

Exercícios Suplementares.

11. (FUVEST/SP) Um bloco de 1,0 Kg de massa é posto a deslizar sobre uma mesa horizontal com uma energia cinética inicial de 2,0 J. Devido ao atrito entre o bloco e a mesa, ele pára após percorrer 1,0 m.

- Calcule o trabalho realizado pela força de atrito para parar o bloco.
- Calcule o valor da força de atrito que parou o bloco.
- Houve conservação da energia mecânica? Por quê?

12. (FUVEST/SP) O gráfico da velocidade de um corpo de 2 Kg de massa em função do tempo é dado a seguir: (Pegar do livro do Gaspar, p.128):

Durante todo o intervalo de tempo indicado, a energia mecânica do corpo é conservada nos instantes $t=0s$ e $t = 25s$ e vale 100 J.

- Determine o valor mínimo de energia potencial gravitacional durante o movimento;
- Esboce o gráfico da força resultante que atua sobre o corpo em função do tempo.

13.(VUNESP/SP) Um bloco de madeira, de massa 0,40 Kg, mantido em repouso sobre uma superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa, está comprimindo uma bola contra uma parede rígida, como mostra a figura a seguir (G;p.127).

Quando o sistema é liberado, a mola se distende, impulsiona o bloco e este adquire, ao abandoná-la, uma velocidade final de 2,0 m/s. Determine o trabalho da força exercida pela mola ao se distender completamente: a) sobre o bloco; b) sobre a parede.

14. (PUC/SP) Um jogador de vôlei dá um saque “jornada nas estrelas”, imprimindo na bola, de massa 200g (0,2Kg), com uma velocidade para cima com valor de 20 m/s. Desprezando a força de resistência do ar e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule:

- a altura máxima atingida pela bola;
- o trabalho realizado pela força peso para parar a bola.

15. Um pêndulo de massa 1 Kg é levado à posição horizontal e então abandonado. Sabendo que o fio tem comprimento de 0,8 m e $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a velocidade do pêndulo quando passar pela posição de altura mínima.

EXERCÍCIOS 16 a 22

2. Uma pesquisa publicada no ano passado identifica um novo recordista de salto em altura entre os seres vivos. Trata-se de um inseto, conhecido como Cigarrinha-da-espuma, cujo salto é de 45 cm de altura.

a) Qual é a velocidade vertical da cigarrinha no início de um salto?

b) O salto é devido a um impulso rápido de 10^{-3} s. Calcule a aceleração média da cigarrinha, que suporta condições extremas, durante o impulso.

39. Uma pedra é lançada por um garoto segundo uma direção que forma ângulo de 60° com a horizontal e com energia cinética inicial E . Sabendo que $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$ e supondo que a pedra esteja sujeita exclusivamente à ação da gravidade, o valor de sua energia cinética no ponto mais alto da trajetória vale

(A) zero.

(B) $\frac{E}{4}$.

(C) $\frac{E}{2}$.

(D) $3\frac{E}{4}$.

(E) E .

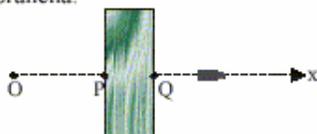
3. Que altura é possível atingir em um salto com vara? Essa pergunta retorna sempre que ocorre um grande evento esportivo como os jogos olímpicos do ano passado em Sydney. No salto com vara, um atleta converte sua energia cinética obtida na corrida em energia potencial elástica (flexão da vara), que por sua vez se converte em energia potencial gravitacional. Imagine um atleta com massa de 80 kg que atinge uma velocidade horizontal de 10 m/s no instante em que a vara começa a ser flexionada para o salto.

a) Qual é a máxima variação possível da altura do centro de massa do atleta, supondo que, ao transpor a barra, sua velocidade é praticamente nula?

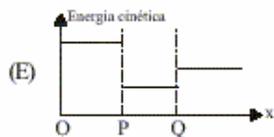
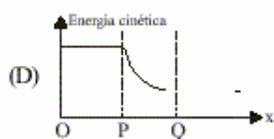
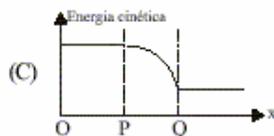
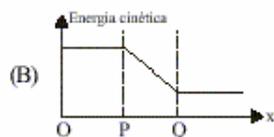
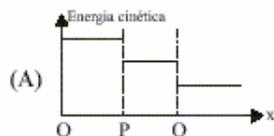
b) Considerando que o atleta inicia o salto em pé e ultrapassa a barra com o corpo na horizontal, devemos somar a altura do centro de massa do atleta à altura obtida no item anterior para obtermos o limite de altura de um salto. Faça uma estimativa desse limite para um atleta de 2,0 m de altura.

c) Um atleta com os mesmos 2,0 m de altura e massa de 60 kg poderia saltar mais alto? Justifique sua resposta.

A figura representa um projétil logo após ter atravessado uma prancha de madeira, na direção x perpendicular à prancha.



Supondo que a prancha exerça uma força constante de resistência ao movimento do projétil, o gráfico que melhor representa a energia cinética do projétil, em função de x , é

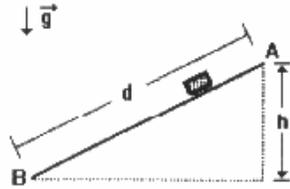


6. *Bungee jumping* é um esporte radical, muito conhecido hoje em dia, em que uma pessoa salta de uma grande altura, presa a um cabo elástico. Considere o salto de uma pessoa de 80 kg. A velocidade máxima atingida pela pessoa durante a queda é de 20 m/s. A partir desse instante, a força elástica do cabo começa a agir. O cabo atinge o dobro de seu comprimento normal quando a pessoa atinge o ponto mais baixo de sua trajetória. Para resolver as questões abaixo, despreze a resistência do ar.

