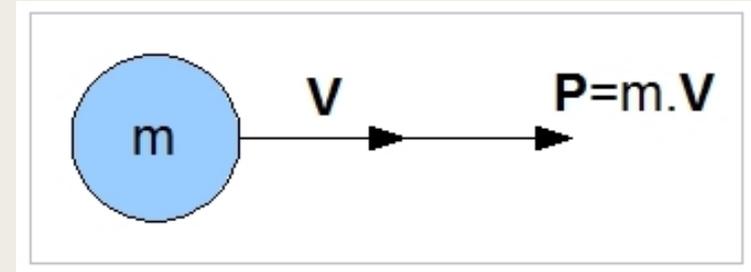


# Modelo de análise do Momento: Sistema Não Isolado

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

- Uma força resultante,  $\vec{F}(t)$  atua sobre a partícula
  - Varia com o tempo:  $\Delta t = t_f - t_i$



- A mudança no momento da partícula:
- A integral de uma força no intervalo de tempo durante o qual atua é chamada de **Impulso da Força (I)**.
- O Impulso da Força é uma grandeza vetorial.

$$d\vec{p} = \sum \vec{F} dt$$

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{t_i}^{t_f} \sum \vec{F} dt$$

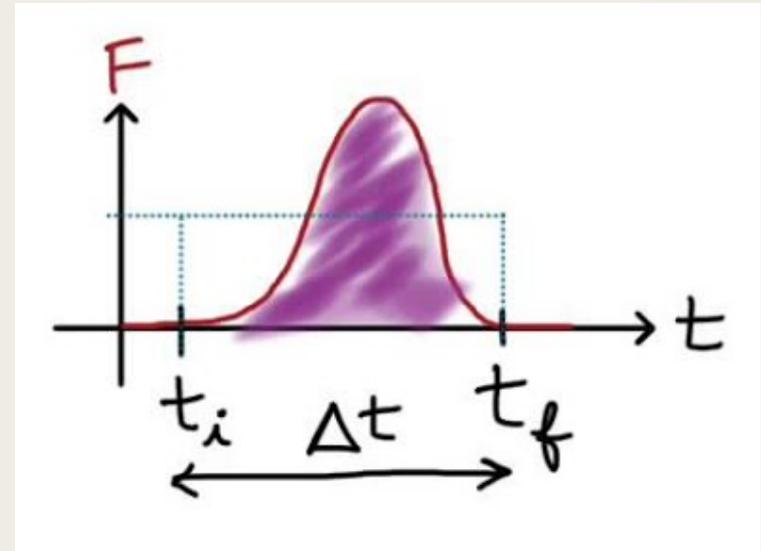
$$\vec{I} \equiv \int_{t_i}^{t_f} \sum \vec{F} dt$$

# Impulso da Força

- $F(t)$  é diferente de zero no intervalo:  
 $\Delta t = t_f - t_i$
- O impulso:
  - *Módulo do  $I$  = área sob a curva força-tempo*
  - *Direção do  $I$  é a mesma da variação no momento.*
- O impulso tem as dimensões do momento = M L / T
- ✓ Teorema Impulso-Momento: A mudança no momento de uma partícula é igual ao impulso da força resultante atuando sobre a partícula.
  - ❖ *Equação de conservação de momento.*

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{t_i}^{t_f} \sum \vec{F} dt$$

$$\vec{I} \equiv \int_{t_i}^{t_f} \sum \vec{F} dt$$



$$\Delta \vec{p} = \vec{I}$$

# Força Média e Impulso

■ Força média:

$$\left( \sum \vec{F} \right)_{\text{med}} \equiv \frac{1}{\Delta t} \int_{t_i}^{t_f} \sum \vec{F} dt$$

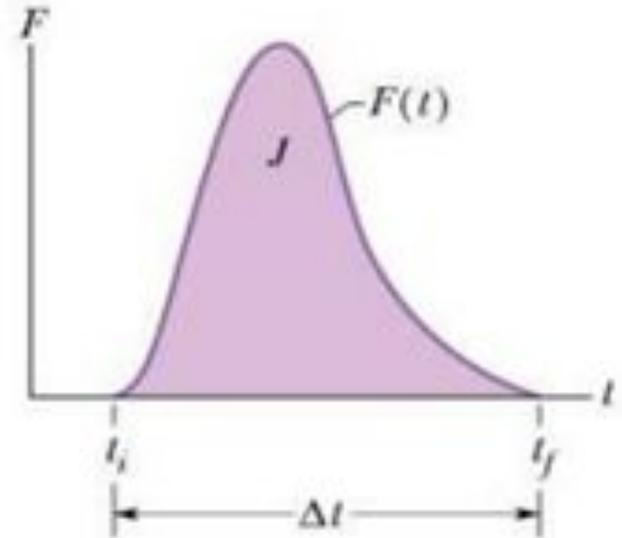
■ Impulso da força:

$$\vec{I} = \int_{t_i}^{t_f} \sum \vec{F} dt = \left( \sum \vec{F} \right)_{\text{med}} \Delta t$$

