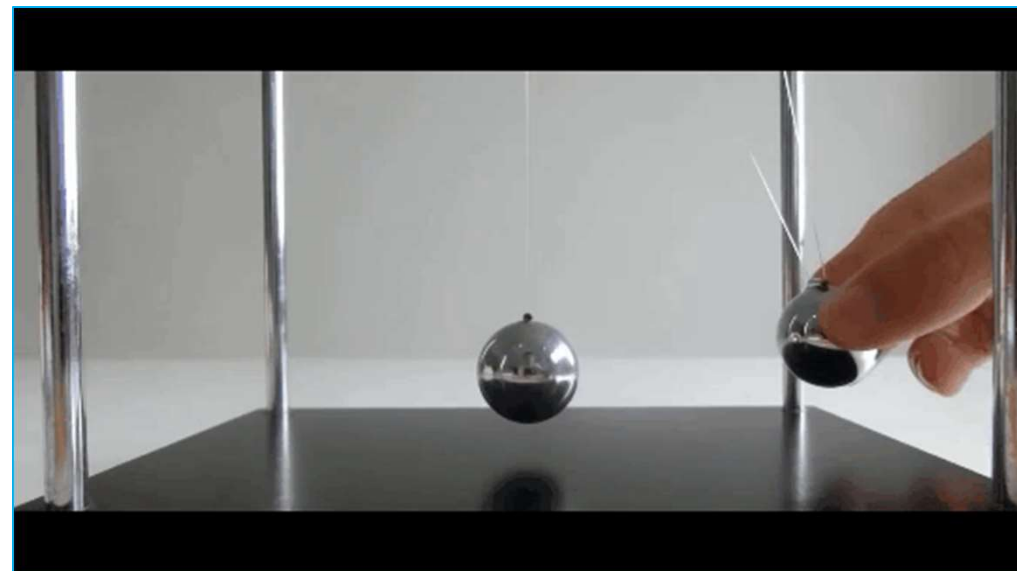
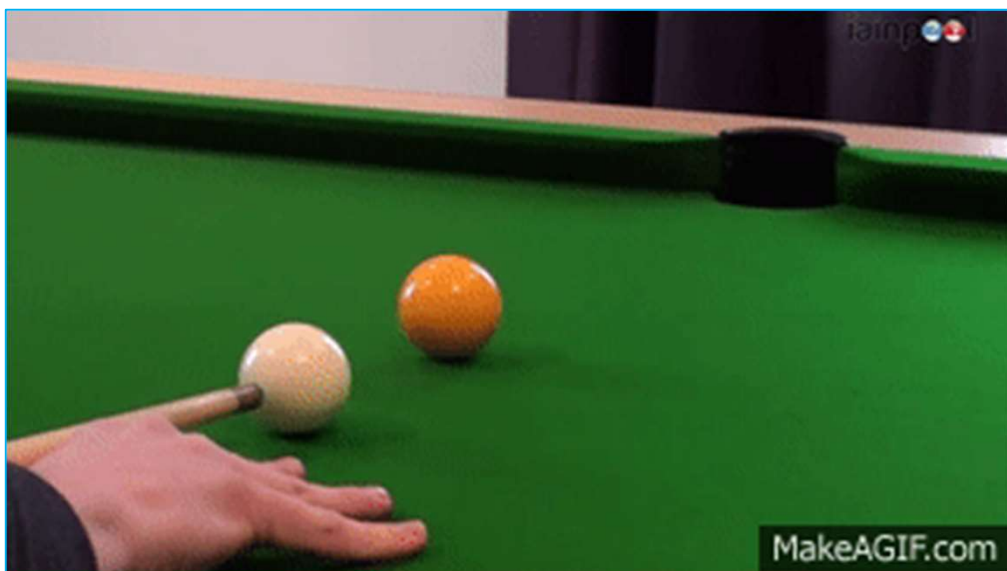
$$+ \begin{cases} v'_A + v'_B = v \\ v'_B - v'_A = v \end{cases}$$