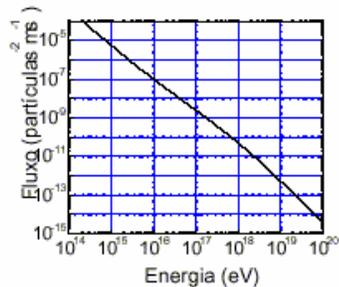
- a) Calcule o comprimento normal do cabo.
 a) b) Determine a constante elástica do cabo.

B.09 - Um pequeno corpo de massa m é abandonado em A com velocidade nula e escorrega ao longo do plano inclinado, percorrendo a distância $d = \overline{AB}$. Ao chegar a B, verifica-se que sua velocidade é igual a \sqrt{gh} . Pode-se então deduzir que o valor da força de atrito que agiu sobre o corpo, supondo-a constante, é

- a) zero.
 b) mgh .
 c) $mgh/2$.
 d) $mgh/2d$.
 e) $mgh/4d$.



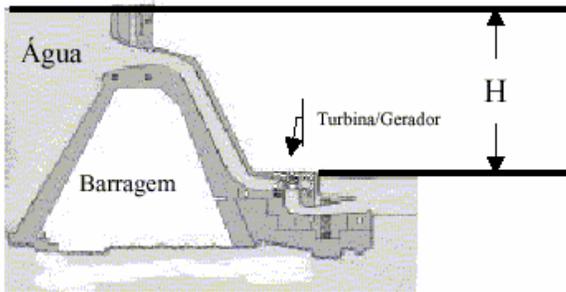
5. O *Projeto Auger* (pronuncia-se *ogê*) é uma iniciativa científica internacional, com importante participação de pesquisadores brasileiros, que tem como objetivo aumentar nosso conhecimento sobre os raios cósmicos. Raios cósmicos são partículas subatômicas que, vindas de todas as direções e provavelmente até dos confins do universo, bombardeiam constantemente a Terra. O gráfico abaixo mostra o fluxo (número de partículas por m^2 por segundo) que atinge a superfície terrestre em função da energia da partícula, expressa em eV ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$). Considere a área da superfície terrestre $5,0 \times 10^{14} \text{ m}^2$.



a) Quantas partículas com energia de 10^6 eV atingem a Terra ao longo de um dia?

b) O raio cósmico mais energético já detectado atingiu a Terra em 1991. Sua energia era $3,0 \times 10^{20} \text{ eV}$. Compare essa energia com a energia cinética de uma bola de tênis de massa 0,060 kg num saque a 144 km/h.

8. Uma usina hidrelétrica gera eletricidade a partir da transformação de energia potencial mecânica em energia elétrica. A usina de Itaipu, responsável pela geração de 25% da energia elétrica utilizada no Brasil, é formada por 18 unidades geradoras. Nelas, a água desce por um duto sob a ação da gravidade, fazendo girar a turbina e o gerador, como indicado na figura abaixo. Pela tubulação de cada unidade passam $700 \text{ m}^3/\text{s}$ de água. O processo de geração tem uma eficiência de 77%, ou seja, nem toda a energia potencial mecânica é transformada em energia elétrica. Considere a densidade da água 1000 kg/m^3 e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



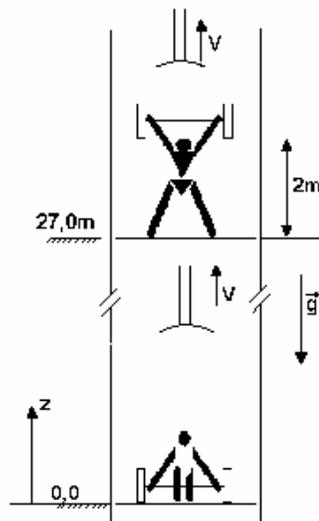
a) Qual a potência gerada em cada unidade da usina se a altura da coluna d'água for $H = 130 \text{ m}$? Qual a potência total gerada na usina?

b) Uma cidade como Campinas consome $6 \times 10^9 \text{ Wh}$ por dia. Para quantas cidades como Campinas, Itaipu é capaz de suprir energia elétrica? Ignore as perdas na distribuição.

No lançamento do martelo, os atletas lançam obliquamente uma esfera de metal de pouco mais de 7 kg . A maioria dos atleta olímpicos, quando consegue lançar o martelo com um ângulo de aproximadamente 45° com a horizontal, atinge distâncias de cerca de 80 m . Dos valores dados a seguir, assinale o que mais se aproxima da energia cinética que esses atletas conseguem fornecer ao martelo (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$).

- (A) 3 J.
- (B) 30 J.
- (C) 300 J.
- (D) 3000 J.
- (E) 30000 J.

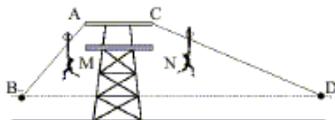
K.27 - Um atleta está dentro de um elevador que se move para cima com velocidade constante V . Ele começa a levantar uma massa de 100 kg , inicialmente apoiada no piso do elevador, quando este passa pela altura $z = 0,0\text{m}$, e termina quando o piso do elevador passa por $z = 27,0\text{m}$. A massa é levantada pelo atleta até



uma altura de $2,0\text{m}$ acima do piso do elevador. O trabalho realizado pelo atleta sobre a massa é W . A variação da energia potencial da massa durante o levantamento, em relação ao referencial da Terra, é ΔU . Podemos afirmar, usando $g = 10\text{m/s}^2$, que

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| a) $W = 2.000\text{J}$ | $\Delta U = 2.000\text{J}$ |
| b) $W = 2.000\text{J}$ | $\Delta U = 29.000\text{J}$ |
| c) $W = 27.000\text{J}$ | e $\Delta U = 27.000\text{J}$ |
| d) $W = 2.000\text{J}$ | $\Delta U = 27.000\text{J}$ |
| e) $W = 29.000\text{J}$ | e $\Delta U = 29.000\text{J}$ |

