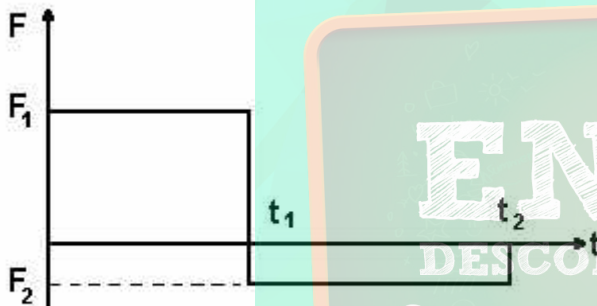


## Exercícios sobre Impulso e Quantidade de Movimento com Gabarito

1) (PUC-RS-2003) A energia de um fóton é diretamente proporcional a sua frequência, com a constante de Planck,  $h$ , sendo o fator de proporcionalidade. Por outro lado, pode-se associar massa a um fóton, uma vez que ele apresenta energia ( $E = mc^2$ ) e quantidade de movimento. Assim, a quantidade de movimento de um fóton de frequência  $f$  propagando-se com velocidade  $c$  se expressa como:

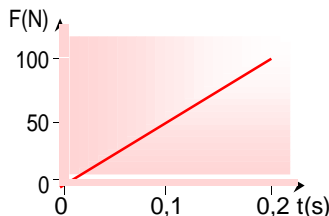
- $c^2 / hf$
- $hf / c^2$
- $hf / c$
- $c / hf$
- $cf / h$

2) (ITA-1995) A figura adiante mostra o gráfico da força resultante, agindo numa partícula de massa  $m$ , inicialmente em repouso. No instante  $t_2$  a velocidade da partícula,  $V$  será:



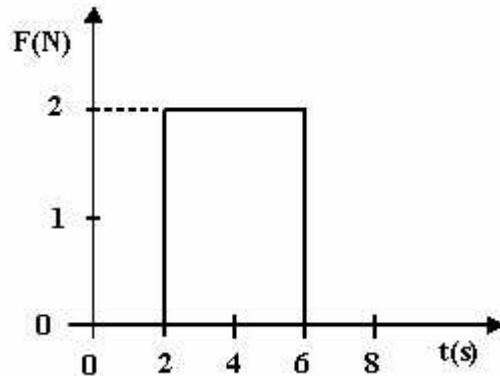
- $V = [(F_1 + F_2)t_1 - F_2t_2] / m$
- $V = [(F_1 - F_2)t_1 - F_2t_2] / m$
- $V = [(F_1 - F_2)t_1 + F_2t_2] / m$
- $V = [(F_1t_1 - F_2t_2)] / m$
- $V = [(t_2 - t_1) (F_1 - F_2)] / m$

3) (UFPE-2002) A força resultante que atua sobre um bloco de **2,5kg**, inicialmente em repouso, aumenta uniformemente de **zero** até **100N** em **0,2s**, conforme a figura abaixo. A velocidade final do bloco, em **m/s**, é:



- 2,0
- 4,0
- 6,0
- 8,0
- 10

4) (Vunesp-1997) A intensidade (módulo) da resultante das forças que atuam num corpo, inicialmente em repouso, varia como mostra o gráfico.



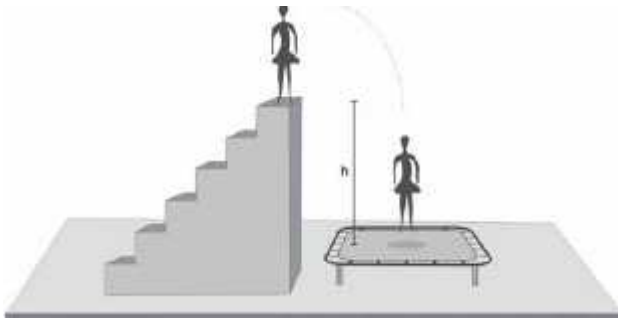
Durante todo o intervalo de tempo considerado, o sentido e a direção dessa resultante permanecem inalterados. Nessas condições, a quantidade de movimento, em **kg.m/s** (ou **N.s**), adquirida pelo corpo é:

- 8.
- 15.
- 16.
- 20.
- 24.

5) (UECE-2002) A Lua descreve um círculo de raio  $r$  em torno da Terra em 28 dias terrestres. Sendo  $G$  a constante da gravitação universal e  $m$  e  $M$  as massas da Lua e da Terra, respectivamente, a intensidade da variação da quantidade de movimento linear da Lua em 14 dias é:

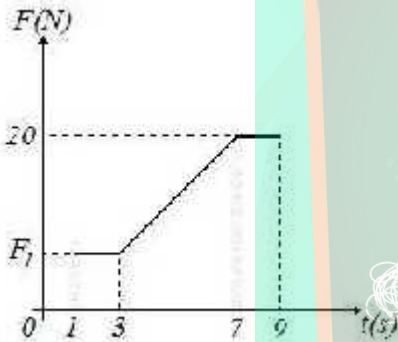
- $\sqrt{\frac{GMm}{r^2}}$
- $\sqrt{\frac{2GMm^2}{r}}$
- $\sqrt{\frac{4GMm}{r}}$
- $\sqrt{\frac{4GMm^2}{r}}$

6) (UFBA-2005) A modificação rápida do movimento do corpo é a característica principal da maioria dos esportes e dos brinquedos nos parques de diversão. Essa modificação do movimento é responsável pela sensação de prazer causada por esses "jogos do corpo", a qual os bioquímicos associam à produção de adrenalina.



Em um parque de diversões, uma jovem de 40kg brinca em uma cama elástica, representada na figura. Ela pula de uma altura  $h = 1,8\text{ m}$  e, durante 0,5 segundo, a cama freia o movimento da jovem até pará-la, empurrando-a, posteriormente, para cima. Sabendo que, ao atingir a cama, o movimento da jovem é na direção vertical, calcule a força elástica média que a cama exerce sobre ela até pará-la. Considere a aceleração da gravidade como sendo  $10\text{ m/s}^2$ .

7) (UFC-2009) A única força horizontal (ao longo do eixo  $x$ ) que atua em uma partícula de massa  $m = 2\text{ kg}$  é descrita, em um dado intervalo de tempo, pelo gráfico abaixo.



A partícula está sujeita a um campo gravitacional uniforme cuja aceleração é constante, apontando para baixo ao longo da vertical, de módulo  $g = 10\text{ m/s}^2$ . Despreze quaisquer efeitos de atrito.

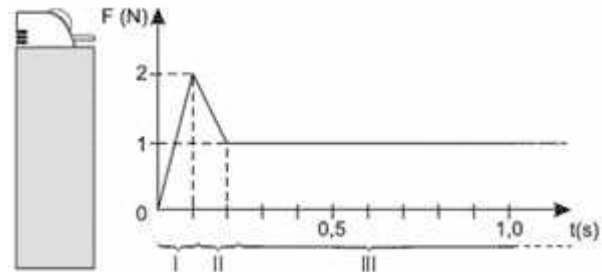
- Determine o módulo da força resultante sobre a partícula entre os instantes  $t_1 = 1\text{ s}$  e  $t_2 = 3\text{ s}$ , sabendo que o impulso ao longo da direção horizontal foi de  $30\text{ N}\cdot\text{s}$  no referido intervalo de tempo.
- Determine a variação da quantidade de movimento da partícula, na direção horizontal, entre os instantes  $t_2 = 3\text{ s}$  e  $t_3 = 7\text{ s}$ .

8) (FGV - SP-2007) Ao acender um isqueiro uma pessoa faz com que seu dedo exerça uma força variável direcionada a três ações distintas:

- É preciso vencer a força de atrito estático entre o rolete e a pedra a ele pressionada.
- Superado o atrito estático, a força aplicada não mais necessita ser de tamanho tão elevado e, portanto, pode ser reduzida. Ainda em contato com o rolete, o dedo desce e começa a abaixar a alavanca que libera o gás.

III. Uma vez livre do rolete e com a alavanca que libera o gás completamente pressionada, a força é mantida constante durante o tempo que for necessário se ter a chama acesa.

O gráfico mostra, hipoteticamente, a intensidade da força exercida por uma pessoa no ato de acender um isqueiro, para cada ação descrita.



Nessas condições, o impulso da força exercida pelo dedo sobre o rolete do isqueiro e sobre a alavanca que libera o gás até seu completo abaixamento, tem intensidade, em  $\text{N}\cdot\text{s}$ , de

- 0,05.
- 0,10.
- 0,15.
- 0,20.
- 0,25.

9) (Unicamp-1996) Ao bater o tiro de meta, o goleiro chuta a bola parada de forma que ela alcance a maior distância possível. No chute, o pé do goleiro fica em contato com a bola durante 0,10 s, e a bola, de 0,50 kg, atinge o campo a uma distância de 40 m. Despreze a resistência do ar.

- Qual o ângulo em que o goleiro deve chutar a bola?
- Qual a intensidade do vetor velocidade inicial da bola?
- Qual o impulso da força do pé do goleiro na bola?

10) (UFSCar-2007) Ao desferir a primeira machadada, a personagem da tirinha movimentou vigorosamente seu machado, que atinge a árvore com energia cinética de  $4\pi^2\text{ J}$ .



Como a lâmina de aço tem massa 2kg, desconsiderando-se a inércia do cabo, o impulso transferido para a árvore na primeira machadada, em  $\text{N}\cdot\text{s}$ , foi de

- $\pi$ .
- 3,6.
- $4\pi$ .
- 12,4.
- $6\pi$ .

11) (Fuvest-0) Após o chute para a cobrança de uma penalidade máxima, uma bola de futebol de massa igual 0,40 kg sai com velocidade igual a 24 m/s. O tempo de contacto entre o pé do jogador e a bola é de  $3,0\cdot 10^{-2}\text{ s}$ .

- a) Qual a quantidade de movimento adquirida pela bola com o chute ?  
 b) Qual a força média aplicada pelo pé do jogador sobre a bola ?

**12) (Mack-1996)** As grandezas físicas A e B são medidas, respectivamente, em newtons (N) e em segundos (s). Uma terceira grandeza C, definida pelo produto de A por B, tem dimensão de:

- a) aceleração.  
 b) força.  
 c) trabalho de uma força.  
 d) momento de força.  
 e) impulso de uma força.

**13) (VUNESP-2009)** Buriti é uma palmeira alta, comum no Brasil central e no sul da planície amazônica. Um fruto do buriti – eles são pequenos e têm em média massa de 30 g - cai de uma altura de 20 m e pára, amortecido pelo solo (o buriti dá em solo fofos e úmidos). Suponha que na interação do fruto com o solo, sua velocidade se reduza até o repouso durante o tem  $\Delta t = 0,060$  s. Considerando desprezível a resistência do ar determine o módulo da força resultante média exercida sobre o fruto durante a sua interação com o solo.

Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**14) (Unifesp-2003)** Com o auxílio de um estilingue, um garoto lança uma pedra de 150g verticalmente para cima, a partir do repouso, tentando acertar uma fruta no alto de uma árvore. O experiente garoto estica os elásticos até que estes se deformem de 20cm e, então, solta a pedra, que atinge a fruta com velocidade de 2m/s. Considerando que os elásticos deformados armazenam energia potencial elástica de 30,3J, que as forças de atrito são desprezíveis e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- a) a distância percorrida pela pedra, do ponto onde é solta até o ponto onde atinge a fruta;  
 b) o impulso da força elástica sobre a pedra.

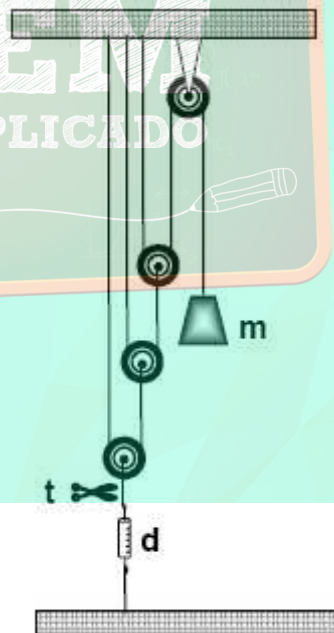
**15) (Cesgranrio-1997)** De acordo com um locutor esportivo, em uma cortada do Negrão (titular da Seleção Brasileira de Voleibol), a bola atinge a velocidade de 108 km/h. Supondo que a velocidade da bola imediatamente antes de ser golpeada seja desprezível e que a sua massa valha aproximadamente 270g, então o valor do impulso aplicado pelo Negrão à bola vale, em unidades do S.I., aproximadamente:

- a) 8,0  
 b) 29  
 c) 80  
 d) 120  
 e) 290

**16) (Unifor-2003)** Defronte ao gol, um jogador rebate a bola, de massa m, fazendo com que ela passe a se mover com velocidade de mesmo módulo v, numa direção perpendicular à original. O impulso sofrido pela bola, na rebatida, tem módulo:

- $\frac{mv}{2}$   
 a)  $\frac{mv}{2}$   
 b)  $mv$   
 c)  $\sqrt{2}mv$   
 d)  $2mv$   
 e)  $4mv$

**17) (Mack-2007)** Dispõe-se de um conjunto de fios e polias ideais para um determinado experimento. Quatro dessas polias são associadas conforme a ilustração ao lado, sendo três móveis e uma fixa. No fio que passa pela polia fixa, suspende-se o corpo de massa m e o conjunto é mantido em repouso por estar preso ao solo, por meio de fios e de um dinamômetro (d) de massa desprezível, que registra 400 N. Num determinado instante, corta-se o fio no ponto onde se mostra a tesoura (t) e o corpo de massa m cai livremente. Após 1,00 segundo de queda, esse corpo possui quantidade de movimento de módulo igual a:



- a) 5,0 kg . m/s  
 b) 10 kg . m/s  
 c) 40 kg . m/s  
 d) 50 kg . m/s  
 e) 80 kg . m/s

**18) (Vunesp-1999)** Dois blocos, A e B, ambos de massa 10 kg, estão inicialmente em repouso. A partir de um certo instante, o bloco A fica sujeito à ação de uma força resultante, cujo módulo  $F_A$ , em função da posição x, é dado na figura A. Da mesma forma, o bloco B fica sujeito à ação

de uma outra força resultante, cujo módulo  $F_B$ , em função do tempo  $t$ , é dado na figura B.

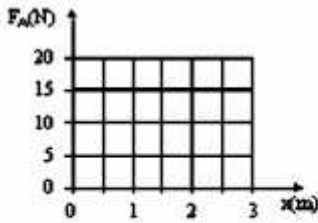


Figura A

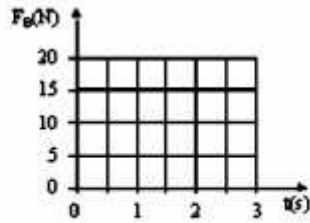
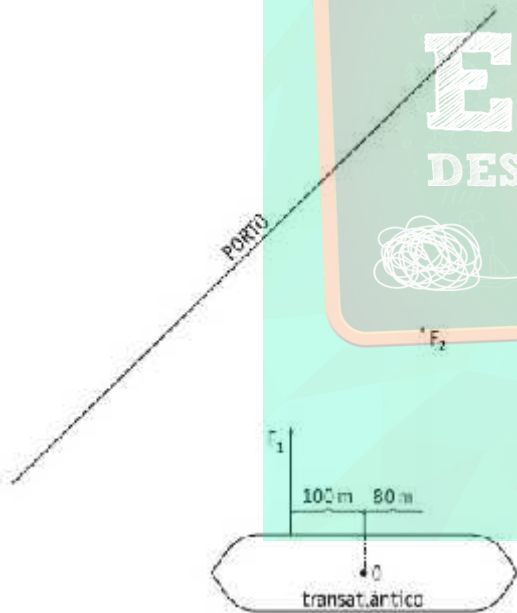


Figura B

Sabendo que, em ambos os casos, a direção e o sentido de cada força permanecem inalterados, determine:

- o trabalho realizado pela força  $F_A$  no deslocamento de 0 a 3 metros, e a velocidade de A na posição  $x = 3$  m.
- o impulso exercido pela força  $F_B$  no intervalo de tempo de 0 a 3 segundos, e a velocidade de B no instante  $t = 3$  s.

**19) (UERJ-2006)** Dois rebocadores, 1 e 2, são utilizados para auxiliar a atracar o transatlântico em um porto. Os rebocadores exercem sobre o navio, respectivamente, as forças paralelas  $F_1$  e  $F_2$ , conforme mostra o esquema abaixo.



Sabendo que  $F_1 = 1,0 \cdot 10^4$  N e  $F_2 = 2,0 \cdot 10^4$  N, determine:

- o momento resultante das duas forças em relação ao ponto O;
- o impulso resultante produzido por essas forças durante 1 minuto.

**20) (Mack-2008)** Durante sua apresentação numa “pista de gelo”, um patinador de 60kg, devido à ação exclusiva da gravidade, desliza por uma superfície plana, ligeiramente inclinada em relação à horizontal, conforme ilustra a figura abaixo.



Dado:  $g = 10\text{m/s}^2$

O atrito é praticamente desprezível. Quando esse patinador se encontra no topo da pista, sua velocidade é zero e ao atingir o ponto mais baixo da trajetória, sua quantidade de movimento tem módulo

- $1,20 \cdot 10^2 \text{kg} \cdot \text{m/s}$
- $1,60 \cdot 10^2 \text{kg} \cdot \text{m/s}$
- $2,40 \cdot 10^2 \text{kg} \cdot \text{m/s}$
- $3,60 \cdot 10^2 \text{kg} \cdot \text{m/s}$
- $4,80 \cdot 10^2 \text{kg} \cdot \text{m/s}$

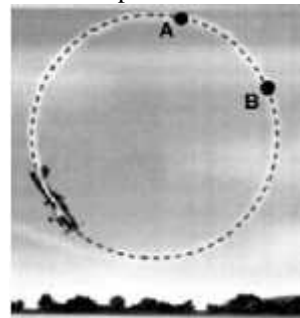
**21) (Vunesp-2005)** Durante um jogo de futebol, uma bola atingiu acidentalmente a cabeça de um policial, em pé e imóvel, nas proximidades do campo. A bola, com massa de 400g e velocidade de 8m/s, bateu e voltou na mesma direção, porém com velocidade de 7m/s.

- Qual foi o impulso da força exercida pela cabeça do policial na bola?
- Pode-se afirmar que ocorreu transferência de momento linear (quantidade de movimento) da bola para o policial durante o choque? Justifique.

**22) (Vunesp-2005)** Durante um jogo de futebol, uma bola atingiu acidentalmente a cabeça de um policial, em pé e imóvel, nas proximidades do campo. A bola, com massa de 400g e velocidade de 8m/s, bateu e voltou na mesma direção, porém com velocidade de 7m/s.

- Qual foi o impulso da força exercida pela cabeça do policial na bola?
- Pode-se afirmar que ocorreu transferência de momento linear (quantidade de movimento) da bola para o policial durante o choque? Justifique.

**23) (PUC - SP-2006)** Durante uma apresentação da Esquadrilha da Fumaça, um dos aviões descreve a trajetória circular da figura, mantendo o módulo de sua velocidade linear sempre constante.



Sobre o descrito são feitas as seguintes afirmações:

I. A força com a qual o piloto comprime o assento do avião varia enquanto ele percorre a trajetória descrita.

II. O trabalho realizado pela força centrípeta que age sobre o avião é nulo em qualquer ponto da trajetória descrita.

III. Entre os pontos A e B da trajetória descrita pelo avião não há impulso devido à ação da força centrípeta.

Somente está correto o que se lê em

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

**24) (Ilha Solteira-2001)** Em janeiro de 2001, dois aviões da Japan Airlines, um Boeing 747-400 e um DC-10, transportando cerca de 700 pessoas, entre passageiros e tripulantes, quase se chocaram em pleno vôo, passando a apenas 60 m de distância um do outro. O choque só não ocorreu graças a um equipamento de segurança chamado Traffic Conflict Advises System (TCAS) que ambos os aviões continham. O TCAS é um sistema que informa ao piloto sobre a presença de outras aeronaves nas proximidades e emite um alerta quando elas atingem uma aproximação de 5 milhas (aproximadamente 9 km). A reação do piloto deve ser muito rápida, pois a velocidade desses aviões é de 900 km/h.

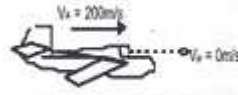
a) Calcule, em segundos, o intervalo de tempo que um piloto dispõe entre o alerta do TCAS e o choque entre os aviões, considerando que ambos estivessem em rota de colisão, numa mesma altitude, sobre uma mesma trajetória retilínea, ambos a uma velocidade de 900 km/h.

b) Considerando a massa do 747-400 igual a 200 000 kg e a do DC-10 igual a 250 000 kg, na mesma situação descrita no item "a", calcule, em unidades do SI, o valor absoluto da quantidade de movimento total do sistema constituído pelos dois aviões.

**25) (Vunesp-2003)** Em um teste de colisão, um automóvel de 1500kg colide frontalmente com uma parede de tijolos. A velocidade do automóvel anterior ao impacto era de 15m/s. Imediatamente após o impacto, o veículo é jogado no sentido contrário ao do movimento inicial com velocidade de 3m/s. Se a colisão teve duração de 0,15s, a força média exercida sobre o automóvel durante a colisão foi de:

- $0,5 \times 10^4 \text{N}$ .
- $1 \times 10^4 \text{N}$ .
- $3 \times 10^4 \text{N}$ .
- $15 \times 10^4 \text{N}$ .

