

## CAPÍTULO 20 – Quantidade de movimento e impulso

1. (Cefet-PR) Analise as afirmativas a seguir com relação a um corpo de massa ( $m$ ), percorrendo uma circunferência de raio ( $R$ ), com movimento uniforme.

- I. O corpo possui aceleração de módulo constante e diferente de zero.  
 II. A quantidade de movimento do corpo é constante durante todo o movimento.  
 III. A energia cinética permanece constante durante todo o movimento.

Sobre elas, podemos concluir que:

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.  
 b) Somente as afirmativas I e III são corretas.  
 c) Somente as afirmativas II e III são corretas.  
 d) Todas as afirmativas são corretas.  
 e) Todas as afirmativas são incorretas.
2. Uma partícula tem energia cinética  $E$  e momento linear cujo módulo é  $Q$ . Sendo  $v$  o módulo da velocidade da partícula, podemos afirmar que:

- a)  $v = \frac{2E}{Q}$                       d)  $v = \frac{2Q}{E}$   
 b)  $v = \frac{E}{2Q}$                       e)  $v = \frac{QE}{2}$   
 c)  $v = \frac{Q}{2E}$

3. Sejam  $m$ ,  $v$ ,  $E$  e  $Q$ , respectivamente, as medidas no Sistema Internacional de unidades da massa, da velocidade, da energia cinética e da quantidade de movimento de uma partícula, num dado instante. Dentre as várias relações entre essas medidas, apresentadas nas alternativas, a correta é:

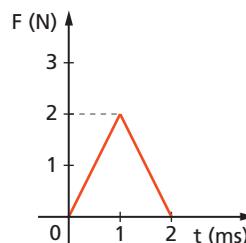
- a)  $\frac{Q^2}{m} = 2E$                       d)  $2Q^2 = mE$   
 b)  $Qv = E$                       e)  $2Qv = E$   
 c)  $\frac{Q^2}{m} = E$

4. (UE-RJ) Na rampa de saída de um supermercado, uma pessoa abandona, no instante  $t = 0$ , um carrinho de compras de massa  $5,0$  kg, que adquire aceleração constante. Considere cada um dos três primeiros intervalos de tempo do movimento, iguais a  $1,0$  s. No primeiro e no segundo intervalo de tempo, o carrinho percorre, respectivamente,  $0,5$  m e  $1,5$  m. Calcule:

- a) a distância percorrida pelo carrinho no terceiro intervalo de tempo;  
 b) o módulo do momento linear do carrinho no instante  $t = 3,0$  s.

5. (Unifor-CE) O chute em uma bola é uma interação que

ocorre durante um intervalo de tempo muito pequeno. Ao cobrar uma falta, o pé do Ronaldinho Gaúcho exerce uma força sobre a bola que é representada no gráfico abaixo.



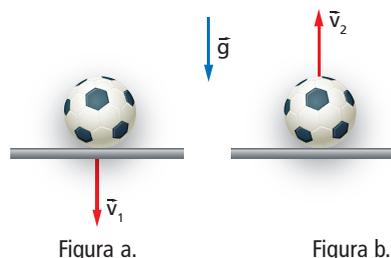
O impulso sofrido pela bola no intervalo de 0 a 2 ms tem módulo igual a:

- a)  $0,001$  kg · m/s                      d)  $0,004$  kg · m/s  
 b)  $0,002$  kg · m/s                      e)  $0,005$  kg · m/s  
 c)  $0,003$  kg · m/s

6. (Unifesp-SP) Uma menina deixa cair uma bolinha de massa de modelar que se choca verticalmente com o chão e para; a bolinha tem massa  $10$  g e atinge o chão com velocidade de  $3,0$  m/s. Pode-se afirmar que o impulso exercido pelo chão sobre essa bolinha é vertical, tem sentido para:

- a) cima e módulo  $3,0 \cdot 10^{-2}$  N · s.  
 b) baixo e módulo  $3,0 \cdot 10^{-2}$  N · s.  
 c) cima e módulo  $6,0 \cdot 10^{-2}$  N · s.  
 d) baixo e módulo  $6,0 \cdot 10^{-2}$  N · s.  
 e) cima e módulo igual a zero.

7. Uma bola de futebol, de massa  $0,30$  kg, é abandonada de uma certa altura, atingindo o solo com velocidade  $\vec{v}_1$  (figura a), tal que  $v_1 = 10$  m/s. Após um curto intervalo de tempo  $\Delta t = 0,1$  s (durante o qual ocorre a colisão), a bola abandona o solo com velocidade  $\vec{v}_2$  (figura b), cujo módulo é  $8,0$  m/s.