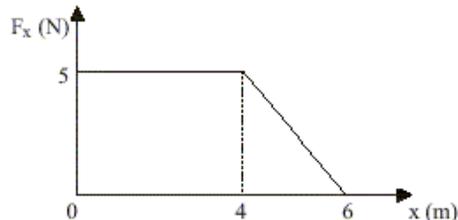
Em um centro de treinamento, dois pára-quadistas, M e N, partindo do repouso, descem de uma plataforma horizontal agarrados a roldanas que rolam sobre dois cabos de aço. M se segura na roldana que se desloca do ponto A ao ponto B e N, na que se desloca do ponto C ao D. A distância CD é o dobro da distância AB e os pontos B e D estão à mesma altura em relação ao solo. Ao chegarem em B e D, respectivamente, com os pés próximos ao solo horizontal, eles se soltam das roldanas e procuram correr e se equilibrar para não cair, tal como se estivessem chegando ao solo de pára-quadistas.



Desprezando perdas por atrito com o ar e nas roldanas, a razão entre as velocidades finais de M e N, no momento em que se soltam das roldanas nos pontos B e D, é

- (A) $\sqrt{2}/2$.
- (B) 1.
- (C) $\sqrt{2}$.
- (D) 2.
- (E) $2\sqrt{2}$.

Uma força atuando em uma caixa varia com a distância x de acordo com o gráfico.



O trabalho realizado por essa força para mover a caixa da posição $x = 0$ até a posição $x = 6$ m vale

- (A) 5 J.
- (B) 15 J.
- (C) 20 J.
- (D) 25 J.
- (E) 30 J.

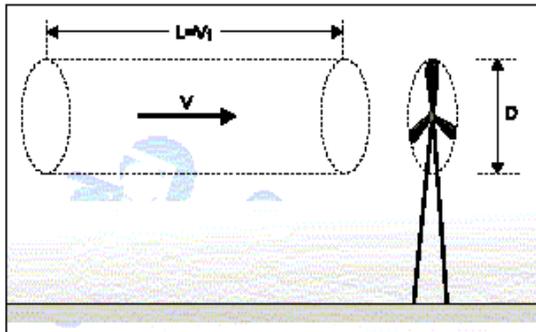
No lançamento do martelo, os atletas lançam obliquamente uma esfera de metal de pouco mais de 7 kg. A maioria dos atleta olímpicos, quando consegue lançar o martelo com um ângulo de aproximadamente 45° com a horizontal, atinge distâncias de cerca de 80 m. Dos valores dados a seguir, assinale o que mais se aproxima da energia cinética que esses atletas conseguem fornecer ao martelo (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$).

- (A) 3 J.
- (B) 30 J.
- (C) 300 J.
- (D) 3000 J.
- (E) 30000 J.

Estudo extra classe

Um cata-vento utiliza a energia cinética do vento para acionar um gerador elétrico. Para determinar essa energia cinética deve-se calcular a massa de ar contida em um cilindro de diâmetro D e comprimento L , deslocando-se com a velocidade do vento V e passando pelo cata-vento em t segundos. Veja a figura abaixo. A densidade do ar é $1,2 \text{ kg/m}^3$, $D = 4,0 \text{ m}$ e $V = 10 \text{ m/s}$. Aproxime $\pi = 3$.

- a) Determine a vazão da massa de ar em kg/s que passa pelo cata-vento.
- b) Admitindo que este cata-vento converte 25% da energia cinética do vento em energia elétrica, qual é a potência elétrica gerada?

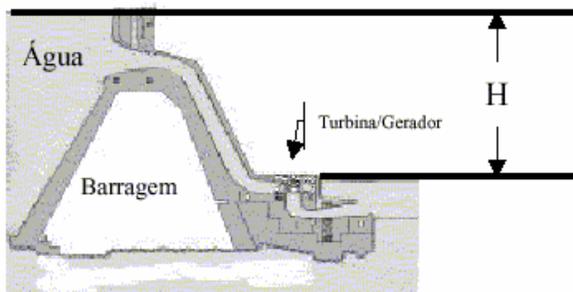


Comentário: Editoração, tirar a marca d'água do objetivo

V.56 - Uma esteira rolante transporta 15 caixas de bebida por minuto, de um depósito no sub-solo até o andar térreo. A esteira tem comprimento de 12m, inclinação de 30° com a horizontal e move-se com velocidade constante. As caixas a serem transportadas já são colocadas com a velocidade da esteira. Se cada caixa pesa 200N, o motor que aciona esse mecanismo deve fornecer a potência de:

- a) 20W
- b) 40W
- c) 300W
- d) 600W
- e) 1800W

8. Uma usina hidrelétrica gera eletricidade a partir da transformação de energia potencial mecânica em energia elétrica. A usina de Itaipu, responsável pela geração de 25% da energia elétrica utilizada no Brasil, é formada por 18 unidades geradoras. Nelas, a água desce por um duto sob a ação da gravidade, fazendo girar a turbina e o gerador, como indicado na figura abaixo. Pela tubulação de cada unidade passam $700 \text{ m}^3/\text{s}$ de água. O processo de geração tem uma eficiência de 77%, ou seja, nem toda a energia potencial mecânica é transformada em energia elétrica. Considere a densidade da água 1000 kg/m^3 e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



a) Qual a potência gerada em cada unidade da usina se a altura da coluna d'água for $H = 130 \text{ m}$? Qual a potência total gerada na usina?

b) Uma cidade como Campinas consome $6 \times 10^9 \text{ Wh}$ por dia. Para quantas cidades como Campinas, Itaipu é capaz de suprir energia elétrica? Ignore as perdas na distribuição.

