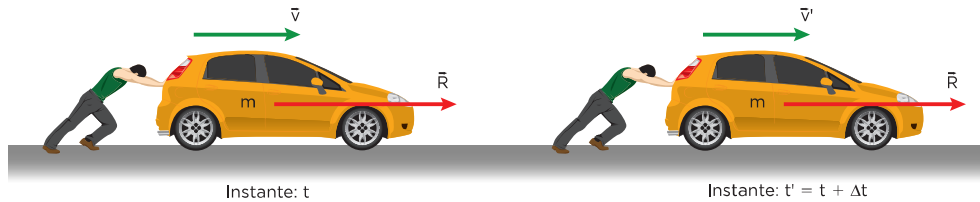


3. Teorema do impulso

A aplicação do teorema do impulso é especialmente útil para o estudo do movimento de corpos submetidos a forças cuja resultante é variável no tempo.



Se a direção de movimento do corpo não sofrer alteração, o tratamento algébrico é suficiente para resolver a análise dinâmica:

$$I_R = \Delta Q$$

em que I_R pode ser obtido pelo produto $R \cdot \Delta t$, quando \vec{R} é constante, ou pela área do gráfico $R \times t$, quando \vec{R} é variável.

Note que $N \cdot s = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

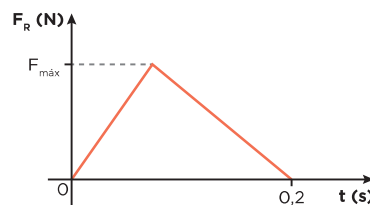
EM CLASSE DESENVOLVENDO HABILIDADES

1 (Unesp-SP) O gol da conquista do tetracampeonato pela Alemanha na Copa do Mundo de 2014 foi feito pelo jogador Götze. Nessa jogada, ele recebeu um cruzamento, matou a bola no peito, amortecendo-a, e chutou de esquerda para fazer o gol. Considere que, imediatamente antes de tocar o jogador, a bola tinha velocidade de módulo $v_1 = 8 \text{ m/s}$ em uma direção perpendicular ao seu peito e que, imediatamente depois de tocar o jogador, sua velocidade manteve-se perpendicular ao peito do jogador, porém com módulo $v_2 = 0,6 \text{ m/s}$ e em sentido contrário.



(www.colorir-e-pintar.com. Adaptado.)

Admita que, nessa jogada, a bola ficou em contato com o peito do jogador por $0,2 \text{ s}$ e que, nesse intervalo de tempo, a intensidade da força resultante (F_R), que atuou sobre ela, variou em função do tempo, conforme o gráfico.



Considerando a massa da bola igual a $0,4 \text{ kg}$, é correto afirmar que, nessa jogada, o módulo da força resultante máxima que atuou sobre a bola, indicada no gráfico por $F_{\text{máx}}$, é igual, em newtons, a

- a) 68,8.
- b) 34,4.**
- c) 59,2.
- d) 26,4.
- e) 88,8.

Orientando a trajetória no sentido de \vec{v}_1 , temos $v_1 = 8 \text{ m/s}$ e $v_2 = -0,6 \text{ m/s}$. Aplicando o teorema do impulso:

$$|I_{F_R}| = |\Delta Q| \Rightarrow |I_{F_R}| = |m \cdot v' - m \cdot v|$$

Como o impulso da resultante pode ser obtido pela área do gráfico $F \times t$:

$$|I_{F_R}| = |m' \cdot v' - m \cdot v| \Rightarrow \frac{0,2 \cdot F_{\text{máx}}}{2} = |0,4 \cdot (-0,6) - 0,4 \cdot 8| \therefore F_{\text{máx}} = 34,4 \text{ N}$$

2 (Udesc) Um jogador de futebol, ao cobrar uma falta, chuta a bola de forma que ela deixa seu pé com uma velocidade de 25 m/s. Sabendo que a massa da bola é igual a 400 g e que o tempo de contato entre o pé do jogador e a bola, durante o chute, foi de 0,01 s, a força média exercida pelo pé sobre a bola é igual a:

- a) 100 N
- b) 6 250 N
- c) 2 500 N
- ▶ d) 1 000 N
- e) 10 000 N

Considerando que a resultante seja aproximadamente igual à força que o jogador aplica na bola, temos, de acordo com o teorema do impulso:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$
$$F \cdot 0,01 = 0,4 \cdot (25 - 0)$$
$$\therefore F = 1\,000\text{ N}$$

3 (Udesc) O *airbag* e o cinto de segurança são itens de segurança presentes em todos os carros novos fabricados no Brasil. Utilizando os conceitos da Primeira Lei de Newton, de impulso de uma força e variação da quantidade de movimento, analise as proposições.

- I. O *airbag* aumenta o impulso da força média atuante sobre o ocupante do carro na colisão com o painel, aumentando a quantidade de movimento do ocupante.
- II. O *airbag* aumenta o tempo da colisão do ocupante do carro com o painel, diminuindo assim a força média atuante sobre ele mesmo na colisão.
- III. O cinto de segurança impede que o ocupante do carro, em uma colisão, continue se deslocando com um movimento retilíneo uniforme.
- IV. O cinto de segurança desacelera o ocupante do carro em uma colisão, aumentando a quantidade de movimento do ocupante.

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- ▶ b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

I. **Incorreta.** Sabe-se que, para uma dada colisão, a massa e a variação de velocidade do ocupante do carro são constantes, ou seja, a variação da quantidade de movimento do ocupante é constante. Logo, como o *airbag* aumenta o intervalo de tempo de interação entre o ocupante e o carro, a força média que o carro aplica sobre o ocupante do carro (resultante das forças no ocupante) é reduzida.

II. **Correta.** Já justificado em (I).

III. **Correta.** De acordo com o princípio da inércia, quando o carro freia, o ocupante tende a continuar em MRU em relação à Terra. O cinto de segurança impede esse movimento.

IV. **Incorreta.** Já justificado em (III).

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Material de consulta: Caderno de Estudos 3 – Física – Mecânica newtoniana – Capítulo 24

Tarefa Mínima

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

Tarefa Complementar

- Leia os itens 1 a 21.

- Faça as questões 5 a 8.

Tarefa Desafio

- Faça as questões 9 e 10.