

## TEXTO DE REVISÃO 13– Impulso e Quantidade de Movimento (ou Momento Linear).

Caro Aluno: Este texto de revisão apresenta um dos conceitos mais importantes da física, o conceito de quantidade de movimento. Adotamos aqui o símbolo P ou p, de Q ou q, mais comuns em textos de ensino médio. Esse símbolo P é utilizado no livro texto do Halliday. O caráter vetorial do impulso e da quantidade de movimento é fundamental. Também é bom lembrar que “Área sob a curva” não é igual ao impulso mais sim podemos dizer que é numericamente igual ao módulo do impulso e possui a unidade do impulso. (Bom estudo e Boa sorte).

### 1- Impulso

Suponhamos que uma força constante  $\vec{F}$  age numa partícula, durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ . Por definição, chama-se impulso da força constante  $\vec{F}$  o vetor:

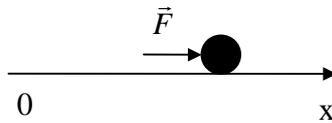
$$\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

O vetor **J** tem as seguintes características:

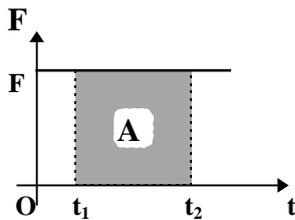
a) módulo:  $|\vec{J}| = |\vec{F}| \cdot \Delta t$

b) direção: à mesma de  $\vec{F}$

c) sentido: o mesmo de  $\vec{F}$



Consideremos o esquema acima, em que uma partícula movimenta-se ao longo do eixo Ox sob a ação da força  $\vec{F}$ , constante. Tracemos o gráfico do valor algébrico de  $\vec{F}$  em função do tempo:



Se calcular-mos a área sombreada do diagrama ao lado, teremos:

$$A = b \cdot h$$

$$A = \Delta t \cdot F \quad \text{como } \Delta t \cdot F = J$$

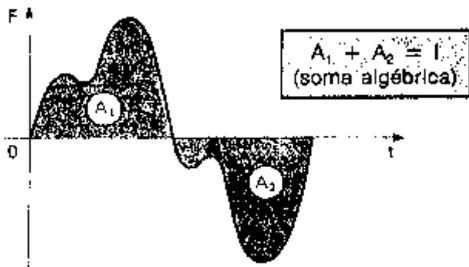
concluimos que a área do diagrama é numericamente igual ao impulso da força.

$$\text{Área} = J$$

Embora a última propriedade tenha sido apresentada a partir de um caso simples e particular, sua validade estende-se também a situações em que a força envolvida tem direção constante, porém valor algébrico variável. É claro que, nesses casos, sua verificação requer um tratamento matemático mais elaborado (Cálculo de uma Integral).

Tendo em conta o exposto, podemos dizer, de modo geral que:

Dado um diagrama do valor algébrico da força atuante em uma partícula em função do tempo, a “área” compreendida entre o gráfico e o eixo dos tempos expressa o valor algébrico do impulso da força. No entanto, a força considerada deve ter direção constante.

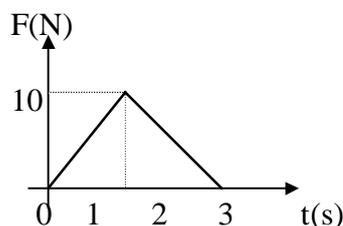


### EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM:

01) Uma força constante de 50N age sobre um móvel durante 0,2 s. Calcule o impulso da força.

R: J = 10 N.s

02) Dado o diagrama abaixo, determine o impulso da força F, sabendo que ela age na mesma direção e sentido do movimento: R: 15 N.s



## 2 - Quantidade de Movimento:

Considere uma partícula de massa "m", dotada de velocidade  $\vec{v}$ :

Por definição, chama-se quantidade de movimento da partícula o vetor:  
(No ensino médio utiliza-se a notação Q, no Halliday usamos P).

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v} \quad \text{ou} \quad \vec{P} = m \vec{v}$$

O vetor **P** tem as seguintes características: a) módulo:

- b) direção: à mesma de  $\vec{v}$
- c) sentido: o mesmo de

### EXERCÍCIO DE APRENDIZAGEM:

03) Um corpo de massa 2 kg inicialmente em repouso sofre a ação de uma força constante de 20 N. Qual a sua quantidade de movimento depois de 5s?