$$2v'_B = 2v$$

$$v'_B = v$$

$$v'_A = 0$$

#### 4. Caso particular: colisão perfeitamente elástica entre corpos de mesma massa

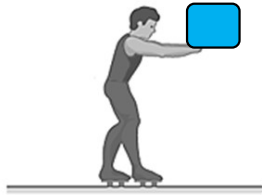


# Exercícios

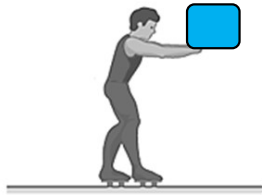
1. (PUC-RS) Um jovem de massa 60 kg patina sobre uma superfície horizontal de gelo segurando uma pedra de 2,0 kg. Desloca-se em linha reta, mantendo uma velocidade com módulo de 3,0 m/s. Em certo momento, atira a pedra para frente, na mesma direção e sentido do seu deslocamento, com módulo de velocidade de 9,0 m/s em relação ao solo. Desprezando-se a influência da resistência do ar sobre o sistema patinador-pedra, é correto concluir que a velocidade do patinador em relação ao solo, logo após o lançamento, é de:

- a) 3,0 m/s, para trás.
- b) 3,0 m/s, para frente.
- c) 0,30 m/s, para trás.
- d) 0,30 m/s, para frente.
- e) 2,8 m/s, para frente.

- $m_j = 60 \text{ kg}$
- $m_p = 2 \text{ kg}$



*Antes*



*Durante*

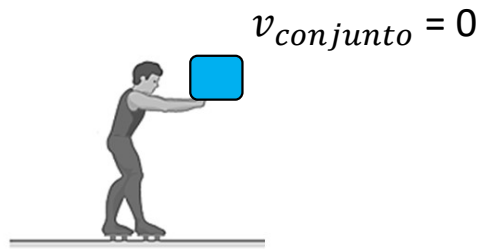


*Depois*

+

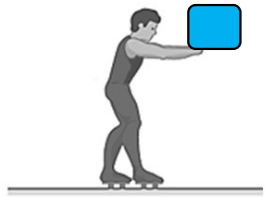


2.



- $m_j = 60 \text{ kg}$
- $m_p = 2 \text{ kg}$

*Antes*



*Durante*

$v'_j = ?$

$v'_p = 9 \text{ m/s}$

*Depois*

+



3. (Fuvest-SP) Uma caminhonete, de massa 2 000 kg, bateu na traseira de um sedã, de massa 1 000 kg, que estava parado no semáforo, em uma rua horizontal. Após o impacto, os dois veículos deslizaram como um único bloco. Para a perícia, o motorista da caminhonete alegou que estava a menos de 20 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constatou, analisando as marcas de frenagem, que a caminhonete arrastou o sedã, em linha reta, por uma distância de 10 m. Com este dado e estimando que o coeficiente de atrito cinético entre os pneus dos veículos e o asfalto, no local do acidente, era 0,5, a perícia concluiu que a velocidade real da caminhonete, em km/h, no momento da colisão era, aproximadamente,

- a) 10.
- b) 15.
- c) 36.
- d) 48.
- e) 54.

Note e adote:

- Aceleração da gravidade:  $10 \text{ m/s}^2$ .
- Desconsidere a massa dos motoristas e a resistência do ar.