**26) (PUC-PR-2002)** Há alguns meses, noticiou-se que um avião foi obrigado a fazer um pouso de emergência em virtude de uma trinca no parabrisa causada pela colisão com uma pedra de gelo.



Leve em conta as hipóteses abaixo:

- A aeronave se deslocava horizontalmente à velocidade de 200 m/s, não havendo alteração nesta velocidade após a colisão.
- Massa da pedra de gelo 25 gramas e velocidade desprezível
- O parabrisa do avião considerado vertical
- O intervalo de tempo de colisão igual a 0,002 s.

Com estas hipóteses, é correto afirmar que a força média de colisão foi de :

- 200 N
- 300 N
- 1.000 N
- 2.500 N
- 100.000 N

**27) (UFRJ-2005)** Na rampa de saída do supermercado, uma pessoa abandona, no instante  $t = 0$ , um carrinho de compras de massa 5 kg que adquire uma aceleração constante. Considere cada um dos três primeiros intervalos de tempo do movimento iguais a 1 s. No primeiro e no segundo intervalos de tempo, o carrinho percorre, respectivamente, as distâncias de 0,5 m e 1,5 m.

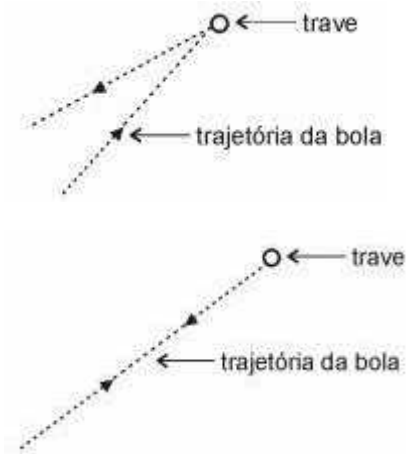
Calcule:

- o momento linear que o carrinho adquire no instante  $t = 3$  s;
- a distância percorrida pelo carrinho no terceiro intervalo de tempo.

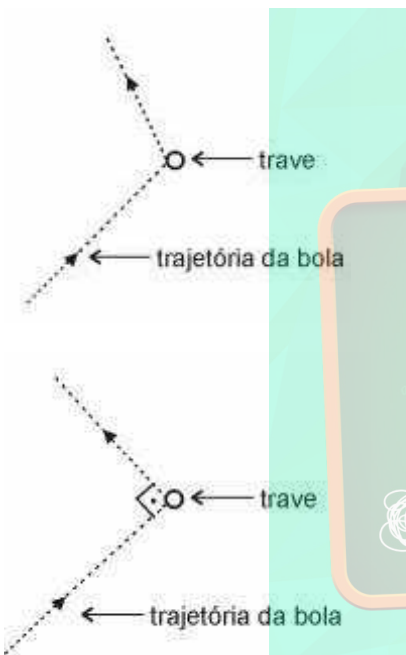
**28) (Fatec-2002)** Num certo instante, um corpo em movimento tem energia cinética de 100 joules, enquanto o módulo de sua quantidade de movimento é 40kg m/s. A massa do corpo, em kg, é

- 5,0
- 8,0
- 10
- 16
- 20

**29) (Vunesp-2001)** Num jogo de futebol, a bola bate na trave superior do gol. Suponha que isso ocorra numa das quatro situações representadas esquematicamente a seguir, I, II, III e IV. A trajetória da bola está contida no plano das figuras, que é



o plano vertical perpendicular à trave superior do gol.



Sabendo que o módulo da velocidade com que a bola atinge e é rebatida pela trave é o mesmo em todas as situações, pode-se afirmar que o impulso exercido pela trave sobre a bola é

- maior em I.
- maior em II.
- maior em III.
- maior em IV.
- igual nas quatro situações.

**30) (Fuvest-1996)** Num jogo de vôlei, o jogador que está junto à rede salta e "corta" uma bola (de massa  $m = 0,30\text{kg}$ ) levantada na direção vertical, no instante em que ela atinge sua altura máxima,  $h = 3,2\text{m}$ . Nessa "cortada" a bola adquire uma velocidade de módulo  $V$ , na direção paralela ao solo e perpendicular à rede, e cai exatamente na linha de fundo da quadra. A distância entre a linha de meio da quadra (projecção da rede) e a linha de fundo é  $d = 9,0\text{m}$ .

Adote  $g = 10\text{m/s}^2$ .

Calcule:

- o tempo decorrido entre a cortada e a queda da bola na linha de fundo.
- a velocidade  $V$  que o jogador transmitiu à bola.
- o valor do módulo da variação da quantidade de movimento,  $\Delta Q$ , do centro de massa do jogador, devida à cortada.
- a intensidade média da força,  $F$ , que o jogador aplicou à bola, supondo que o tempo de contato entre a sua mão e a bola foi de  $3,0 \times 10^{-2}\text{s}$ .

**31) (UFSCar-2009)** O airbag tem provado salvar vidas. De acessório opcional, é agora um dispositivo de segurança que deverá estar presente em todos os automóveis.



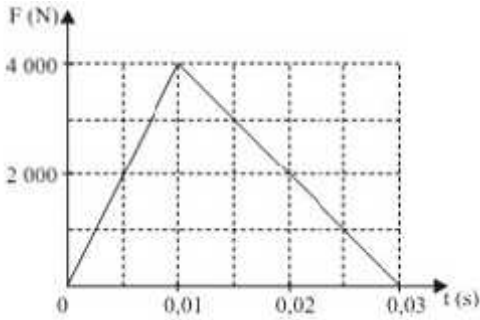
Mas essa inovação tecnológica não é privilégio da humanidade. Há séculos, a natureza emprega os mesmos princípios mecânicos em uma ave, o atobá, mais conhecido como mergulhão.



Em vôo, após ter avistado um cardume, esta ave fecha suas asas e se atira verticalmente em direção às águas, atingindo-as com velocidades próximas a  $150\text{ km/h}$ . Assim como os carros modernos, o atobá possui um pequeno airbag natural. Trata-se de uma bolsa em seu peito, que é inflada com ar momentos antes do choque violento com a água.

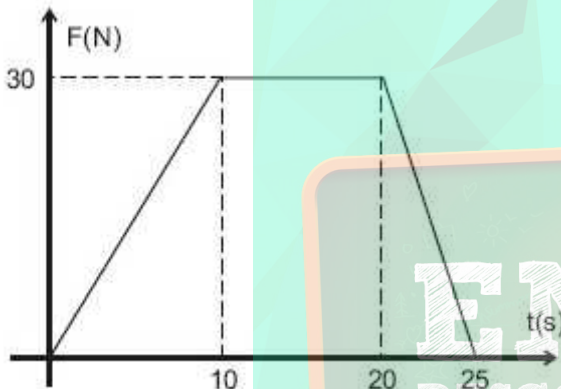
(Animal Planet/documentários. Adaptado.)

- O motorista do quadrinho certamente não está protegido pelo seu travesseiro. Em situações idênticas, considere um choque sem bolsa de ar e outro com bolsa de ar. Como se comportam qualitativamente o impulso e o tempo de interação em cada um desses choques?
- Suponha que, durante o choque do atobá contra a água, a força de interação tenha as intensidades representadas pelo gráfico:



- b)  $1,5 \times 10^5$
- c)  $3 \times 10^2$
- d)  $3 \times 10^4$
- e)  $6 \times 10^4$

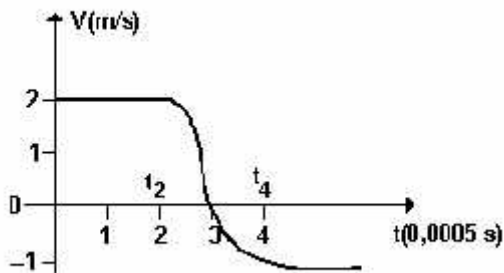
32) (PUC - SP-2005) O gráfico representa a força resultante sobre um carrinho de supermercado de massa total 40 kg, inicialmente em repouso.



A intensidade da força constante que produz o mesmo impulso que a força representada no gráfico durante o intervalo de tempo de 0 a 25 s é, em newtons, igual a

- a) 1,2
- b) 12
- c) 15
- d) 20
- e) 21

33) (FGV-1995) O gráfico representa a velocidade, em função do tempo, de uma bola de 100g, que colide contra um anteparo, durante o intervalo de  $t_2$  a  $t_4$ .



A força média exercida pela bola durante o intervalo de  $t_2$  a  $t_4$  teve módulo, em newtons, igual a:

- a)  $1,5 \times 10^1$

34) (AFA-2002) O motor de um avião a jato que se desloca a 900 km/h, expela por segundo 200 kg de gases provenientes da combustão. Sabendo-se que estes produtos da combustão são expelidos pela retaguarda, com velocidade de 1800 km/h em relação ao avião, pode-se afirmar que a potência liberada pelo motor vale

- a)  $1,00 \cdot 10^5$  W.
- b)  $2,50 \cdot 10^7$  W.
- c)  $3,70 \cdot 10^7$  W.
- d)  $3,24 \cdot 10^8$  W.

35) (UEL-2003) Observe a figura e responda.



Durante o lançamento de um míssil (Scud ou Arrow), há uma queima de combustível para que os gases, provenientes dessa queima, sejam ejetados para fora do míssil, provocando uma variação da velocidade. A variação da

velocidade do míssil  $\Delta \vec{v}$ , devido exclusivamente à queima do combustível, depende da massa inicial  $m_I$ ; da massa final  $m_F$ , que atinge após a queima do combustível; e de  $\vec{v}_E$ , a velocidade de ejeção dos gases em relação ao foguete, dada pela relação:

$$\Delta \vec{v} = -\vec{v}_E \cdot \ln\left(\frac{m_I}{m_F}\right)$$

Sobre o lançamento desses mísseis, considere as seguintes afirmativas:

- I. A relação de massas, representada pelo quociente, cresce exponencialmente à medida que se procura aumentar a velocidade final atingida pelo míssil.
- II. A velocidade final atingida pelo míssil é muito inferior à que resultaria da relação, pois não estão sendo

consideradas as forças externas, tais como a resistência do ar e a força-peso gravitacional.

III. Durante o lançamento do míssil, o momento linear do míssil se conserva.

IV. As leis de Newton não se aplicam ao movimento de um míssil, pois trata-se de um sistema de massa variável. São corretas apenas as afirmativas:

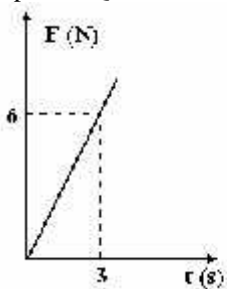
- a) I e II.
- b) III e IV.
- c) I e III.
- d) II e IV.
- e) I e IV.