R: P ou Q = 100 kg . m/s

obs. Entende-se por quantidade de movimento de um sistema de partículas, a soma das quantidades de movimento das partículas constituintes do sistema.  $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_n$

**Sistema isolado de partículas:** É aquele que não apresenta interações de caráter externo, ou seja  $F_{\text{ext}}$  externa é nula.

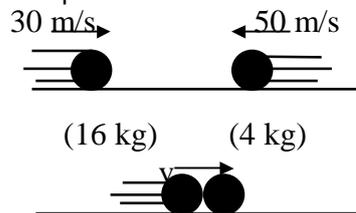
### 2.1 - Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento:

A quantidade de movimento de um sistema isolado de partículas é constante.  $\vec{P}_i = \vec{P}_f$

### EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM:

04) Um canhão com massa de 500 kg dispara um projétil com massa de 2 kg com uma velocidade de 500 m/s. Determine a velocidade de recuo do canhão. R:  $v_c = - 2$  m/s

05) Na figura ao lado temos duas esferas se movimentando em sentidos contrários. Determine a velocidade das esferas sabendo que após o choque elas permanecem em contato. R:  $v = 14$  m/s



## 3 Teorema do Impulso:

O impulso da resultante de um sistema de forças que age numa partícula durante o intervalo de tempo  $\Delta t$  é igual à variação da quantidade de movimento, nesse intervalo de tempo.

**Demonstração:** como temos que logo

$$\vec{J} = \vec{P}_f - \vec{P}_i$$

então

obs. O impulso das forças internas de um sistema isolado de partículas é nulo, pois  $\vec{J} = \Delta \vec{P}_e$  como  $\Delta \vec{P} = 0$  então  $\vec{J} = 0$

### EXERCÍCIO DE APRENDIZAGEM:

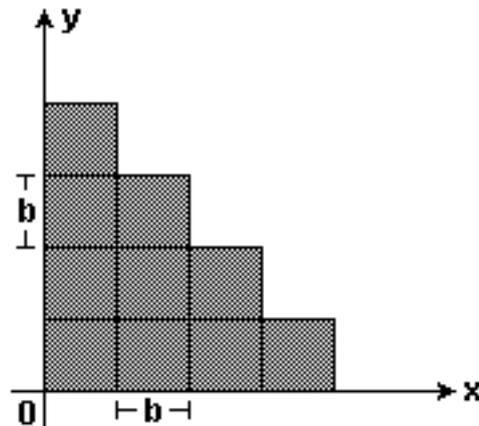
06) Uma partícula de 8 kg de massa desloca-se em trajetória retilínea, quando lhe é aplicada, no sentido do movimento, uma força resultante de intensidade 20 N. Sabendo-se que no instante de aplicação da força a velocidade da partícula valia 5,0 m/s, determinar:

- a) O módulo do impulso comunicado à partícula, durante 10 s de aplicação da força;
- b) o módulo da velocidade da partícula ao fim do impulso referido no item anterior.

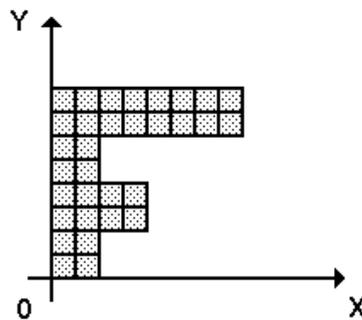
R: a) 200 N.s    b)  $v = 30$  m/s

**Exercícios e Testes para auto-avaliação** (use  $g = 10\text{m/s}^2$ ).

1) Cada um dos quadrados mostrados na figura a seguir tem lado  $b$  e massa uniformemente distribuída. Determine as coordenadas  $(x, y)$  do centro de massa do sistema formado pelos quadrados.



2) Na figura a seguir, que representa uma placa homogênea, admita que cada quadrado tenha lado igual a 10cm. Determine, em centímetros, a soma das coordenadas do ponto correspondente ao centro de gravidade da placa. Desconsidere a parte fracionária de seu resultado, caso exista.



3) Num certo instante, um corpo em movimento tem energia cinética de 100 joules, enquanto o módulo de sua quantidade de movimento é  $40\text{kg}\cdot\text{m/s}$ .