- a) Calcule o impulso da resultante das forças que atuam na bola durante a colisão.  
 b) Supondo  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, calcule o impulso do peso da bola durante a colisão.  
 c) Calcule o impulso da força que o solo exerce na bola durante a colisão.  
 d) Calcule o valor médio da força que o solo exerce na bola durante a colisão.

8. (UFF-RJ) Duas bolas de mesma massa, uma feita de borracha e outra feita de massa de modelar, são largadas de uma mesma altura. A bola de borracha bate no solo e retorna a uma fração de sua altura inicial, enquanto a bola feita de massa de modelar bate e fica grudada no solo. Assinale a opção que descreve as relações entre as intensidades dos impulsos  $I_B$  e  $I_M$  exercidos, respectivamente, pelas bolas de borracha e de massa de modelar sobre o solo, e entre as respectivas variações de energias cinéticas  $\Delta E_B$  e  $\Delta E_M$  das bolas de borracha e de massa de modelar devido às colisões, desprezando os impulsos dos pesos:

- $I_B < I_M$  e  $\Delta E_B > \Delta E_M$
- $I_B < I_M$  e  $\Delta E_B < \Delta E_M$
- $I_B > I_M$  e  $\Delta E_B > \Delta E_M$
- $I_B < I_M$  e  $\Delta E_B < \Delta E_M$
- $I_B = I_M$  e  $\Delta E_B < \Delta E_M$

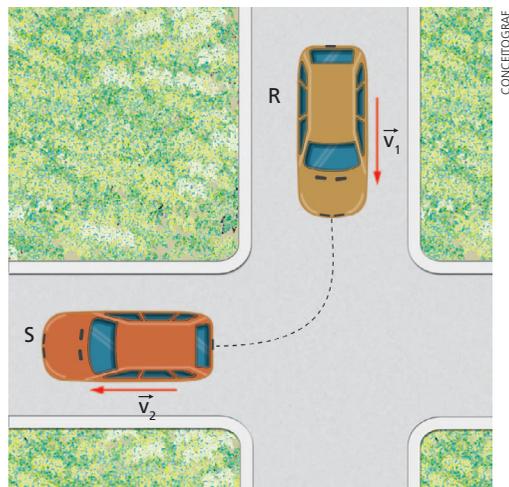
9. (UF-PA) Considere um balanço de comprimento  $L$ , bem mais leve do que uma criança de massa  $M$ , e um pai que a empurra, soltando o balanço, como é comum, na vertical, sua posição mais baixa. Sendo  $g$  o módulo da aceleração gravitacional, a intensidade do impulso que ele deve dar para que a criança se eleve até uma inclinação  $\alpha$ , como está ilustrado a seguir, será expressa por:

- $M\sqrt{gL} \sin \alpha$
- $2M(1 + \cos \alpha)\sqrt{gL}$
- $M\sqrt{2gL}(1 - \cos \alpha)$
- $M \sin \alpha \sqrt{gL}$
- $M\sqrt{gL}(3 + 2 \cos \alpha)$

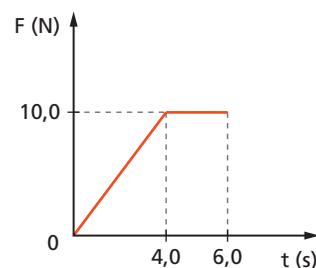


10. Na figura representamos um automóvel de massa 1000 kg que inicialmente se move ao longo da rua R com velocidade de  $\vec{v}_1$ . Ao chegar a uma esquina, ele

faz a curva e entra na rua S com velocidade  $\vec{v}_2$ , sendo  $|\vec{v}_1| = 15 \text{ m/s}$  e  $|\vec{v}_2| = 10 \text{ m/s}$ .



- Determine a variação da quantidade de movimento do automóvel ao fazer a curva.
  - Determine o valor médio da resultante das forças que atuam no automóvel durante a curva, supondo que esta tenha sido feita em 1,2 s.
11. (U. F. Uberlândia-MG) Um corpo de 10,0 kg desloca-se em uma trajetória retilínea, horizontal, com uma velocidade de módulo 3,0 m/s, quando passa a atuar sobre ele uma força resultante  $\vec{F}$ , cujo módulo varia de acordo com o gráfico, formando um ângulo reto com a direção inicial do movimento. Se  $\vec{F}$  é a única força que atua sobre o corpo e se sua direção e sentido permanecem constantes, analise as seguintes afirmações e responda de acordo com o código que se segue.