Estudo extra classe

1 - (FATEC) 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

2 - (VUNESP) Um objeto de massa $0,50\text{kg}$ está se deslocando ao longo de uma trajetória retilínea com aceleração escalar constante igual a $0,30\text{m/s}^2$. Se partiu do repouso, o módulo da sua quantidade de movimento, em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, ao fim de $8,0\text{s}$, é:

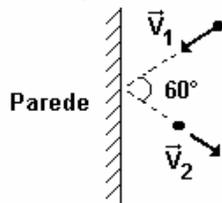
- a) 0,80
- b) 1,2
- c) 1,6
- d) 2,0
- e) 2,4

3 - (FGV) Um bate-estacas de 500kg cai de uma altura de $1,8\text{m}$. O bloco se choca sobre uma estaca e leva 50 milésimos de segundo para atingir o repouso, Qual é a força exercida pelo bloco na estaca?

- a) $3,6 \cdot 10^4\text{N}$
- b) $4,0 \cdot 10^4\text{N}$
- c) $6,0 \cdot 10^4\text{N}$
- d) 3000N
- e) 5000N

4 - (CESGRANRIO) Na figura a seguir, uma bola de tênis de massa M colide elasticamente com a parede, de modo a não variar o módulo da velocidade da bola.

Sendo $|\vec{V}_1| = |\vec{V}_2|$, o vetor variação da quantidade de movimento da bola ΔQ (vetorial) é mais bem representada por:



- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

5 - (UNESP) Uma nave espacial de 10^3kg 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.

6 - (UNIFESP) 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 0,10kg, que ela atinja o solo com velocidade de 2,0m/s e que o tempo de interação do choque é de 0,50s. Qual a intensidade média da força exercida pelo tapete sobre a xícara? Qual seria essa força, se o tempo de interação fosse 0,010s?

7 - (UFSC) O "air-bag", equipamento utilizado em veículos para aumentar a segurança dos seus ocupantes em uma colisão, é constituído por um saco de material plástico que se infla rapidamente quando ocorre uma desaceleração violenta do veículo, interpondo-se entre o motorista, ou o passageiro, e a estrutura do veículo. Consideremos, por exemplo, as colisões frontais de dois veículos iguais, a uma mesma velocidade, contra um mesmo obstáculo rígido, um com "air-bag" e outro sem "air-bag", e com motoristas de mesma massa. Os dois motoristas sofrerão, durante a colisão, a mesma variação de velocidade e a mesma variação da quantidade de movimento. Entretanto, a colisão do motorista contra o "air-bag" tem uma duração maior do que a colisão do motorista diretamente contra a estrutura do veículo. De forma simples, o "air-bag" aumenta o tempo de colisão do motorista do veículo, isto é, o intervalo de tempo transcorrido desde o instante imediatamente antes da colisão até a sua completa imobilização. Em consequência, a força média exercida sobre o motorista no veículo com "air-bag" é muito menor, durante a colisão.

Considerando o texto acima, assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as proposições adiante.

() A colisão do motorista contra o "air-bag" tem uma duração maior do que a colisão do motorista diretamente contra a estrutura do veículo.

() A variação da quantidade de movimento do motorista do veículo é a mesma, em uma colisão, com ou sem a proteção do "air-bag".

() O impulso exercido pela estrutura do veículo sobre o motorista é igual à variação da quantidade de movimento do motorista.

() O impulso exercido sobre o motorista é o mesmo, em uma colisão, com air-bag ou sem "air-bag".

() A variação da quantidade de movimento do motorista é igual à variação da quantidade de movimento do veículo.

() A grande vantagem do "air-bag" é aumentar o tempo de colisão e, assim, diminuir a força média atuante sobre o motorista.

() Tanto a variação da quantidade de movimento do motorista como o impulso exercido para pará-lo são iguais, com ou sem "air-bag"; portanto, a força média exercida sobre ele é a mesma, também.

8 - (ITA) 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 100kg por segundo, a uma velocidade de 600m/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 60kN.
- c) se a massa do avião é de 7×10^3 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.

9 - (FUVEST) Num jogo de vôlei, o jogador que está junto à rede salta e "corta" uma bola (de massa $m = 0,30$ kg) levantada na direção vertical, no instante em que ela atinge sua altura máxima, $h = 3,2$ 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 (projeção da rede) e a linha de fundo é $d = 9,0$ m. Adote $g = 10$ m/s².

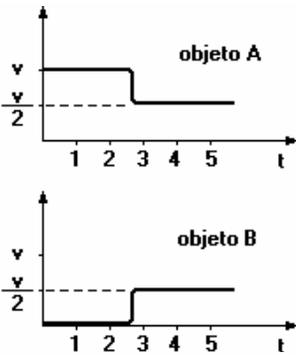
Calcule:

- a) o tempo decorrido entre a cortada e a queda da bola na linha de fundo.
- b) a velocidade V que o jogador transmitiu à bola.
- c) o valor do módulo da variação da quantidade de movimento, ΔQ , do centro de massa do jogador, devida à cortada.
- d) 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 $3,0 \times 10^{-2}$ s.

Estudo extra classe

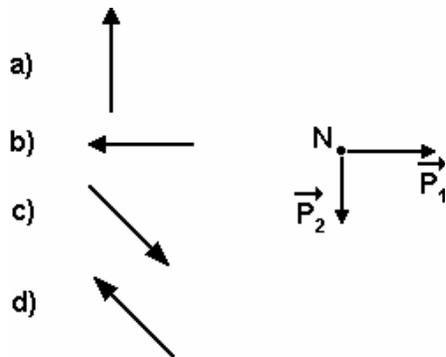
1 - (FUVEST) Os gráficos a seguir representam as velocidades, em função do tempo, de dois objetos esféricos homogêneos idênticos, que colidem frontalmente. Se p é a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois objetos e E a energia cinética deste mesmo sistema, podemos afirmar que na colisão:

- a) p se conservou e E não se conservou.
- b) p se conservou e E se conservou.
- c) p não se conservou e E se conservou.
- d) p não se conservou e E não se conservou.
- e) $(p + E)$ se conservou.