**36) (UFRJ-2002)** Para frear e parar completamente um corpo de massa  $M_1$ , que se move livremente com uma certa velocidade, é necessário aplicar uma força de módulo igual a 10 N durante 20 s. Para fazer a mesma coisa com um objeto de massa  $M_2$ , que tem a mesma velocidade do corpo de massa  $M_1$ , são necessários 20 N, em módulo, aplicados durante 20 s. **Calcule a razão  $M_1/M_2$  entre as massas dos corpos.**

**37) (UEL-1994)** Se os módulos das quantidades de movimento de dois corpos são iguais, necessariamente eles possuem:

- a) mesma energia cinética.
- b) velocidade de mesmo módulo.
- c) módulos das velocidades proporcionais às suas massas.
- d) mesma massa e velocidades de mesmo módulo.
- e) módulos das velocidades inversamente proporcionais às suas massas.

**38) (FEI-1997)** Sobre o carrinho de massa 10 kg atua uma força  $F$  horizontal que varia com o tempo de acordo com o gráfico a seguir. Sabe-se que, inicialmente, o móvel está em repouso. Qual é a velocidade do carrinho para  $t = 10$ s?



- a)  $v = 5$  m/s
- b)  $v = 6$  m/s
- c)  $v = 10$  m/s
- d)  $v = 12$  m/s
- e)  $v = 20$  m/s

**39) (UFSCar-2002)** Supondo-se que 90% da população mundial saísse em passeata, ao mesmo tempo, caminhando em direção ao leste, tal deslocamento poderia contribuir para

- a) uma diminuição na velocidade de rotação da Terra.

- b) uma diminuição na distância entre a Terra e a Lua.
- c) uma diminuição no valor da aceleração da gravidade da Terra.
- d) um aumento na aceleração centrípeta na linha do Equador da Terra.
- e) um aumento na intensidade do campo magnético da Terra.

**40) (Mack-1996)** Um atirador, com uma metralhadora, pode resistir a uma força média de recuo de, no máximo, 160N. As balas têm massa 40 g cada uma e saem da metralhadora com velocidade de 800m/s. O número máximo de projéteis que podem ser atirados por segundo é:

- a) 16.
- b) 10.
- c) 8.
- d) 5.
- e) 4.

**41) (VUNESP-2008)** Um atleta, com massa de 80kg, salta de uma altura de 3,2m sobre uma cama elástica, atingindo exatamente o centro da cama, em postura ereta, como ilustrado na figura ao lado.

Devido à sua interação com a cama, ele é lançado novamente para o alto, também em postura ereta, até a altura de 2,45m acima da posição em que a cama se encontrava. Considerando que o lançamento se deve exclusivamente à força de restituição da cama elástica e que a interação do atleta com a cama durou 0,4s, calcule o valor médio da força que a cama aplica ao atleta. Considere  $g = 10\text{m/s}^2$ .



**42) (ITA-2005)** Um automóvel pára quase que instantaneamente ao bater frontalmente numa árvore. A proteção oferecida pelo air-bag, comparativamente ao carro que dele não dispõe, advém do fato de que a transferência para o carro de parte do momentum do motorista se dá em condição de:

- a) menor força em maior período de tempo.
- b) menor velocidade, com mesma aceleração.
- c) menor energia, numa distância menor.
- d) menor velocidade e maior desaceleração.
- e) mesmo tempo, com força menor.

**43) (Mack-2003)** Um automóvel que se desloca numa estrada possui, num determinado instante, a velocidade de 90km/h e quantidade de movimento de módulo 2,0 x



$10^4 \text{ kgm/s}$ . A energia cinética do automóvel, nesse instante, segundo o mesmo referencial, é:

- a)  $2,5 \times 10^5 \text{ J}$
- b)  $2,0 \times 10^5 \text{ J}$
- c)  $9,0 \times 10^4 \text{ J}$
- d)  $2,5 \times 10^4 \text{ J}$
- e)  $2,0 \times 10^4 \text{ J}$

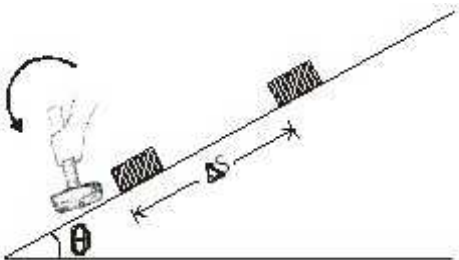
**44) (ITA-1996)** Um avião a jato se encontra na cabeceira da pista com a sua turbina ligada e com os freios acionados, que o impedem de se movimentar. Quando o piloto aciona a máxima potência, o ar é expelido a uma razão de 100 kg por segundo, a uma velocidade de 600 m/s em relação ao avião. Nessas condições:

- a) a força transmitida pelo ar expelido ao avião é nula, pois um corpo não pode exercer força sobre si mesmo.
- b) as rodas do avião devem suportar uma força horizontal igual a 60 kN.
- c) se a massa do avião é de  $7 \times 10^3 \text{ kg}$  o coeficiente de atrito mínimo entre as rodas e o piso deve ser de 0,2.
- d) não é possível calcular a força sobre o avião com os dados fornecidos.
- e) nenhuma das afirmativas anteriores é verdadeira.

**45) (Vunesp-2000)** Um bloco de 6,0 kg, mantido em repouso sobre uma superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa, está encostado em uma mola, comprimida de 0,20 m. A mola, de massa desprezível e constante elástica igual a  $150 \text{ Nm}^{-1}$ , tem a outra extremidade fixa. Num dado instante, o bloco é liberado e a mola o impulsiona sobre o plano.

- a) Determine a velocidade  $v$  do bloco imediatamente após perder o contato com a mola.
- b) Sabendo que o tempo de duração do contato entre a mola e o bloco é aproximadamente 0,3 s, determine a força média  $F_m$  exercida pela mola sobre o bloco durante esse tempo.

**46) (UFF-2000)** Um bloco de massa  $m = 0,20 \text{ kg}$  repousa sobre um plano inclinado de um ângulo  $\theta = 37^\circ$  em relação à horizontal. O bloco é subitamente impulsionado, paralelamente ao plano, por uma marretada, parando após percorrer uma distância  $\Delta S = 0,45 \text{ m}$ , a partir de sua posição inicial, como mostra a figura.



Dados:

$$\cos 37^\circ = 0,80$$

$$\sin 37^\circ = 0,60$$

Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano é  $\mu_c = 0,50$  e que a aceleração da gravidade é  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

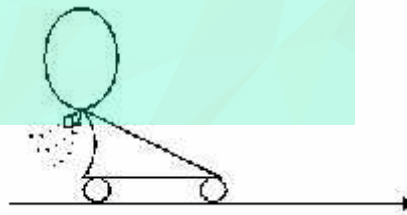
- a) o trabalho realizado pela força de atrito durante o deslocamento  $\Delta S$ ;
- b) o trabalho realizado pela força peso do bloco durante o deslocamento  $\Delta S$ ;
- c) a velocidade do bloco, imediatamente após a marretada;
- d) o valor do impulso que a marreta imprime ao bloco.

**47) (Unaerp-1996)** Um caminhão, um carro pequeno e uma moto percorrem uma trajetória retilínea. Os três têm a mesma velocidade constante, suponha o atrito desprezível. Em um certo instante, inicia-se uma descida bem íngreme.

Todos os veículos resolvem economizar combustível e descem na banguela. Podemos afirmar que:

- a) a quantidade de movimento dos três permanece igual até o término da descida, pois eles não têm aceleração.
- b) a aceleração do caminhão é maior, por isso sua quantidade de movimento é maior.
- c) o carro e a moto têm velocidade menor, mas têm a mesma quantidade de movimento.
- d) a velocidade inicial dos três é a mesma, mas as quantidades de movimento são diferentes.
- e) a aceleração, em ordem decrescente, é: moto, carro caminhão.

**48) (PUC-SP-1996)** Um carrinho de brinquedo de massa 200g é impulsionado por um balão plástico inflamado e acoplado ao carrinho. Ao liberar-se o balão, permitindo que o mesmo esvazie, o carrinho é impulsionado ao longo de uma trajetória retilínea. O intervalo de tempo gasto para o balão esvaziar-se é de 0,4s e a velocidade adquirida pelo carrinho é de 20m/s. A intensidade da força média de impulsão em newtons é:



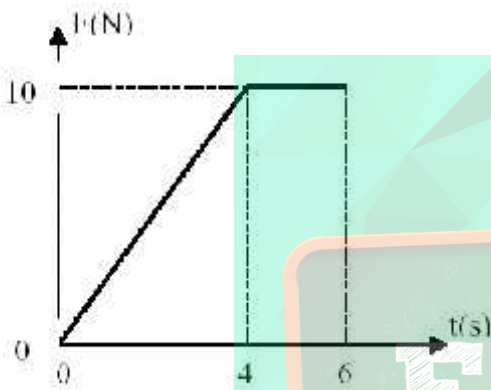
- a) 2,0
- b) 2,8
- c) 4,0
- d) 8,8
- e) 10,0

**49) (Unesp-1998)** Um corpo com velocidade  $V$  possui quantidade de movimento  $Q$  e energia cinética  $E$ . Se sua velocidade passar a  $3.V$ , então essas grandezas passarão, respectivamente, a:

- a)  $3Q$  e  $9E$

- b)  $6\mathbf{Q}$  e  $6\mathbf{E}$   
 c)  $9\mathbf{Q}$  e  $9\mathbf{E}$   
 d)  $\mathbf{Q}$  e  $3\mathbf{E}$   
 e)  $\mathbf{Q}/3$  e  $\mathbf{E}$

**50) (UFU-2001)** Um corpo de 10 kg desloca-se em uma trajetória retilínea, horizontal, com uma velocidade de 3m/s, quando passa a atuar sobre ele uma força  $F$ , que varia de acordo com o gráfico, formando um ângulo reto com a direção inicial do movimento. Se  $F$  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.



- I. A energia cinética do corpo no instante  $t = 6$  s é de 125 J.  
 II. O trabalho realizado pela força  $F$  no intervalo entre  $t = 0$  e  $t = 6$  s é nulo.  
 III. A quantidade de movimento do corpo no instante  $t = 6$  s é de 70 kg.m/s.
- a) I e II são corretas.  
 b) Apenas I é correta.  
 c) II e III são corretas.  
 d) I e III são corretas.