$v_C = ?$

$v_S = 0$

$m_C = 2000 \text{ kg}$

$\mu = 0,5$

$m_S = 1000 \text{ kg}$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

C

S

$v_{conj}$

C

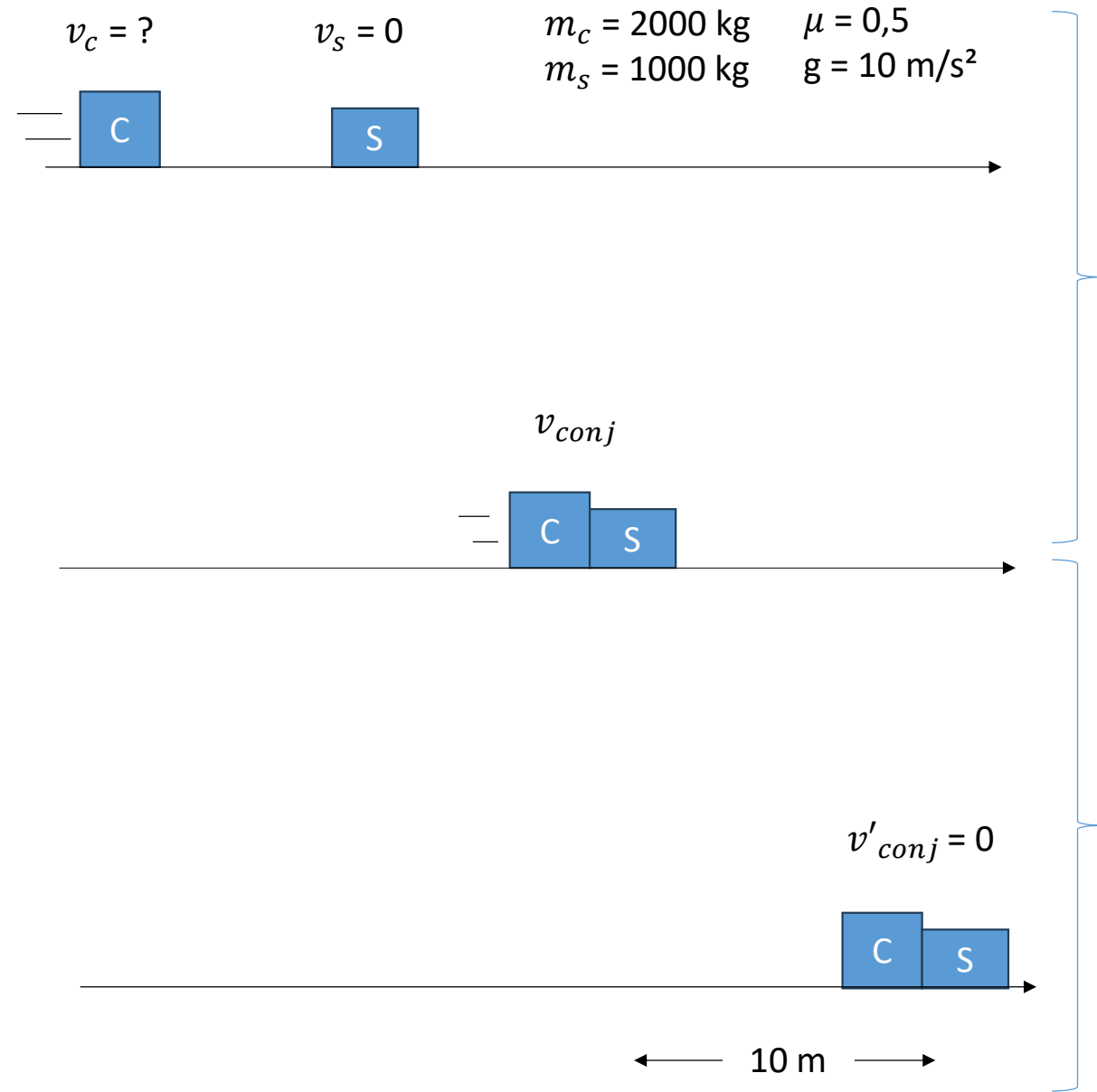
S

$v'_{conj} = 0$

C

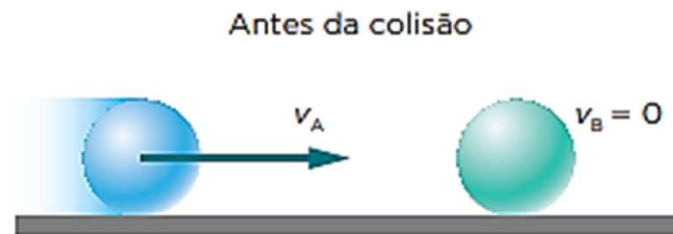
S

10 m

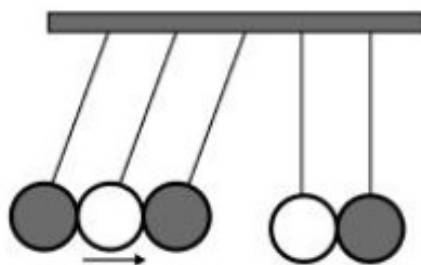


7. Dois corpos A e B, idênticos, estão sobre um apoio plano, horizontal e totalmente liso. O corpo