- A energia cinética do corpo no instante  $t = 6,0 \text{ s}$  é de 125 J.
  - O trabalho realizado pela força  $F$  no intervalo entre  $t = 0$  e  $t = 6,0 \text{ s}$  vale 80,0 J.
  - A quantidade de movimento do corpo no instante  $t = 6,0 \text{ s}$  tem módulo igual a  $70,0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ .
- Apenas I e II são corretas.
  - Apenas I é correta.
  - Apenas II e III são corretas.
  - Apenas I e III são corretas.
  - I, II e III são corretas.

12. (Unifesp-SP) Uma xícara vazia cai de cima da mesa de uma cozinha e quebra ao chocar-se com o piso rígido. Se essa mesma xícara caísse, da mesma altura, da mesa da sala e, ao atingir o piso, se chocasse com um tapete felpudo, ela não se quebraria. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Por que no choque com piso rígido a xícara se quebra e no choque com o piso fofo (do tapete) não?
- Suponha que a xícara caia sobre o tapete e pare, sem quebrar. Admita que a massa da xícara seja  $0,10 \text{ kg}$ , que ela atinja o solo com a velocidade de  $2,0 \text{ m/s}$  e que o tempo de interação do choque seja de  $0,50 \text{ s}$ . Qual será a intensidade média da força exercida pelo tapete sobre a xícara? Qual seria essa força, se o tempo de interação fosse  $0,010 \text{ s}$ ?

13. (UF-PA) Um vaso de flores caiu da janela de um apartamento, no alto de um edifício de quatro andares, espatifando-se na calçada. Nos comentários dos transeuntes que passavam pelo local, sobre o perigo do fato, as observações eram de que, pela altura da queda, o vaso teria chegado ao solo com seu peso bastante aumentado. Com base na relação entre os conceitos de Impulso e Quantidade de Movimento, analise as afirmativas seguintes:

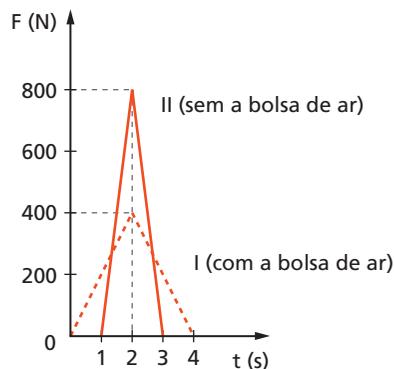
- O peso do vaso aumenta na razão direta da altura de queda.
- O vaso chegou ao solo com o mesmo peso.
- No choque, o impulso do solo sobre o vaso ocorre num tempo muito pequeno e, conseqüentemente, a força reativa é elevada, o que resulta na quebra do vaso.
- A força reativa do solo não depende do tempo de impacto.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- I e II
- II e III
- I e III
- II e IV
- I e IV

14. (UF-RN) Alguns automóveis dispõem de um eficiente sistema de proteção para o motorista, que consiste de uma bolsa inflável de ar. Essa bolsa é automaticamente inflada, do centro do volante, quando o automóvel sofre uma desaceleração súbita, de modo que a cabeça e o tórax do motorista, em vez de colidirem com o volante, colidem com a bolsa. A figura a seguir mostra dois gráficos da variação temporal da força que age sobre a cabeça de um boneco que foi colocado no

lugar do motorista. Os dois gráficos foram registrados em duas colisões de testes de segurança. A única diferença entre essas colisões é que, na colisão I, se usou a bolsa e, na colisão II, ela não foi usada.



Da análise desses gráficos, conclui-se que a explicação para o sucesso da bolsa como equipamento de proteção é:

- A bolsa diminui o intervalo de tempo da desaceleração da cabeça do motorista, diminuindo, portanto, a força média que atua sobre a cabeça.
  - A bolsa aumenta o intervalo de tempo da desaceleração da cabeça do motorista, diminuindo, portanto, a força máxima que atua sobre a cabeça.
  - A bolsa diminui o impulso total transferido para a cabeça do motorista, diminuindo, portanto, a força máxima que atua sobre a cabeça.
  - A bolsa diminui a variação total de momento linear transferida para a cabeça do motorista, diminuindo, portanto, a força média que atua sobre a cabeça.
  - Com a bolsa ou sem a bolsa, a intensidade da força média que atua sobre a cabeça é a mesma, porém, com a bolsa o impulso aplicado na cabeça é menor.
15. (UF-SC) Dois patinadores, um homem e um menino, de massas respectivamente iguais a  $60 \text{ kg}$  e  $30 \text{ kg}$ , estão de pé, de frente um para o outro, em repouso, sobre uma superfície de gelo, lisa, plana e horizontal. Quando um empurra o outro, o homem adquire velocidade de módulo  $0,3 \text{ m/s}$  em relação ao gelo.