**51) (UEL-1995)** Um corpo de massa 2,0 kg é lançado verticalmente para cima, com velocidade inicial de 20m/s. Despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade  $g = 10\text{m/s}^2$ . O módulo do impulso exercido pela força-peso, desde o lançamento até atingir a altura máxima, em unidades do Sistema Internacional, vale:

- a) 10  
 b) 20  
 c) 30  
 d) 40  
 e) 50

**52) (UEL-1994)** Um corpo de massa 2,0kg está em movimento circular uniforme em torno de um ponto fixo, preso à extremidade de um fio de 3,0m de comprimento, com velocidade angular de 1rad/s. O módulo do impulso, exercido pela força que traciona o fio, quando o corpo

descreve meia volta, em unidades do Sistema Internacional, vale:

- a) zero.  
 b) 6,0  
 c) 9,0  
 d) 12  
 e) 18

**53) (UEL-1996)** Um corpo de massa 2,0kg move-se com velocidade constante de 10m/s quando recebe um impulso, em sentido oposto, de intensidade 40N.s. Após a ação do impulso o corpo passa a se mover com velocidade de:

- a) 0,5 m/s, no sentido oposto do inicial.  
 b) 0,5 m/s, no mesmo sentido inicial.  
 c) 5,0 m/s, no sentido oposto do inicial.  
 d) 10 m/s, no mesmo sentido inicial.  
 e) 10 m/s, no sentido oposto do inicial.

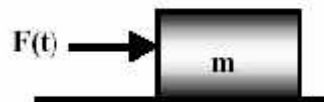
**54) (Vunesp-1998)** Um corpo de massa 3,0kg desloca-se livremente, em movimento retilíneo uniforme, sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, com velocidade de 4,0m/s. A partir de certo momento, a superfície se torna áspera e, devido à força de atrito constante, o corpo pára.

- a) Calcule a energia dissipada pela força de atrito que atuou no corpo.  
 b) Sabendo que a força de atrito atuou por 2,0s, calcule o módulo (intensidade) dessa força.

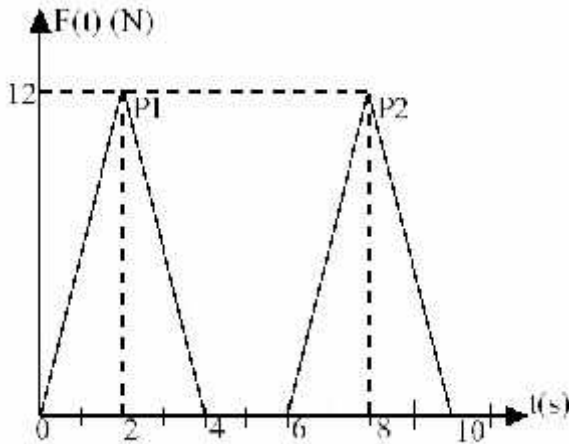
**55) (Unifor-2002)** Um corpo de massa 8,0 kg move-se para sul com velocidade de 3,0 m/s e, após certo tempo, passa a mover-se para leste com velocidade de 4,0 m/s. A variação da quantidade de movimento do corpo nesse intervalo de tempo tem intensidade, em kg m/s, de

- a) 12  
 b) 24  
 c) 32  
 d) 40  
 e) 56

**56) (Uniupe-2001)** Um corpo de massa  $m = 20$  g está inicialmente em repouso em um plano horizontal e sem atrito.



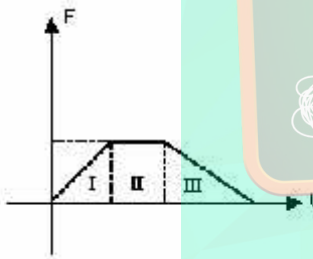
Em um dado instante  $t = 0$  s, este corpo sofre uma “pancada horizontal” (P1) e, no instante  $t = 6$  s, sofre uma segunda “pancada horizontal” (P2). A força aplicada sobre o corpo em função do tempo,  $F(t)$ , devido às “pancadas”, está representada no gráfico abaixo.



As velocidades do corpo, logo após a primeira “pancada”, pouco antes da segunda “pancada” e logo após a segunda “pancada”, serão

- a) 1200 m/s; 1800 m/s; 2400 m/s
- b) 2400 m/s; 3600 m/s; 4800 m/s
- c) 1200 m/s; 1200 m/s; 2400 m/s
- d) 2400 m/s; 2400 m/s; 4800 m/s

**57) (UEL-1994)** Um corpo, inicialmente em repouso, é submetido a uma força resultante  $\vec{F}$ , cujo valor algébrico varia com o tempo de acordo com o gráfico a seguir.



Considerando os intervalos de tempo I, II e III, a energia cinética do corpo AUMENTA:

- a) apenas no intervalo I.
- b) apenas no intervalo II.
- c) apenas no intervalo III.
- d) apenas nos intervalos I e II.
- e) nos intervalos I, II e III.

**58) (UFSCar-2000)** Um estudante deixa cair várias vezes uma bolinha de pingue-pongue verticalmente, da mesma altura, sobre o piso de uma sala. Depois de cada choque, ele nota que a bolinha sempre volta verticalmente, mas atinge alturas diferentes. Suponha a resistência do ar desprezível. Essa observação permite afirmar que a variação da quantidade de movimento da bolinha ocorrida nos seus diferentes choques com o piso

- a) é sempre a mesma, qualquer que seja a altura atingida pela bolinha na volta.

- b) é maior quando a altura atingida pela bolinha na volta for maior.
- c) é maior quando a altura atingida pela bolinha na volta for menor.
- d) é menor quando a altura atingida pela bolinha na volta for maior.
- e) não tem relação com a altura atingida pela bolinha na volta.

**59) (UFPR-1995)** Um foguete demonstrativo, inicialmente em repouso, é constituído por um corpo cilíndrico e propelido por um combustível à base de pólvora. Durante a combustão é ejetada horizontalmente uma massa total de 4,0 g com velocidade média de módulo 30m/s em relação ao solo. A combustão dura 4,0s, ao final da qual a massa do foguete vale 50 g. Considere que o foguete apresenta um movimento retilíneo horizontal e despreze as perdas por atrito e resistência do ar.

- a) Determine a velocidade do foguete ao final da combustão.
- b) Determine a força média horizontal que atua sobre o foguete durante a combustão.
- c) Nota-se que a energia cinética do foguete varia durante a combustão. Isto está de acordo com o princípio da conservação da energia? Justifique.

**60) (UDESC-1998)** Um garoto atira pedras com um estilingue, de massa 30,0 g cada uma, imprimindo-lhes, a partir do repouso, uma velocidade de 20,0 m/s. Podemos afirmar que o impulso exercido pelo estilingue sobre cada pedra tem um valor igual a:

- a) 0,6 kg.m/s
- b) 0,3 kg.m/s
- c) 0,1 kg.m/s
- d) 6,0 kg.m/s
- e) 3,0 kg.m/s

**61) (UFES-1997)** Um goleiro segura, sem recuar, uma bola chutada a meia altura. A velocidade da bola, no momento em que ela chega ao goleiro, é de 72 km/h. Sabendo que o goleiro gasta 0,4 segundos nessa defesa e que a massa da bola é 0,5 kg, podemos deduzir que a força média exercida pelo goleiro sobre a bola durante a defesa é:

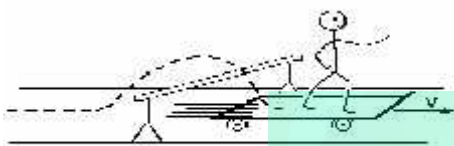
- a) 8 N
- b) 10 N
- c) 16 N
- d) 25 N
- e) 40 N

**62) (VUNESP-2009)** Um madeireiro tem a infeliz idéia de praticar tiro ao alvo disparando seu revólver contra um tronco de árvore caído no solo. Os projéteis alojam-se no tronco, que logo fica novamente imóvel sobre o solo. Nessa situação, considerando um dos disparos, pode-se afirmar que a quantidade de movimento do sistema projétil-tronco

- a) não se conserva, porque a energia cinética do projétil se transforma em calor.

- b) se conserva e a velocidade final do tronco é nula, pois a sua massa é muito maior do que a massa do projétil.  
 c) não se conserva, porque a energia não se conserva, já que o choque é inelástico.  
 d) se conserva, pois a massa total do sistema projétil-tronco não foi alterada.  
 e) não se conserva, porque o sistema projétil-tronco não é isolado.

**63) (Fuvest-1993)** Um menino de 40kg está sobre um skate que se move com velocidade constante de 3,0m/s numa trajetória retilínea e horizontal. Defronte de um obstáculo ele salta e após 1,0s cai sobre o skate que durante todo tempo mantém a velocidade de 3,0m/s.



Desprezando-se eventuais forças de atrito, pede-se:

- a) a altura que o menino atingiu no seu salto, tomando como referência a base do skate.  
 b) a quantidade de movimento do menino no ponto mais alto de sua trajetória.

**64) (Unicamp-2002)** Um motor de foguete iônico, digno de histórias de ficção científica, equipa uma sonda espacial da NASA e está em operação há mais tempo do que qualquer outro propulsor espacial já construído. O motor iônico funciona expelindo uma corrente de gás eletricamente carregado para produzir um pequeníssimo impulso. Cerca de 103 gramas de xenônio são ejetados por dia com uma velocidade de 108.000 km/h. Após um período muito longo, esse impulso faz a sonda atingir uma velocidade enorme no espaço. Em aproximadamente 200 dias de viagem, a sonda chega a uma velocidade de 4320 km/h, o que é muito mais rápido do que seria possível com uma quantidade similar de combustível de foguete. Aproxime um dia para  $9 \times 10^4$  s.

- a) Que massa de combustível teria sido consumida para atingir 4320 km/h?  
 b) Qual é a aceleração média da sonda? Considere que a sonda parte do repouso.  
 c) Qual é a quantidade de movimento do combustível ejetado em 1 s?

**65) (Mack-1996)** Um pára-quedista salta de um avião. Ao abrir o pára-quedas, a força que age sobre o conjunto homem + pára-quedas, de 80kg, é dada por  $R = 8 \cdot v^2$ , onde  $v$  é a velocidade no SI. O pára-quedista abre o pára-quedas quando sua velocidade é 30m/s, e demora 4s para atingir velocidade constante. A intensidade da força resultante média que age sobre o pára-quedista nesses 4s é (adote:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ):

- a) 500 N  
 b) 400 N  
 c) 300 N

- d) 200 N  
 e) 100 N

**66) (UFPA-2002)** Um patinador de 60 kg de massa, partindo do repouso, imprime ao seu movimento, num trecho retilíneo de pista, uma aceleração constante de  $4 \text{ m/s}^2$  até atingir um momento linear de  $1,2 \times 10^3 \text{ kg m/s}$ , quando então, passa a realizar um movimento uniforme. Com base nestes dados, é correto afirmar que o patinador acelerou seu movimento durante um intervalo de tempo igual a:

- a) 4 s  
 b) 5 s  
 c) 6 s  
 d) 10 s  
 e) 12 s

**67) (Vunesp-2001)** Um peixinho de massa 50 g está flutuando em repouso no interior de um aquário.

- a) Que forças atuam sobre o peixinho? (Descreva-as ou as represente graficamente.) Que volume de água o peixinho desloca para equilibrar-se?