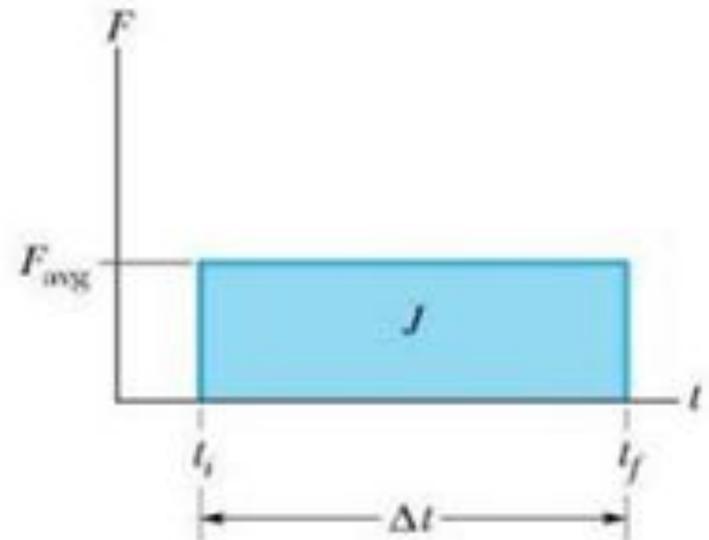
■ Se a força resultante atuando na partícula = constante:

$$\vec{I} = \sum \vec{F} \Delta t$$

■ **Aproximação de Impulso:** uma das forças exercidas sobre uma partícula atua por um curto período de tempo, mas é muito maior do que qualquer outra força presente.



(a)

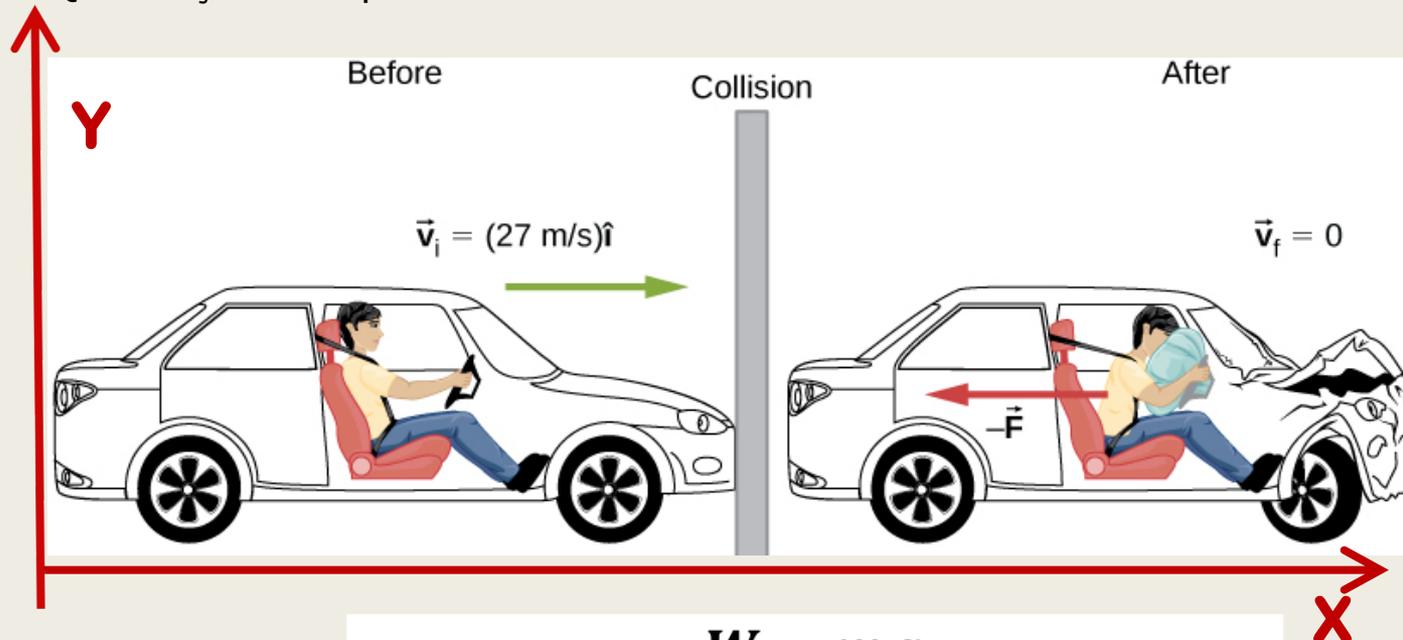


# Exercício

Um carro viajando a 27 m/s colide com um prédio. Como resultado da colisão, o carro para em 1 segundo. O motorista, que pesa 700 N, é protegido por uma combinação de cinto de segurança e airbag. Estes diminuem sua velocidade, e ele para em 2,5 s.