LETTERA STUDIO

Considerando desprezível o atrito entre os patins dos patinadores e o gelo, verifique quais das proposições a seguir são corretas e dê como resposta a soma dos números que antecedem as proposições corretas.

- (01) A distância entre os patinadores, 2,0 s após se separarem, é 1,8 m.
- (02) A energia mecânica do sistema homem-menino se conserva.
- (04) As forças que o homem e o menino fazem um sobre o outro são conservativas.
- (08) A força externa resultante sobre o sistema homem-menino é nula.
- (16) Como a massa do homem é maior que a do menino, a quantidade de movimento do sistema tem o mesmo sentido que a quantidade de movimentos do homem.
- (32) As forças internas que atuam no sistema homem-menino não alteram a quantidade de movimento total do sistema.

**16.** (Vunesp-SP) Uma garota e um rapaz, de massas 50 kg e 75 kg, respectivamente, encontram-se parados em pé, sobre patins, um em frente ao outro, num assoalho plano e horizontal. Subitamente, a garota empurra o rapaz aplicando sobre ele uma força horizontal de intensidade média 60 N durante 0,50 s.

- a) Qual o módulo do impulso da força aplicada pela garota?
- b) Desprezando-se quaisquer forças externas, quais os módulos das velocidades da garota e do rapaz depois da interação?

**17.** Um foguete de massa 800 000 kg está inicialmente em repouso em relação ao Sol, numa região do espaço longe da Terra (figura a). O foguete lança, então, num curto intervalo de tempo, um jato de gás (figura b) de massa 10 000 kg e cuja velocidade é 2 000 m/s.

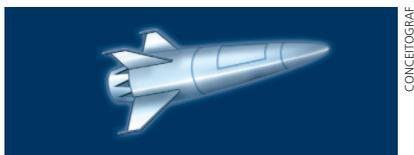


Figura a.

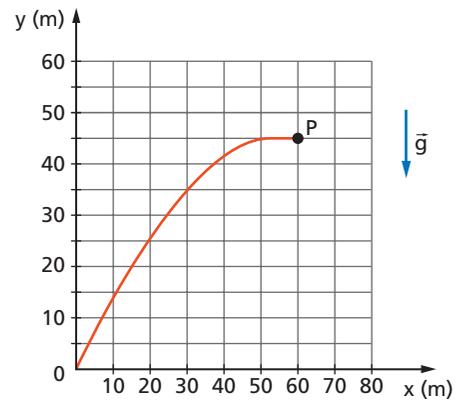


Figura b.

Calcule:

- a) a massa do foguete após o lançamento do gás;
- b) a velocidade do foguete após o lançamento do jato de gás.

**18.** (Fuvest-SP) Num espetáculo de fogos de artifício, um rojão, de massa  $m_0 = 0,5$  kg, após seu lançamento, descreve no céu a trajetória indicada na figura.



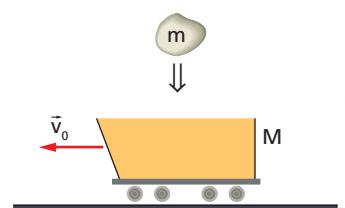
No ponto mais alto de sua trajetória (ponto P), o rojão explode, dividindo-se em dois fragmentos, A e B, de massas iguais a  $\frac{m_0}{2}$ . Logo após a explosão, a velocidade horizontal de A,  $v_A$ , é nula, bem como sua velocidade vertical. A massa do explosivo pode ser considerada desprezível. Adote  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

- a) Determine o intervalo de tempo  $t_0$ , em segundos, transcorrido entre o lançamento do rojão e a explosão no ponto P.
- b) Determine a velocidade horizontal  $v_B$ , do fragmento B, logo após a explosão, em m/s.
- c) Considerando apenas o que ocorre no momento da explosão, determine a energia  $E_0$  fornecida pelo explosivo aos dois fragmentos A e B, em joules.

**19.** (UF-PE) Um rapaz de 59,0 kg está parado sobre um par de patins no instante em que ele pega um pacote de 1,0 kg que foi jogado em sua direção. Depois de apanhar o pacote, o rapaz recua com velocidade 0,3 m/s. Qual a velocidade horizontal do pacote, em m/s, imediatamente antes de ele ser apanhado? Despreze o atrito do solo com os patins.

**20.** Uma bola abandonada de certa altura tem sua quantidade de movimento alterada durante a colisão com o solo. Mas a quantidade de movimento não deveria se conservar?