Num determinado momento, o peixinho movimenta-se horizontalmente para um dos lados do aquário, adquirindo uma velocidade de 10 cm/s.

- b) Qual o impulso necessário para que o peixinho adquira essa velocidade? Quem exerce esse impulso?

Dado: densidade da água:  $d_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

**68) (Mack-2005)** Um pequeno bloco de 5,00kg parte do repouso, no topo do plano inclinado ilustrado abaixo.



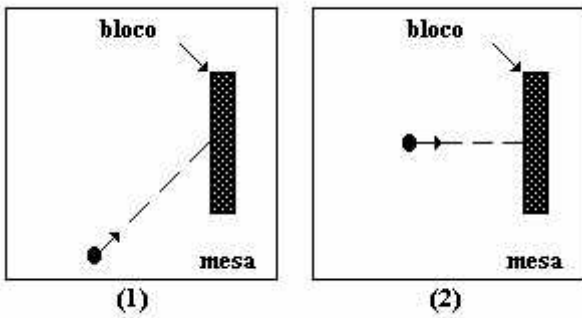
DADOS:  $\text{sen } \alpha = 0,80$   
 $\text{cos } \alpha = 0,60$

O coeficiente de atrito dinâmico entre as superfícies em contato é  $\mu_d = 0,25$  e o módulo de  $g$  é  $10 \text{ m/s}^2$ . Realizado o percurso integral, em trajetória retilínea no plano da figura, o bloco atinge a parede com quantidade de movimento de intensidade:

- a) 4,0kg m/s  
 b) 4,9kg m/s  
 c) 20,0kg m/s  
 d) 24,5kg m/s  
 e) 200kg m/s

**69) (Cesgranrio-1995)** Um revólver de brinquedo dispara bolas de plástico de encontro a um bloco de madeira

colocado sobre uma mesa. São feitos dois disparos, vistos de cima, conforme as figuras (1) e (2):



Observa-se que na situação (1) o bloco permanece como estava, enquanto que na (2) ele tomba. Considere as três alternativas dadas a seguir:

“A razão pela qual o bloco tomba na situação (2) e não tomba na situação (1) está ligada à (ao)”:

- I. massa da bola.
- II. variação da velocidade da bola.
- III. módulo da velocidade da bola.

É (são) correta(s):

- a) apenas a I.
- b) apenas a II.
- c) apenas a III.
- d) apenas a I e II.
- e) a I, a II e a III.

**70) (UFSE-1997)** Uma bola de bilhar de massa 400 g, arremessada perpendicularmente contra uma das tabelas da mesa, com velocidade de 20 m/s, retorna com velocidade de 18 m/s. Sabendo que o impacto da bola na tabela teve a duração de  $2,0 \cdot 10^{-2}$  s, a intensidade média da força que a tabela exerceu na bola, em newtons, foi:

- a)  $4,0 \cdot 10$
- b)  $8,0 \cdot 10$
- c)  $3,8 \cdot 10^2$
- d)  $4,0 \cdot 10^2$
- e)  $7,6 \cdot 10^2$

**71) (UFC-1996)** Uma bola de borracha com massa  $m = 0,5\text{kg}$  cai de uma altura  $H = 3,2\text{m}$  e retorna a uma altura  $h = 1,8\text{m}$  após colidir com o solo. Se o tempo de contato da bola com o solo foi de 0,25s, determine o valor em newtons, da força média exercida pelo solo sobre a bola. Use a aceleração da gravidade,  $g=10\text{m/s}^2$ .

**72) (Vunesp-2004)** Uma bola de futebol de massa  $m$ , em repouso na marca do pênalti, é atingida pela chuteira de um jogador e deixa a marca com velocidade  $v$ . A chuteira permanece em contato com a bola por um pequeno intervalo de tempo  $\Delta t$ . Nessas condições, a intensidade da força média exercida pela chuteira sobre a bola é igual a:

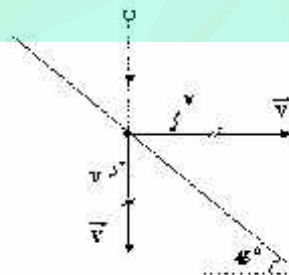
- a)  $\frac{1}{2}mv^2\Delta t$
- b)  $\frac{mv^2}{2\Delta t}$
- c)  $\frac{m(\Delta t)^2}{2v}$
- d)  $mv\Delta t$
- e)  $\frac{mv}{\Delta t}$

**73) (Fatec-2002)** Uma bola de massa 0,50 kg foi chutada diretamente para o gol, chegando ao goleiro com velocidade de 40 m/s. Este consegue espalmá-la para a lateral e a bola deixa as mãos do goleiro com velocidade de 30 m/s, perpendicularmente à direção inicial de seu movimento. O impulso que o goleiro imprime à bola tem módulo, em unidades do Sistema Internacional:

- a) 50
- b) 25
- c) 20
- d) 15
- e) 10

**74) (UFPE-1996)** Uma bola de massa 50 g é solta de uma altura igual a 3,2 m. Após a colisão com o solo, ela alcança uma altura máxima de 1,8 m. Se o impacto com o chão teve uma duração de 0,02 segundos, qual a intensidade da força média, em newtons, que atuou sobre a bola durante a colisão? Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**75) (UFRJ-1998)** Uma bola de pingue-pongue cai verticalmente e se choca, com velocidade  $v$ , com um anteparo plano, inclinado  $45^\circ$  com a horizontal. A velocidade  $v$  da bola imediatamente após o choque é horizontal, como ilustra a figura:



O peso da bola, o empuxo e a força de resistência do ar são desprezíveis quando comparados à força média que o anteparo exerce sobre a bola durante o choque. Suponha  $|v| = |v'| = v$ .

a) Determine a direção e o sentido da força média exercida pelo anteparo sobre a esfera durante o choque,

caracterizando-os pelo ângulo que ela forma com o anteparo.

b) Calcule o módulo dessa força média em função da massa  $m$  da esfera, do módulo  $v$  de suas velocidades, tanto imediatamente antes quanto imediatamente após o choque, e do tempo  $\Delta t$  que a bola permanece em contato com o anteparo.

**76) (UFSCar-2001)** Uma bola de tênis de massa 60g adquire, num saque, velocidade inicial de 30m/s. Admita que, ao ser atingida pela raquete, a bola esteja praticamente em repouso, e que o impacto seja normal à raquete e “sem efeito”, isto é, a bola é lançada sem rotação.

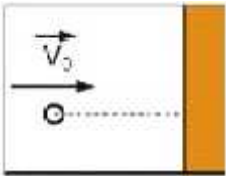
a) Quais os valores do trabalho e do módulo do impulso exercidos pela raquete sobre a bola?

b) Suponha que o intervalo de tempo em que ocorre a interação entre a bola e a raquete seja de 0,10s. Qual a

razão entre o módulo da força média  $\vec{F}$  exercida pela raquete sobre a bola durante esse intervalo de tempo e o

módulo do peso  $\vec{P}$  da bola? (Adote  $g = 10\text{m/s}^2$ )

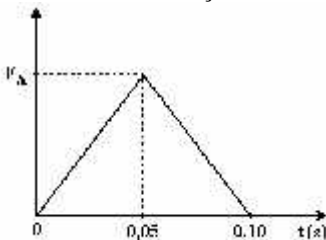
**77) (UFRJ-2002)** Uma bola de tênis de massa  $m$  colide inelasticamente contra uma parede fixa, conforme é mostrado na figura a seguir. A velocidade da bola imediatamente antes do choque é perpendicular à parede e seu módulo vale  $V_0$ . Imediatamente após o choque, a velocidade continua perpendicular à parede e seu módulo passa a valer  $(2/3)V_0$ .



Calcule em função de  $m$  e  $V_0$ :

- a) o módulo da variação do momento linear da bola;  
b) a variação de energia cinética da bola.

**78) (UFPE-1996)** Uma bola de tênis, de massa 50g, se move com  $v = 72\text{km/h}$  e atinge uma raquete, retornando na mesma direção e com o mesmo valor de velocidade. Suponha que a força exercida pela raquete sobre a bola varia com o tempo de acordo com a figura a seguir. Qual o valor máximo da força  $F_A$ , em newtons?



**79) (Vunesp-1996)** Uma criança empurra um carrinho de supermercado de 10kg, contendo 15kg de mercadorias, com uma velocidade constante de 0,1m/s, num piso plano e horizontal. Ela abandona o carrinho por alguns instantes mas, como o atrito é desprezível, ele se mantém em movimento com a mesma velocidade constante. Sua mãe, preocupada, retira do carrinho um pacote de açúcar de 5kg, verticalmente, em relação ao carrinho, sem exercer qualquer ação sobre o carrinho.

a) Qual a quantidade do movimento do carrinho com as mercadorias, quando abandonado pela criança?

b) Quando a mãe retira o pacote de açúcar, a velocidade do carrinho varia? Justifique.

**80) (FGV-2005)** Uma ema pesa aproximadamente 360N e consegue desenvolver uma velocidade de 60km/h, o que lhe confere uma quantidade de movimento linear, em  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ , de

**Dado:** aceleração da gravidade =  $10\text{m/s}^2$

- a) 36.  
b) 360.  
c) 600.  
d) 2160.  
e) 3600.

**81) (Vunesp-2001)** Uma esfera de aço de massa 0,20 kg é abandonada de uma altura de 5,0 m, atinge o solo e volta, alcançando a altura máxima de 1,8 m. Despreze a

resistência do ar e suponha que o choque da esfera com o solo ocorra durante um intervalo de tempo de 0,050 s.

Levando em conta esse intervalo de tempo, determine:

- a) a perda de energia mecânica e o módulo da variação da quantidade de movimento da esfera;  
b) a força média exercida pelo solo sobre a esfera. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**82) (Unifesp-2005)** Uma esfera de massa 20 g atinge uma parede rígida com velocidade de 4,0 m/s e volta na mesma direção com velocidade de 3,0 m/s. O impulso da força exercida pela parede sobre a esfera, em  $\text{N} \cdot \text{s}$ , é, em módulo, de:

- a) 0,020.  
b) 0,040.  
c) 0,10.  
d) 0,14.  
e) 0,70.

**83) (FATEC-2006)** Uma esfera se move sobre uma superfície horizontal sem atrito. Num dado instante, sua energia cinética vale 20J e sua quantidade de movimento tem módulo 20 N.s.