2 - (UERJ) Um certo núcleo atômico N, inicialmente em repouso, sofre uma desintegração radioativa, fragmentando-se em três partículas, cujos momentos lineares são: P_1 , P_2 e P_3 . A figura a seguir mostra os vetores que representam os momentos lineares das partículas 1 e 2, P_1 e P_2 , imediatamente após a desintegração.

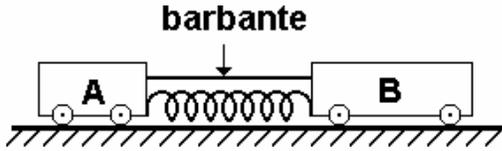
O vetor que melhor representa o momento linear da partícula 3, P_3 , é:



3 - (ITA) Todo caçador, ao atirar com um rifle, mantém a arma firmemente apertada contra o ombro evitando assim o "coice" da mesma. Considere que a massa do atirador é 95,0kg, a massa do rifle é 5,00kg, e a massa do projétil é 15,0g o qual é disparado a uma velocidade escalar de $3,00 \times 10^4$ cm/s. Nestas condições, a velocidade de recuo do rifle (v_r) quando se segura muito afrouxamento a arma e a velocidade de recuo do atirador (v_a) quando ele mantém a arma firmemente apoiada no ombro terão módulos respectivamente iguais a:

- a) 0,90m/s; $4,7 \times 10^{-2}$ m/s
- b) 90,0m/s; 4,7m/s
- c) 90,0m/s; 4,5m/s
- d) 0,90m/s; $4,5 \times 10^{-2}$ m/s
- e) 0,10m/s; $1,5 \times 10^{-2}$ m/s

4 - (FUVEST) Um corpo A com massa M e um corpo B com massa 3M estão em repouso sobre um plano horizontal sem atrito como mostra a figura a seguir. Entre eles existe uma mola, de massa desprezível, que está comprimida por meio de um barbante tensionado que mantém ligados os dois corpos. Num dado instante, o barbante é cortado e a mola distende-se, empurrando as duas massas, que dela se separam e passam a se mover livremente. Designando-se por T a energia cinética, pode-se afirmar que:

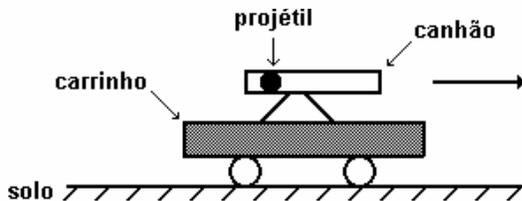


- a) $9T_A = T_B$
- b) $3T_A = T_B$
- c) $T_A = T_B$
- d) $T_A = 3T_B$
- e) $T_A = 9T_B$

5 - (UNESP) 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.

6 - (UERJ) Na figura a seguir, que representa a visão de um observador fixo no solo, o sistema (carrinho + canhão + projétil) possui massa total M de valor 100kg e encontra-se inicialmente em repouso.

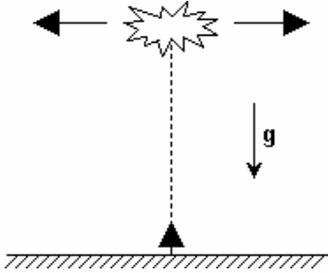


Num dado instante, um projétil de massa m é disparado a 54m/s, na direção e sentido indicados pela seta, e o carrinho passa a mover-se com velocidade de módulo igual a 6,0m/s.

Desprezando-se o atrito e as dimensões do carrinho, determine:

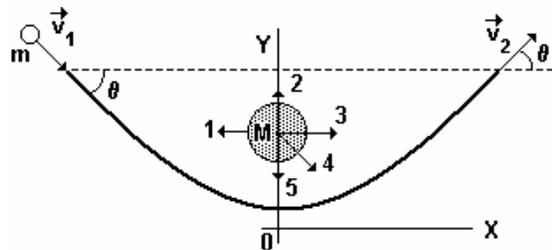
- a) o sentido do movimento do carrinho, para o observador em questão, e a massa m do projétil.
 b) a distância entre o carrinho e o projétil, dois segundos após o disparo.

7 - (FUVEST) Uma granada foi lançada verticalmente, a partir do chão, em uma região plana. Ao atingir sua altura máxima, 10s após o lançamento, a granada explodiu, produzindo dois fragmentos com massa total igual a 5kg, lançados horizontalmente. Um dos fragmentos, com massa igual a 2kg, caiu a 300m, ao Sul do ponto de lançamento, 10s depois da explosão. Pode-se afirmar que a parte da energia liberada na explosão, e transformada em energia cinética dos fragmentos, é aproximadamente de:



- a) 900 J
 b) 1500 J
 c) 3000 J
 d) 6000 J
 e) 9000 J

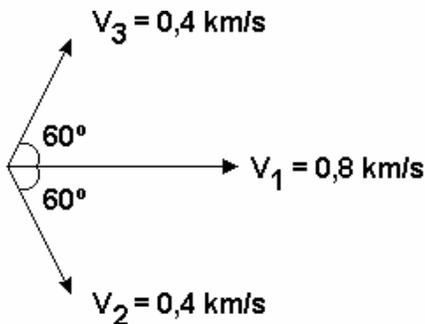
8 - (FUVEST) Um meteorito de massa m muito menor que a massa M da Terra, dela se aproxima, seguindo a trajetória indicada na figura. Inicialmente, bem longe da Terra, podemos supor que a trajetória seja retilínea e a sua **velocidade V_1** . **Devido** à atração gravitacional da Terra, o meteorito faz uma curva em torno dela e escapa para o espaço sem se chocar com a superfície terrestre. Quando se afasta suficientemente da Terra, atinge uma **velocidade final V_2** de forma que, aproximadamente, $|V_1| = |V_2|$, podendo sua trajetória ser novamente considerada retilínea. $0x$ e $0y$ são os eixos de um sistema de referência inercial, no qual a Terra está inicialmente em repouso.