A desenvolve velocidade de 10 m/s quando colide frontalmente com B, que estava inicialmente em repouso.

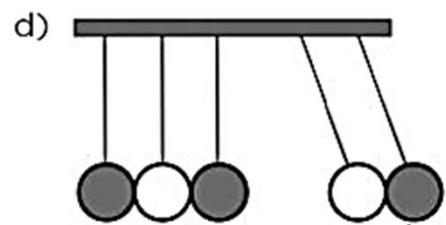
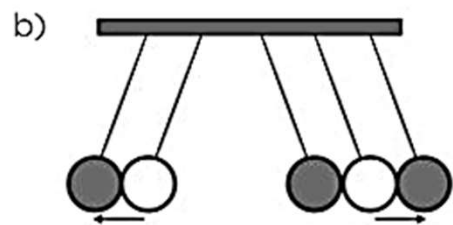
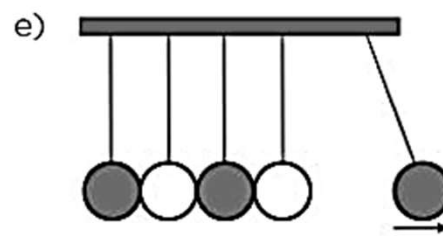
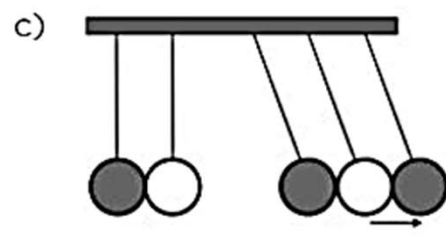
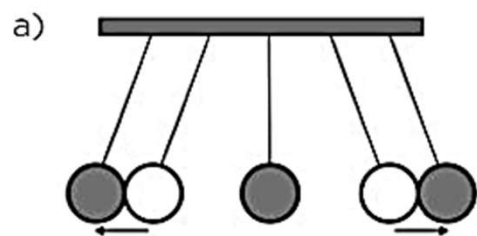
Admitindo que a colisão foi perfeitamente elástica, determine a velocidade de cada corpo após a colisão.