Nestas condições, é correto afirmar que sua

- a) velocidade vale 1,0 m/s.  
b) velocidade vale 5,0 m/s.  
c) velocidade vale 10 m/s.

- d) massa é de 1,0 kg.  
e) massa é de 10 kg.

**84) (UFAC-1998)** Uma força constante de 25,0 N começa a atuar sobre uma partícula de massa 50 kg no momento em que ela se movimenta com velocidade de 2,0 m/s num plano horizontal liso. A força atua um tempo  $t$ , sempre na direção do movimento. A velocidade da partícula no instante em que a força cessa de atuar é de 5,0 m/s no sentido oposto ao inicial. O intervalo de tempo  $t$  no qual a força atuou foi:

- a) 2,5 s  
b) 3,0 s  
c) 7,0 s  
d) 14,0 s  
e) 25,0 s

**85) (Fatec-1997)** Uma força variável, em função do tempo, é dada por  $F = 2t - 4$ , sendo  $F$  medido em newtons, e  $t$ , em segundos. O impulso da força  $F$  no intervalo de tempo  $t_0 = 0$  a  $t_1 = 3$  s tem módulo em N.s,

- a) 1  
b) 2  
c) 3  
d) 4  
e) 5

**86) (UFRJ-2005)** Uma funcionária, de massa 50 kg, utiliza patins para se movimentar no interior do supermercado. Ela se desloca de um caixa a outro, sob a ação de uma força  $F$ , durante um intervalo de tempo de 0,5 s, com aceleração igual a  $3,2 \text{ m/s}^2$ . Desprezando as forças dissipativas, determine:

- a) o impulso produzido por essa força  $F$ ;  
b) a energia cinética adquirida pela funcionária.

**87) (Vunesp-2004)** Uma garota e um rapaz, de massas 50 e 75 quilogramas, respectivamente, encontram-se parados em pé sobre patins, um em frente do outro, num assoalho plano e horizontal. Subitamente, a garota empurra o rapaz, aplicando sobre ele uma força horizontal média de intensidade 60N durante 0,50s.

- a) Qual é o módulo do impulso da força aplicada pela garota?  
b) Desprezando quaisquer forças externas, quais são as velocidades da garota ( $v_g$ ) e do rapaz ( $v_r$ ) depois da interação?

**88) (UNIFESP-2008)** Uma menina deixa cair uma bolinha de massa de modelar que se choca verticalmente com o chão e pára; 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  $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{s}$ .  
b) baixo e módulo  $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{s}$ .  
c) cima e módulo  $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{s}$ .  
d) baixo e módulo  $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{s}$ .  
e) cima e módulo igual a zero.

**89) (Vunesp-1994)** Uma nave espacial de 1000 kg se movimenta, livre de quaisquer forças, com velocidade constante de 1m/s, em relação a um referencial inercial. Necessitando pará-la, o centro de controle decidiu acionar um dos motores auxiliares, que fornecerá uma força constante de 200N, na mesma direção, mas em sentido contrário ao do movimento. Esse motor deverá ser programado para funcionar durante:

- a) 1s.  
b) 2s.  
c) 4s.  
d) 5s.  
e) 10s.

**90) (UEL-1995)** Uma partícula de massa 2,0kg move-se com velocidade escalar de 3,0m/s no instante em que recebe a

ação de uma força  $\vec{F}$ , de intensidade constante, que nela atua durante 2,0s. A partícula passa, então, a se mover na direção perpendicular à inicial, com quantidade de movimento de módulo 8,0kg m/s. A intensidade da força

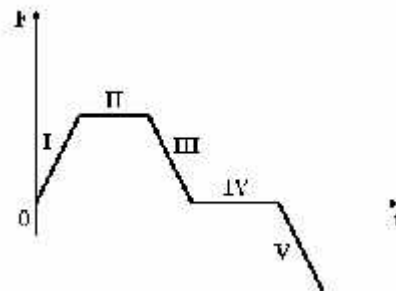
$\vec{F}$ , em N, vale:

- a) 3,0  
b) 5,0  
c) 6,0  
d) 8,0  
e) 10,0

**91) (Fuvest-1992)** Uma pessoa dá um piparote (impulso) em uma moeda de 6 gramas que se encontra sobre uma mesa horizontal. A moeda desliza 0,40m em 0,5s, e pára. Calcule: (Adote:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- a) o valor da quantidade de movimento inicial da moeda;  
b) o coeficiente de atrito dinâmico entre a moeda e a mesa.

**92) (UEL-1995)** Uma única força atua sobre um corpo, inicialmente em repouso. A força varia com o tempo, de acordo com o gráfico a seguir e o corpo se desloca sobre uma reta.



Pode-se concluir que o movimento é retardado SOMENTE no trecho:

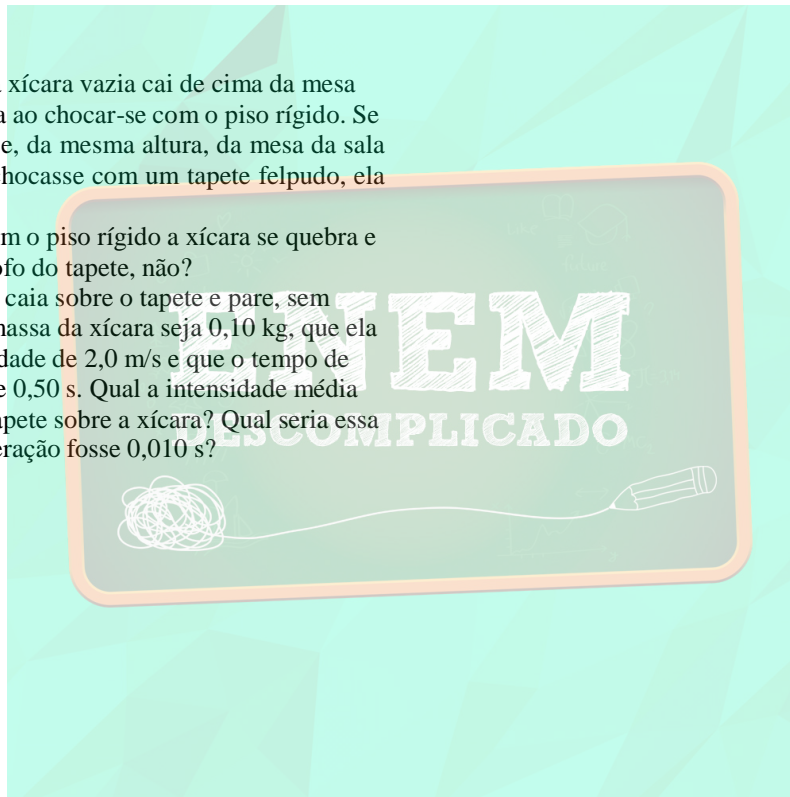
- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

**93) (UFRS-1998)** Uma variação na quantidade de movimento de um corpo, entre dois instantes, está necessariamente associada à presença de:

- a) uma aceleração.
- b) um trabalho mecânico.
- c) uma trajetória circular.
- d) uma colisão.
- e) uma explosão.

**94) (Unifesp-2002)** 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.

- a) Por que no choque com o piso rígido a xícara se quebra e no choque com o piso fofo do tapete, não?
- b) 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 velocidade de  $2,0 \text{ m/s}$  e que o tempo de interação do choque é de  $0,50 \text{ s}$ . Qual a intensidade média da força exercida pelo tapete sobre a xícara? Qual seria essa força, se o tempo de interação fosse  $0,010 \text{ s}$ ?





## Gabarito e Resoluções

1) Alternativa: C

2) Alternativa: A

3) Alternativa: B

4) Alternativa: A

5) Alternativa: D

6) A força impulsiva média,  $\langle F \rangle$ , é dada pela relação

$$\langle F \rangle \cdot t = m \cdot \Delta V$$

sendo  $t$  o intervalo de tempo no qual a força impulsiva atuou,  $m$ , a massa da jovem e  $\Delta V$ , a variação da velocidade no intervalo de tempo  $t$  de atuação da força impulsiva.

Como  $t$  e  $m$  são quantidades conhecidas, deve-se calcular  $\Delta V$ . Sabendo-se que no final do intervalo  $t$  a jovem está parada,  $V_{\text{final}} = 0$ , para calcular a velocidade da jovem no instante em que seus pés tocam a cama elástica,

$V_{\text{inicial}}$ , tem-se,

$$V_0^2 = 2 g d = 2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,8 \text{ m} = 36 \text{ m}^2/\text{s}^2, \text{ portanto, } V_0 = 6 \text{ m/s}$$

logo  $\Delta V = 6 \text{ m/s}$ .

Sendo assim,

$$\langle F \rangle \cdot 0,5 = 40 \cdot 6, \text{ portanto } \langle F \rangle = 480 \text{ N}$$

Em todos os instantes que a jovem permanece na cama elástica ela sofre a ação de duas forças, o peso  $P$  dirigido para baixo e uma força elástica média  $\langle F_{\text{elástica}} \rangle$  dirigida para cima.

Se a jovem está sendo freiada, isto significa que a força elástica é maior do que o peso.

Tem-se, assim, que

$$\langle F_{\text{elástica}} \rangle - P = \langle F \rangle$$

$$\langle F_{\text{elástica}} \rangle = \langle F \rangle + P = 40 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 + 480 \text{ m/s}^2 = 880 \text{ N}$$

7) a) No intervalo de tempo entre os instantes  $t = 1 \text{ s}$  e  $t_2 = 3 \text{ s}$ , o impulso ao longo do eixo  $x$  é  $I = 30 \text{ N}\cdot\text{s}$ .