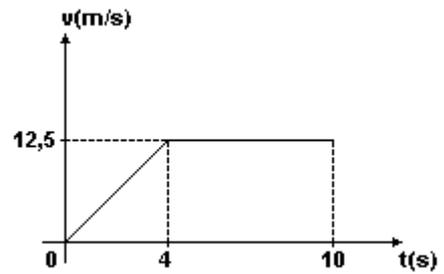
A massa do corpo, em kg, é

- a) 5,0                      b) 8,0                      c) 10                      d) 16                      e) 20

4) Ao preparar um corredor para uma prova rápida, o treinador observa que o desempenho dele pode ser descrito, de forma aproximada, pelo seguinte gráfico:

Se o corredor tem massa de 90 kg, qual a quantidade de movimento em kgm/s, que ele apresentará ao final da aceleração?

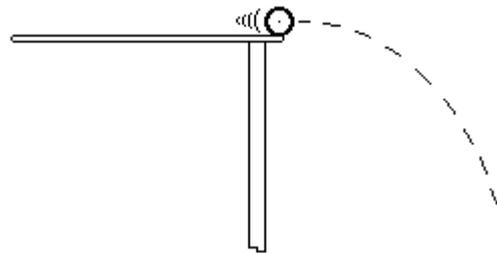
- a) 1125
- b) 2250
- c) 10000
- d) 14062
- e) 22500



5) Uma pequena esfera rola sobre a superfície plana e horizontal de uma mesa, como mostra a figura adiante.

Desprezando a resistência oferecida pelo ar, pode-se afirmar que, durante o movimento de queda da esfera, após abandonar a superfície da mesa, permanecem constantes:

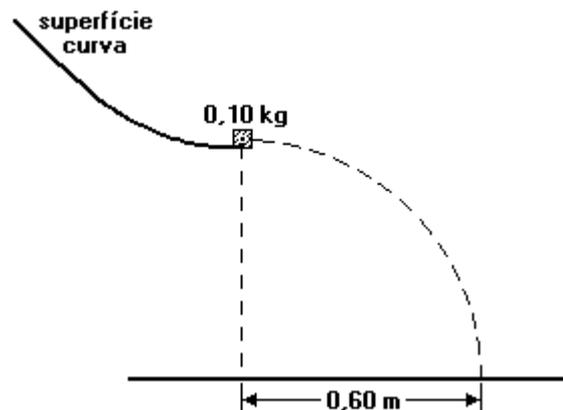
- a) a aceleração e a força que agem na esfera.
- b) a aceleração e a quantidade de movimento da esfera.
- c) a velocidade e a força que agem na esfera.
- d) a velocidade e a quantidade de movimento da esfera.
- e) a velocidade e a aceleração de esfera.



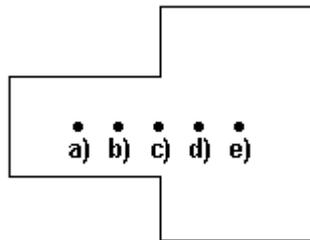
6) Um bloco de massa 0,10 kg desce ao longo da superfície curva mostrada na figura adiante, e cai num ponto situado a 0,60 m da borda da superfície, 0,40 s depois de abandoná-la.

Desprezando-se a resistência oferecida pelo ar, pode-se afirmar que o módulo (intensidade) da quantidade de movimento do bloco, no instante em que abandona a superfície curva é, em kg.m/s,

- a) 0,10.
- b) 0,15.
- c) 0,20.
- d) 0,25.
- e) 0,30.



7) O ponto que melhor localiza o centro de massa da placa homogênea da figura é:



8) Um sistema de massas, que se encontra sob a ação da gravidade terrestre, é formado por duas esferas homogêneas, X e Y, cujos centros estão afastados 0,8 m um do outro. A esfera X tem massa de 5 kg, e a esfera Y tem massa de 3 kg. A que distância do centro da esfera X se localiza o centro de gravidade do sistema?

- a) A 0,2 m.
- b) A 0,3 m.
- c) A 0,4 m.
- d) A 0,5 m.
- e) A 0,6 m.

GABARITO

1) (x = 1,5 b; y = 1,5 b)    2) 77 cm    3) [B]    4) [A]    5) [A]    6) [B]    7) [D]    8) [B]