- Que força média o motorista experimenta durante a colisão?
- Sem o cinto de segurança e o airbag, seu tempo de colisão (com o volante do carro) teria sido 0,20 s. Que força ele experimentaria neste caso?

SOLUÇÃO:



$$W = 700 \text{ N}$$

$$\vec{v}_i = 27 \hat{i} \text{ m/s}, \quad \vec{v}_f = 0$$

$$t_i = 0, \quad t_f = 2,5 \text{ s}$$

$$m = \frac{W}{g} = \frac{700 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 71,43 \text{ kg}$$
$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i = -27 \hat{i} \text{ m/s}$$
$$\Delta t = t_f - t_i = 2,5 \text{ s}$$

# Exercício

$$m = 71,43 \text{ kg}$$

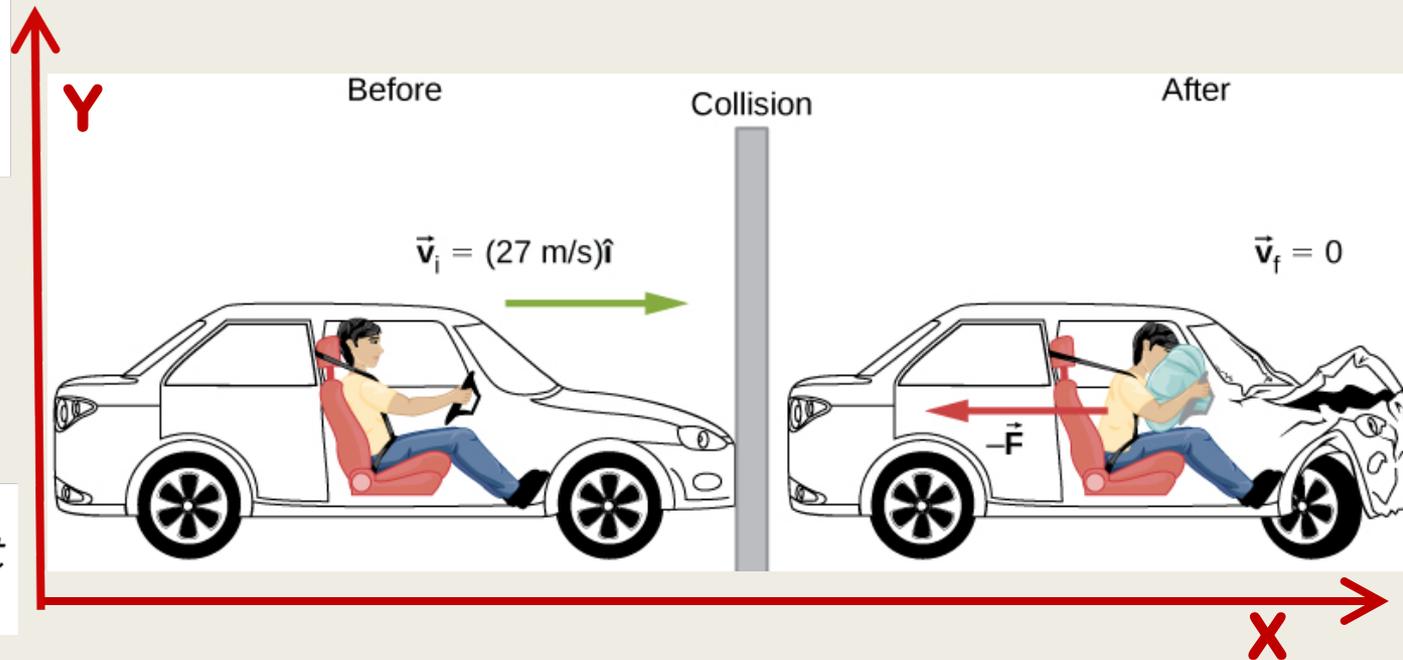
$$\Delta \vec{v} = -27 \hat{i} \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 2,5 \text{ s}$$

$$\vec{p} \equiv m \vec{v}$$

$$\Delta \vec{p} = \vec{I}$$

$$\vec{I} = \sum \vec{F} \Delta t = \vec{F}_{\text{res}} \Delta t$$



a) Que força média o motorista experimenta durante a colisão?

$$\vec{I} = \Delta \vec{p} = \Delta(m\vec{v}) = m \Delta \vec{v}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} \Delta t = m \Delta \vec{v}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t}$$
$$= \frac{71,43 \text{ kg}(-27 \hat{i} \text{ m/s})}{2,5 \text{ s}} = -771,44 \hat{i} \text{ N}$$

b) Sem o cinto de segurança e o airbag, seu tempo de colisão teria sido 0,20 s. Que força ele experimentaria neste caso?

$$\Delta t = 0,2 \text{ s}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t}$$
$$= -9643,05 \hat{i} \text{ N}$$