Logo, a força resultante ao longo da direção  $x$  é:

$$I = F_1(t_2 - t_1) \rightarrow F_1 = I / (t_2 - t_1) = 30/2 \rightarrow F_1 = 15 \text{ N}$$

Outra força que age na partícula no referido intervalo de tempo é a força peso  $P = MG = 2 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 20 \text{ N}$ . Logo, a força resultante total entre os instantes  $t_1 = 1 \text{ s}$  e  $t_2 = 3 \text{ s}$  é:

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + P^2} = \sqrt{225 + 400} \rightarrow F_R = 25 \text{ N}$$

b) a variação da quantidade de movimento entre os instantes  $t_2 = 3 \text{ s}$  e  $t_3 = 7 \text{ s}$  é igual ao impulso, que é numericamente igual a área sob a curva  $F \times t$  no referido intervalo de tempo. Logo,

$$\Delta Q = I = \frac{(F_1 + F_2)(t_3 - t_2)}{2} = \frac{(15 + 20)4}{2}$$

$$\Delta Q = 70 \text{ N}\cdot\text{s}$$

8) Alternativa: E

9) a)  $45^\circ$

b)  $V_0 = 20 \text{ m/s}$

c)  $I = 100 \text{ N}\cdot\text{s}$

10) Alternativa: C

11) a)  $Q = 9,6 \text{ kg m/s}$

b)  $F_m = 320 \text{ N}$

12) Alternativa: E

13) Resposta:  $R_M = 10 \text{ N}$

14) a)  $h = 20 \text{ m}$

b)  $I = 3 \text{ N}\cdot\text{s}$

15) Alternativa: A

16) Alternativa: C

17) Alternativa: D

18) a)  $45 \text{ J}$  e  $3,0 \text{ m/s}$

b)  $45 \text{ N}\cdot\text{s}$  e  $4,5 \text{ m/s}$

19) a)  $M_1 = F_1 \times 100 = -100 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{m}$

$$M_2 = F_2 \times 80 = 80 \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{total}} = M_1 + M_2 = 6,0 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}$$

b)  $F_R = F_1 + F_2 = 3,0 \times 10^4 \text{ N}$

$$I = F_R \times t = 3,0 \times 10^4 \times 60 = 1,8 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{s}$$

20) Alternativa: C

21) a) Para a resolução desse item, será feita a hipótese de que a resultante das forças sobre a bola é a força que a cabeça do policial nela aplica. Como não houve mudança de direção do movimento da bola, é possível dar um tratamento escalar para o problema. Considerando-se a velocidade escalar após a interação da bola positiva:

$$\frac{m}{s}$$

$$I_{\vec{F}} = 6 \text{ kg}\cdot\text{s}$$

b) Vamos considerar que, ao perguntar se houve “transferência de quantidade de movimento da bola para o policial durante o choque?”, a Banca desejou saber se ocorreu variação da quantidade de movimento do policial durante a colisão. Utilizando-se o teorema do impulso:

$$\vec{T} = \vec{Q} - \vec{Q}_0$$

Nota-se que, se o impulso da resultante das forças no policial for diferente de zero, haverá variação na sua quantidade de movimento. A partir das informações do

enunciado, nada se pode concluir a respeito da resultante das forças aplicadas sobre o policial. Portanto, é impossível afirmar que houve variação na sua quantidade de movimento.

22) a) Para a resolução desse item, será feita a hipótese de que a resultante das forças sobre a bola é a força que a cabeça do policial nela aplica. Como não houve mudança de direção do movimento da bola, é possível dar um tratamento escalar para o problema. Considerando-se a velocidade escalar após a interação da bola positiva:

$$\frac{m}{s}$$

$$I_{\vec{F}} = 6 \text{ kg} \cdot \text{s}$$

b) Vamos considerar que, ao perguntar se houve “transferência de quantidade de movimento da bola para o policial durante o choque?”, a Banca desejou saber se ocorreu variação da quantidade de movimento do policial durante a colisão. Utilizando-se o teorema do impulso:

$$\vec{T} = \vec{Q} - \vec{Q}_0$$

Nota-se que, se o impulso da resultante das forças no policial for diferente de zero, haverá variação na sua quantidade de movimento. A partir das informações do enunciado, nada se pode concluir a respeito da resultante das forças aplicadas sobre o policial. Portanto, é impossível afirmar que houve variação na sua quantidade de movimento.

23) Alternativa: E

24) a)  $\Delta t = 18 \text{ s}$

b)  $Q_{\text{sist}} = 1,25 \times 10^7 \text{ kg m/s}$

25) Alternativa: E

26) Alternativa: D

27) a)

$$S = S_0 + V_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2$$

$$0,5 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \times a \times (1)^2$$

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$V = V_0 + a \times t$$

$$V = 0 + 1 \times 3$$

$$V = 3 \text{ m/s}$$

$$Q = m \times V$$

$$Q = 5 \times 3 = 15 \text{ kgm/s}$$

b)

$$S = S_0 + V_0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times t^2$$

$$S = 0 + 0 + \frac{1}{2} \times 1 \times 3^2$$

$$S = 4,5 \text{ m}$$

$$4,5 - 2,0 = 2,5 \text{ m}$$

d =

28) Alternativa: B

29) Alternativa: A

30) a)  $\Delta t = 0,8 \text{ segundos}$

b)  $V = 11,25 \text{ m/s}$

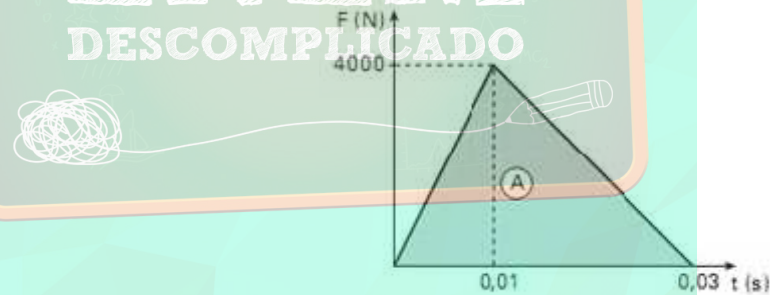
c)  $\Delta Q = 33,75 \text{ kgm/s}$

d)  $F = 1125 \text{ N}$

31) a) Nas duas situações citadas, a massa do corpo e sua variação de velocidade é a mesma, logo, o impulso será o mesmo nas duas situações.

Quando é utilizada a bolsa de ar, a resultante aplicada no corpo será menos intensa e o intervalo de tempo será maior.

b) A força de interação em valor médio e o impulso da força de interação podem ser obtidos da seguinte maneira:



$$F_m = 2000 \text{ N}$$

32) Alternativa: E

33) Alternativa: C

34) Alternativa: B

35) Alternativa: A

36)  $M_1/M_2 = 1/2$

37) Alternativa: E

38) Alternativa: C

39) Alternativa: A

40) Alternativa: D

41)  $F = 3800\text{N}$

42) Alternativa: A

43) Alternativa: A

44) Alternativa: B

45) a)  $V = 1\text{ m/s}$

b)  $F_m = 20\text{ N}$

46) a)  $\tau = -0,36\text{ J}$

b)  $\tau = -0,54\text{ J}$

c)  $v = 3\text{ m/s}$

d)  $I = 0,6\text{ N.s}$

47) Alternativa: D

48) Alternativa: E

49) Alternativa: A

50) Alternativa: B

51) Alternativa: D

52) Alternativa: D

53) Alternativa: E

54) a) a energia dissipada vale 24 J

b)  $F_{\text{at}} = 6,0\text{ N}$

55) Alternativa: D

56) Alternativa: C

57) Alternativa: E

58) Alternativa: B

59) a)  $v' = 2,4\text{ m/s}$

b)  $F = 0,03\text{ N}$

c) sim, pois essa energia veio da queima da pólvora (energia química se transformando em energia cinética).

60) Alternativa: A

61) Alternativa: D

62) Alternativa: E

63) a)  $h = 1,25\text{ m}$

b)  $Q = 120\text{ kg.m/s}$

64) a)  $m = 20,6\text{ kg}$  de xenônio

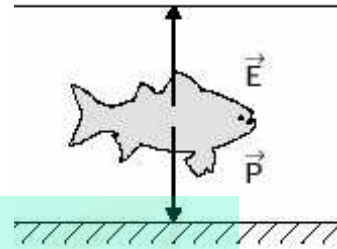
b)  $a_M = 6,7 \times 10^{-5}\text{ m/s}^2$

c)  $Q = 3,4 \times 10^{-2}\text{ kg.m/s}$

65) Alternativa: B

66) Alternativa: B

67) a)



Onde

E: empuxo, aplicado pelo líquido em volta do peixinho.

P: peso, aplicado pela Terra no peixinho.

Como o peixinho está em repouso:

$E = P \Rightarrow d_f \cdot V_{LD} \cdot \rho = m \cdot g$ . Então:

$$V_{LD} = \frac{m}{d_f} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{10^3} \dots V_{LD} = 5 \cdot 10^{-6}\text{ m}^3 = 50\text{ cm}^3$$

**ENEM**  
**DESCOMPLICADO**

b)



Utilizando-se o teorema do impulso:

$I = m \cdot \Delta V$ ; então  $I = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1}$ . Logo:

$I = 5 \cdot 10^{-3}\text{ N.s}$ , na direção e no sentido da velocidade do peixinho e exercido pela água do aquário.

68) Alternativa: C

69) Alternativa: B

70) Alternativa: E

71)  $F = 33\text{ N}$

72) Alternativa: E

73) Alternativa: B

74)  $F = 35,5\text{ N}$

75) a) a força média forma  $90^\circ$  com o plano inclinado e está orientada para a parte de cima do plano inclinado.

$$F = \frac{mv\sqrt{2}}{\Delta t}$$

b)

76) a)  $\tau^F = 27 \text{ J}$  e  $I^F = 1,8 \text{ N.s}$   
 b)  $F/P = 30$

77) a)  $\Delta Q = \frac{5mv_0}{3}$

b)  $\Delta E_c = \frac{-5mv_0^2}{18}$

78)  $F_A = 40 \text{ N}$

79) a)  $Q = 2,5 \text{ kg m/s}$   
 b) Não, já que a mãe não exerceu qualquer ação sobre o carrinho.

80) Alternativa: C

81) a)  $E_{\text{DISS}} = 6,4 \text{ J}$  e  $|\Delta Q| = 3,2 \text{ kg m/s}$   
 b)  $F_m = 66 \text{ N}$

82) Alternativa: D

83) Alternativa: E

84) Alternativa: D

85) Alternativa: C

86) a)

$$F_R = m \times a$$

$$F_R = 50 \times 3,2$$

$$F_R = 160 \text{ N}$$

$$I = F \times t$$

$$I = 160 \times 0,5$$

$$I = 80 \text{ N.s}$$

b)

$$V = V_0 + a \times t$$

$$V = 0 + 3,2 \times 0,5$$

$$V = 1,6 \text{ m/s}$$

$$E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_C = \frac{1}{2} \times 50 \times (1,6)^2$$

$$E_C = 64 \text{ J}$$

87) a)  $I_F = 30 \text{ N.s}$

b)  $v_R = 0,4 \text{ m/s}$  e  $v_G = 0,6 \text{ m/s}$

88) Alternativa: A

89) Alternativa: D

90) Alternativa: B

91) a)  $Q_i = 9,6 \times 10^{-3} \text{ kgm/s}$   
 b)  $\mu = 0,32$

92) Alternativa: E

93) Alternativa: A

94) a) Nas duas situações a variação de quantidade de movimento da xícara é a mesma. No entanto, no piso duro, o tempo que a xícara leva para parar é bem menor e portanto, de acordo com o Teorema do Impulso, a força que nela atua é bem maior, fazendo-a quebrar.

b) Para um tempo de  $0,5 \text{ s}$  a  $F_M = 1,4 \text{ N}$  e para um tempo de  $0,01 \text{ s}$  a  $F_M = 21 \text{ N}$