Podemos afirmar que a direção e sentido da quantidade de movimento adquirida pela Terra são indicados aproximadamente pela seta:

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

9 - (UFC) Uma granada explode no ar quando sua velocidade é v_0 . A explosão dá origem a três fragmentos de massas iguais. Imediatamente depois da explosão os fragmentos têm as velocidades iniciais, v_1 , v_2 e v_3 , contidas num mesmo plano, indicadas na figura abaixo. Assinale a opção correta para o valor de v_0 .



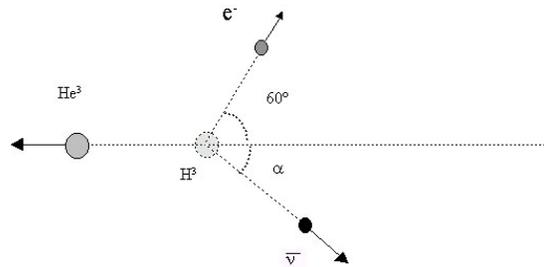
- a) 2,0 km/s
- b) 1,6 km/s
- c) 1,2 km/s
- d) 0,8 km/s
- e) 0,4 km/s

10 - (UNESP) Uma granada é lançada e explode no ar, dividindo-se em duas partes iguais, no momento em que sua velocidade era de 15m/s e horizontal. Imediatamente após a explosão, um dos pedaços estava com velocidade de 30m/s, vertical, para baixo, enquanto o outro, com **velocidade (30raiz2)m/s** para cima, formando um ângulo de 45° com a velocidade da granada no momento da explosão. Verifique se a quantidade de movimento é conservada durante a explosão.

12 - (UNICAMP) A existência do neutrino e do anti-neutrino foi proposta em 1930 por Wolfgang Pauli, que aplicou as leis de conservação de quantidade de movimento e energia ao processo de desintegração β . O esquema abaixo ilustra esse processo para um núcleo de trítio, H^3 (um isótopo do hidrogênio), que se transforma em um núcleo de hélio, He^3 , mais um elétron, e^- , e um anti-neutrino, $\bar{\nu}$. O núcleo de trítio encontra-se inicialmente em repouso. Após a desintegração, o núcleo de hélio possui uma quantidade de movimento com módulo de 12×10^{-24} kg m/s e o elétron sai em uma trajetória fazendo um ângulo de 60° com o eixo horizontal e uma quantidade de movimento de módulo $6,0 \times 10^{-24}$ kg m/s.

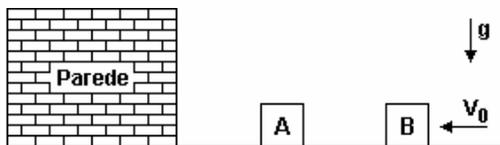
a) O ângulo a que a trajetória do anti-neutrino faz com o eixo horizontal é de 30° . Determine o módulo da quantidade de movimento do anti-neutrino.

b) Qual é a velocidade do núcleo de hélio após a desintegração? A massa do núcleo de hélio é $5,0 \times 10^{-27}$ kg.



Estudo extra classe

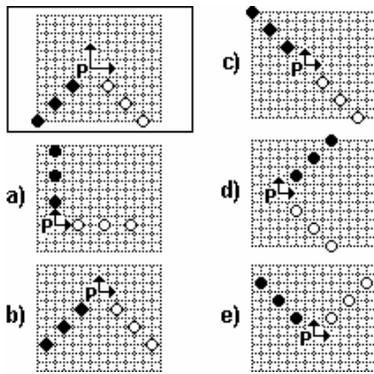
1 - (FUVEST) Dois caixotes de mesma altura e mesma massa, A e B, podem movimentar-se sobre uma superfície plana, sem atrito. Estando inicialmente A parado, próximo a uma parede, o caixote B aproxima-se perpendicularmente à parede, com velocidade V_0 , provocando uma sucessão de colisões elásticas no plano da figura.



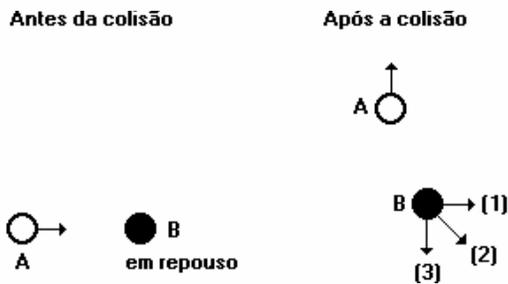
Após todas as colisões, é possível afirmar que os módulos das velocidades dos dois blocos serão aproximadamente:

- a) $V_A = V_0$ e $V_B = 0$
- b) $V_A = V_0/2$ e $V_B = 2V_0$
- c) $V_A = 0$ e $V_B = 2V_0$
- d) $V_A = V_0/\text{raiz}2$ e $V_B = V_0/\text{raiz}2$
- e) $V_A = 0$ e $V_B = V_0$

2 - (FUVEST) Dois pequenos discos, de massas iguais, são lançados sobre uma superfície plana e horizontal, sem atrito, com velocidades de módulos iguais. A figura a seguir registra a posição dos discos, vistos de cima, em intervalos de tempo sucessivos e iguais, antes de colidirem, próximo ao ponto P. Dentre as possibilidades representadas, aquela que pode corresponder às posições dos discos, em instantes sucessivos, após a colisão, é



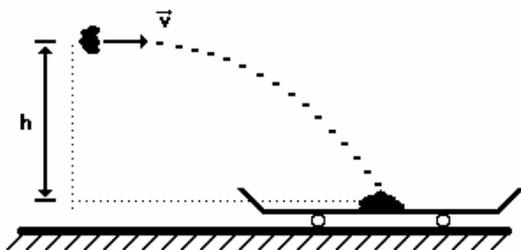
3 - (UFF) A bola A, com 1,0kg de massa, movendo-se à velocidade de 8,0 m/s, choca-se com a bola B, inicialmente em repouso e com massa igual à da bola A. Após a colisão, a bola A move-se perpendicularmente a sua direção original de movimento, como mostra a figura, com velocidade de 6,0m/s.



