

Um garoto de massa 30 kg está correndo a 4,0 m/s em relação ao chão quando salta sobre um carrinho de massa 10 kg, que estava parado, e passa a mover-se junto com o carrinho. Após um tempo sobre o carrinho, ele pula para fora, com velocidade horizontal de 1,0 m/s **em relação ao carrinho**, na direção e sentido do movimento. A trajetória do carrinho é retilínea e horizontal. Ignore as forças de atrito entre o carrinho e o chão.

Calcule, **exclusivamente para a componente horizontal do movimento**:

- a) a velocidade do conjunto carrinho+garoto em relação ao chão enquanto o garoto se desloca junto com o carrinho.
- b) a velocidade do carrinho **em relação ao chão** depois do garoto haver pulado para fora do carrinho.
- c) a componente horizontal da velocidade do garoto **em relação ao chão** logo após o pulo, enquanto ainda está no ar.
- d) as velocidades do carrinho e do garoto **em relação ao centro de massa** do sistema carrinho+garoto depois do garoto pular do carrinho, mas enquanto ele ainda está no ar.

a velocidade do conjunto carrinho+garoto em relação ao chão enquanto o garoto se desloca junto com o carrinho

garoto no ar, ou pisando no carrinho, a componente horizontal de \vec{F}_{ext} é nula
Quantidade de movimento do carrinho+garoto

$$P_x = m_g v_{g,x} + m_c v_{c,x} = \text{constante} \quad (1)$$

andam juntos $\rightarrow P_x = (m_g + m_c) v_x \quad (2)$

Conservação QM na direção x $\Rightarrow (1) = (2)$

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

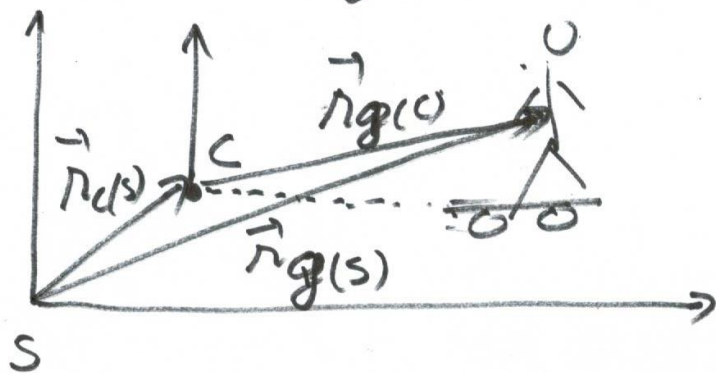
$$v_x = \frac{m_g v_{g,x} + m_c v_{c,x}}{m_g + m_c} = \frac{30 \cdot 4 + 10 \cdot 0}{30 + 10} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

P_y não conserva (ninguém perguntou)

a velocidade do carrinho em relação ao chão depois do garoto haver pulado para fora do carrinho.

$$P_x = m_g v_{g(s),x} + m_c v_{c(s),x} = (m_g + m_c) v_x \quad (3)$$

Dado: $v_{g(c)} = 1 \text{ m/s} \rightarrow v_{g(s)}$



$$\vec{r}_{g(s)} = \vec{r}_{g(c)} + \vec{r}_{c(s)} \xrightarrow{\frac{d}{dt}}$$

$$\vec{v}_{g(s)} = \vec{v}_{g(c)} + \vec{v}_{c(s)}$$

Separando a componente x

$$v_{g(s),x} = v_{g(c),x} + v_{c(s),x} \quad (4)$$

(4) → (3)

$$m_g (v_{g(c),x} + v_{c(s),x}) + m_c v_{c(s),x} = (m_g + m_c) v_x$$

↑
súmula algébrica

$$(m_g + m_c) v_{c(s),x} = (m_g + m_c) v_x - m_g v_{g(c),x}$$

$$v_{c(s),x} = v_x - \frac{m_g}{m_g + m_c} v_{g(c),x}$$

$$v_{c(s),x} = 3 - \frac{30}{30+10} \cdot 1 = \frac{9}{4} \frac{m}{s}$$

a componente horizontal da velocidade do garoto **em relação ao chão** logo após o pulo, enquanto ainda está no ar.

é aplicação de regra de transformação
de velocidade (eq. (3))

$$v_{g(s),x} = v_{g(c),x} + v_{c(s),x}$$

$$v_{g(s),x} = 1 + \frac{9}{4} = \frac{13}{4} \text{ m/s}$$

as velocidades do carrinho e do garoto **em relação ao centro de massa** do sistema carrinho+garoto depois do garoto pular do carrinho, mas enquanto ele ainda está no ar.

aplicação de regra de transformação
de velocidades (de eq 3)

$$v_{g(\text{CM}),x} = v_{g(s),x} - v_{\text{CM}(s),x}$$

$$v_{\text{CM}(s)} = v_x$$

$$v_{g(\text{CM}),x} = \frac{13}{4} - 3 = \frac{1}{4} \text{ m/s}$$

Aplicando p/ o carrinho

$$v_{c(\text{CM}),x} = v_{c(s),x} - v_{\text{CM}(s),x}$$

$$v_{c(\text{CM}),x} = \frac{9}{4} - 3 = -\frac{3}{4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Conferindo: $P_{(\text{CM})} = m_g v_{g(\text{CM}),x} + m_c v_{c(\text{CM}),x}$

$$= 30 \frac{1}{4} + 10 \left(-\frac{3}{4}\right) = 0$$

Considerações finais

No item d, na real calcula v_{cm} . $v_{cm} = v_x$

$$v_{cm}(\text{carinho} + \text{garoto}) = \frac{m_g v_g(s) + m_c v_c(s)}{m_g + m_c}$$

$$v_{cm} = \frac{30 \cdot \frac{13}{4} + 10 \cdot \frac{9}{4}}{30 + 10} = \frac{39 + 9}{16} = \frac{48}{16} = 3 \frac{m}{s}$$

P₉ o problema na fornecer $v_{g(s)}$ ao saltar?

Impulso do garoto é relativo ao skate

$$I_x = F_x \cdot \Delta t = m \Delta v_{\text{garoto}}$$

↑
relativo ao skate

↑
também é
relativo ao skate