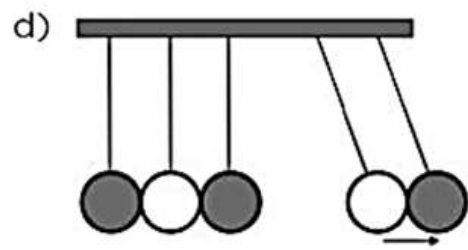
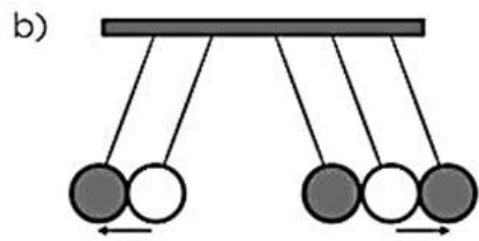
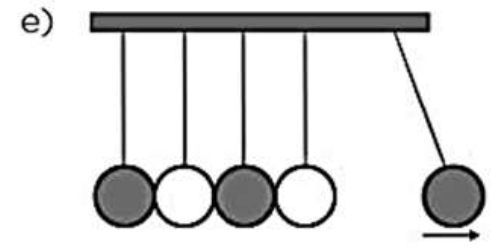
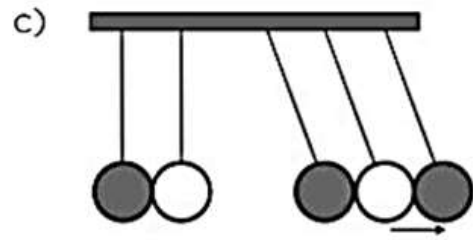
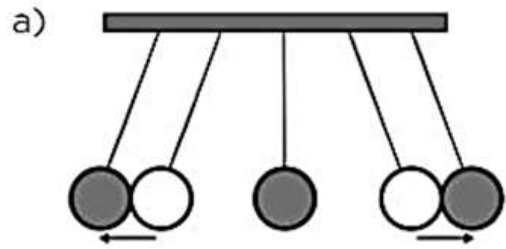
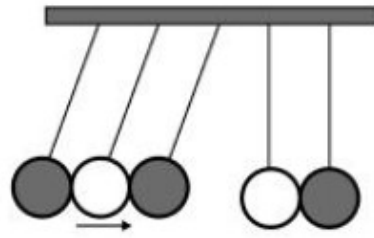


8. (Enem) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente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

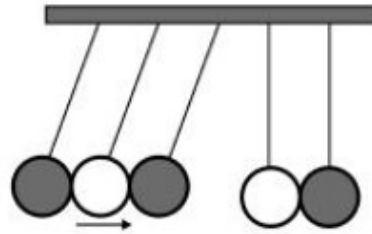


O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:





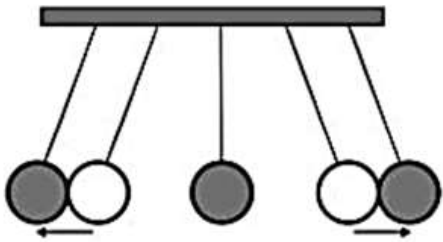
$$Q_{\text{antes}} = 3mv$$



+

✗

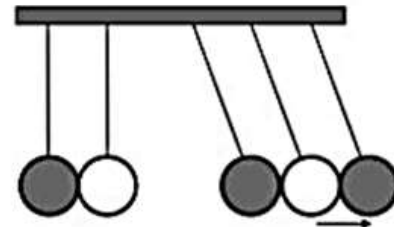
a)



$$Q_{\text{depois}} = -2mv + 2mv = 0$$

✓

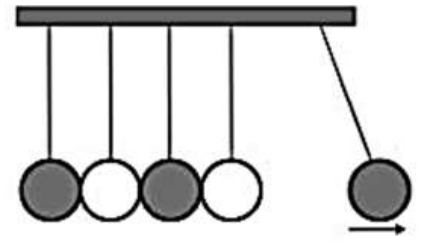
c)



$$Q_{\text{depois}} = 3mv$$

✗

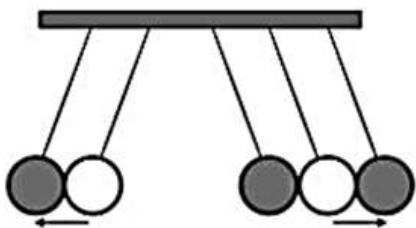
e)



$$Q_{\text{depois}} = mv$$

✗

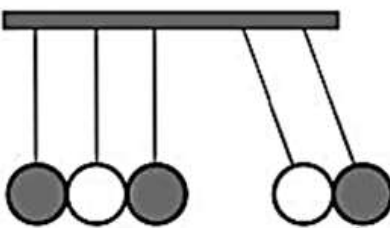
b)



$$Q_{\text{depois}} = -2mv + 2mv = mv$$

✗

d)



$$Q_{\text{depois}} = 2mv$$