Para a bola B, após a colisão, a magnitude e a direção do vetor quantidade de movimento dentre as indicadas por (1), (2) e (3) são, respectivamente:

- a) 10 kg m/s e (1)
- b) 6,0 kg m/s e (2)
- c) 2,0 kg m/s e (1)
- d) 6,0 kg m/s e (3)
- e) 10 kg m/s e (2)

4 - (FUVEST) Uma quantidade de barro de massa 2,0kg é atirada de uma altura $h=0,45m$, com uma velocidade horizontal $v=4m/s$, em direção a um carrinho parado, de massa igual a 6,0kg, como mostra a figura adiante. Se todo o barro ficar grudado no carrinho no instante em que o atingir, o carrinho iniciará um movimento com velocidade, em m/s, igual a:



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

5 - (FUVEST) Sobre uma mesa horizontal de atrito desprezível, dois blocos A e B de massas m e $2m$, respectivamente, movendo-se ao longo de uma reta, colidem um com o outro. Após a colisão os blocos se mantêm unidos e deslocam-se para a direita com **velocidade V** , como indicado na figura. O ÚNICO esquema que NÃO pode representar os movimentos dos dois blocos antes da colisão é:

depois da colisão

a) $\vec{V}_B = 1.5 \vec{V}$ $\vec{V}_A = 0$

b) $\vec{V}_B = 2 \vec{V}$ $\vec{V}_A = -\vec{V}$

c) $\vec{V}_B = 3 \vec{V}$ $\vec{V}_A = -3 \vec{V}$

d) $\vec{V}_B = 2 \vec{V}$ $\vec{V}_A = \vec{V}$

e) $\vec{V}_B = 1.25 \vec{V}$ $\vec{V}_A = 0.5 \vec{V}$

6 - (UNESP) Um carrinho cheio de areia, de massa total $4,0\text{kg}$, pode se deslocar sobre uma superfície plana e horizontal, ao longo de uma direção x , sem encontrar qualquer resistência.

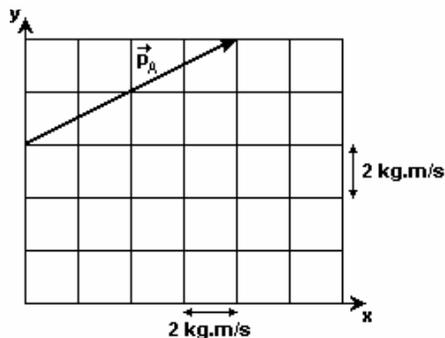
Uma bala de 15g , disparada na direção x contra o carrinho, inicialmente em repouso, aloja-se na areia, e o conjunto (carrinho+areia+bala) passa a se mover com velocidade constante, percorrendo $0,6\text{m}$ em $0,4\text{s}$.

- a) Qual é a velocidade do conjunto após a bala ter-se alojado na areia?
- b) Qual era, aproximadamente, a velocidade da bala?

7 - (FUVEST) Uma partícula de massa m e velocidade v colide com outra de massa $3m$ inicialmente em repouso. Após a colisão elas permanecem juntas movendo-se com velocidade V . Então:

- a) $V = 0$
- b) $V = v$
- c) $2V = v$
- d) $3V = v$
- e) $4V = v$

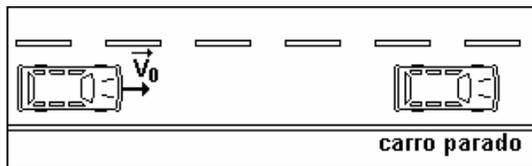
8 - (UNESP) Uma partícula A, com quantidade de movimento de módulo $q_A = 10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$, move-se ao longo do eixo x em direção a uma partícula B em repouso. Após colisão perfeitamente elástica, a partícula A toma a direção dada pelo vetor quantidade de movimento p_A apresentado na figura.



Reproduza o reticulado em seu caderno de respostas, incluindo o vetor p_A .

- a) Desenhe nesse reticulado o vetor quantidade de movimento q_A da partícula A, antes da colisão, identificando-o.
- b) Desenhe, no mesmo reticulado, o vetor quantidade de movimento p_B da partícula B, depois da colisão, identificando-o.

9 - (UERJ) Um motorista imprudente dirigia um carro a uma velocidade $v_0 = 120 \text{ km/h}$, no trecho retilíneo de uma avenida e não viu um outro carro parado no sinal a sua frente, conforme a figura a seguir:



Não conseguindo frear, colide frontalmente com o carro parado e o arrasta por uma distância d , medida pela perícia. O motorista que causou o acidente mentiu e afirmou estar dirigindo a 60km/h quando ocorreu a colisão.

Considere iguais as massas dos carros e de seus ocupantes.

a) Mostre que a velocidade dos carros imediatamente após a colisão é igual à metade da velocidade v_0 do carro que estava em movimento.

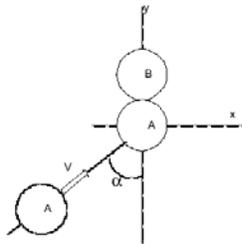
b) Calcule a fração da distância d que os carros teriam percorrido após a colisão, caso o motorista estivesse dizendo a verdade.