**21.** (UF-ES) Um pequeno vagão de massa  $M$  trafega com velocidade constante  $\vec{v}_0$  numa trajetória reta e horizontal entre um alto-forno e um depósito. No caminho, uma pedra de massa  $m$  cai verticalmente dentro do vagão.



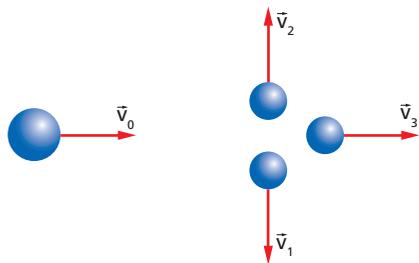
Após a pedra ter caído, desprezando-se o atrito, a nova velocidade do conjunto é:

- a)  $(1 + \frac{m}{M})\vec{v}_0$
- b)  $(1 - \frac{m}{M})\vec{v}_0$
- c)  $(\frac{M}{M+m})\vec{v}_0$
- d)  $(1 - \frac{m}{M})^{-1}\vec{v}_0$
- e)  $(1 + \frac{M}{m})\vec{v}_0$

22. (Unicamp-SP) No episódio II do filme *Guerra nas Estrelas*, um personagem mergulha em queda livre, caindo em uma nave que se deslocava horizontalmente a 100 m/s com os motores ligados. O personagem resgatado chegou à nave com uma velocidade de 6 m/s na vertical. Considere que a massa da nave é de 650 kg, a do personagem resgatado de 80 kg e a do piloto de 70 kg.

- a) Quais as componentes horizontal e vertical da velocidade da nave imediatamente após o resgate?
- b) Qual foi a variação da energia cinética total nesse resgate?

23. (UF-PB) Há 67 anos, lamentavelmente, foi lançada sobre Hiroshima uma bomba atômica cujo princípio físico é o da fissão nuclear. Nesse processo, um núcleo atômico pesado divide-se em núcleos menores liberando grande quantidade de energia. Suponha que o núcleo de um determinado átomo parte-se em três pedaços de mesma massa movendo-se com velocidades iguais em módulo ( $v_1 = v_2 = v_3 = v$ ) nas direções indicadas na figura.

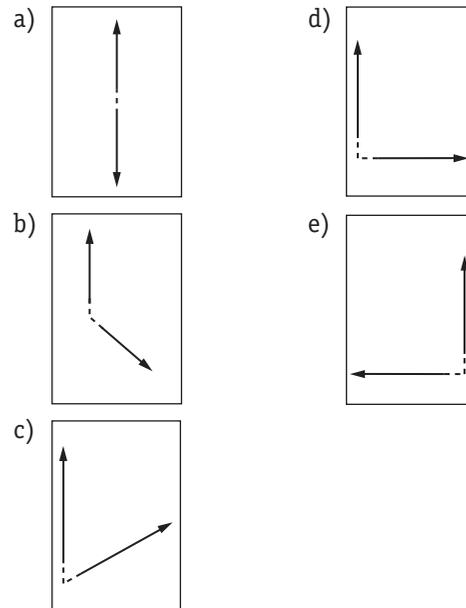


Considere a massa total após a divisão igual à massa inicial.

A velocidade  $\vec{v}_0$  do núcleo antes da divisão tem módulo igual a:

- a)  $3v$
- b)  $2v$
- c)  $v$
- d)  $\frac{v}{2}$
- e)  $\frac{v}{3}$

24. (Fuvest-SP) A partícula neutra conhecida como méson  $K^0$  é instável e decai, emitindo duas partículas, com massas iguais, uma positiva e outra negativa, chamadas, respectivamente, méson  $\pi^+$  e méson  $\pi^-$ . Em um experimento, foi observado o decaimento de um  $K^0$ , em repouso, com emissão do par  $\pi^+$  e  $\pi^-$ . Das figuras a seguir, qual poderia representar as direções e sentidos das velocidades das partículas  $\pi^+$  e  $\pi^-$  no sistema de referência em que o  $K^0$  estava em repouso?



25. (FEI-SP) Uma partícula de massa  $m = 10$  kg e velocidade constante  $|\vec{v}_1| = 20$  m/s choca-se com o anteparo no ponto A, passando a ter a velocidade constante  $|\vec{v}_2| = 20$  m/s. Sendo  $\alpha = \frac{\pi}{6}$  rad e sabendo-se que o contato da partícula com o anteparo durou 10 s, qual a força média  $F$  que a partícula aplicou ao anteparo?