10 -

3. Jogadores de sinuca e bilhar sabem que, após uma colisão não frontal de duas bolas A e B de mesma massa, estando a bola B inicialmente parada, as duas bolas saem em direções que formam um ângulo de 90° . Considere a colisão de duas bolas de 200g , representada na figura a seguir. A se dirige em direção a B com velocidade $V=2,0\text{m/s}$ formando um ângulo α com a direção y tal que $\cos\alpha = 0,80$. Após a colisão, B sai na direção y .

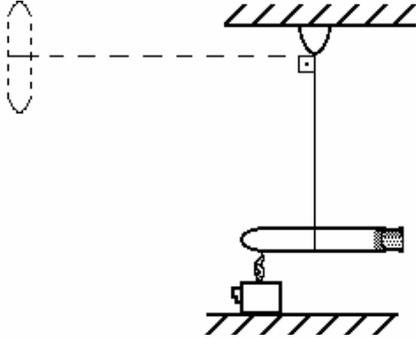
a) Calcule as componentes x e y das velocidades de A e B logo após a colisão.
 b) Calcule a variação da energia (cinética de translação) na colisão.

NOTA: Despreze a rotação e o rolamento das bolas.



Exercícios de aprofundamento

1 - (UNESP) Um tubo de massa M contendo uma gota de éter (de massa desprezível) é suspenso por meio de um fio leve de comprimento L , conforme ilustrado na figura a seguir. Mostre que $\sqrt{2gL}$ é a velocidade horizontal mínima com que a rolha de massa m deve sair do tubo aquecido para que ele atinja a altura de seu ponto de suspensão (g é a aceleração da gravidade).



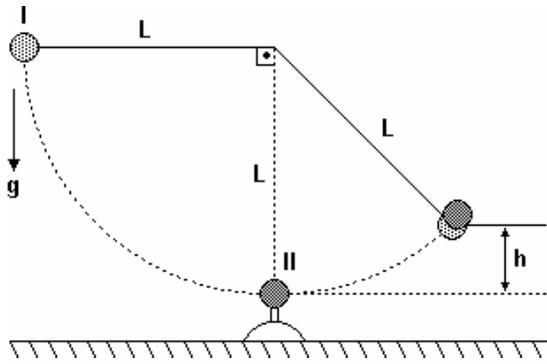
2 - (FUVEST) Um vagão A, de massa 10.000kg , move-se com velocidade igual a $0,4\text{m/s}$ sobre trilhos horizontais sem atrito até colidir com outro vagão B, de massa 20.000kg , inicialmente em repouso. Após a colisão, o vagão A fica parado. A energia cinética final do vagão B vale:

- a) 100J .
- b) 200J .
- c) 400J .
- d) 800J .
- e) 1600J .

3 - (UNICAMP) Um carrinho, de massa $m_1=80\text{kg}$, desloca-se horizontalmente com velocidade $v_1=5\text{m/s}$. Um bloco de massa $m_2=20\text{kg}$ cai verticalmente sobre o carrinho, de uma altura muito pequena, aderindo a ele.

- a) Com que velocidade final move-se o conjunto?
- b) Que quantidade de energia mecânica foi transformada em energia térmica?

4 - (FUVEST) Uma pequena esfera de massa de modelar está presa na extremidade de um fio formando um pêndulo de comprimento L . A esfera é abandonada na posição I e, ao atingir o ponto inferior II de sua trajetória, se choca com outra esfera igual ficando grudadas uma na outra e depois prosseguindo juntas até atingirem uma altura máxima $h=L/4$. Considere a hipótese de que as três grandezas físicas dadas a seguir se conservam. Com relação a essa hipótese, a única alternativa de acordo com o que aconteceu durante a colisão é:



- a) Energia cinética - FALSA
 Quantidade de movimento - VERDADEIRA
 Energia mecânica total - VERDADEIRA
- b) Energia cinética - VERDADEIRA
 Quantidade de movimento - FALSA
 Energia mecânica total - VERDADEIRA
- c) Energia cinética - VERDADEIRA
 Quantidade de movimento - VERDADEIRA
 Energia mecânica total - VERDADEIRA
- d) Energia cinética - FALSA
 Quantidade de movimento - FALSA
 Energia mecânica total - FALSA
- e) Energia cinética - FALSA
 Quantidade de movimento - VERDADEIRA
 Energia mecânica total - FALSA

5 - (FUVEST) Uma caminhonete A, parada em uma rua plana, foi atingida por um carro B, com massa $m_B = m_A/2$, que vinha com velocidade v_B . Como os veículos ficaram amassados, pode-se concluir que o choque não foi totalmente elástico. Consta no boletim de ocorrência que, no momento da batida, o carro B parou enquanto a caminhonete A adquiriu uma velocidade $v_A = v_B/2$, na mesma direção de v_B . Considere estas afirmações de algumas pessoas que comentaram a situação:

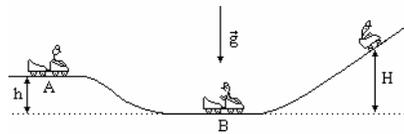


- I. A descrição do choque não está correta, pois é incompatível com a lei da conservação da quantidade de movimento
- II. A energia mecânica dissipada na deformação dos veículos foi igual a $1/2 m_A v_A^2$
- III. A quantidade de movimento dissipada no choque foi igual a $1/2 m_B v_B$

Está correto apenas o que se afirma em

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

6 - (FUVEST) Um conjunto de dois carrinhos com um rapaz sentado no carrinho dianteiro, e nele preso pelo cinto de segurança, encontra-se inicialmente na altura h (posição A da figura) de uma montanha russa. A massa m do rapaz é igual à massa de cada um dos carrinhos. O conjunto começa a descer com velocidade inicial nula. Ao chegar ao ponto B da parte plana da trajetória, o rapaz solta o carrinho traseiro e o empurra para trás com impulso suficiente para fazê-lo retornar ao ponto A de partida, onde o carrinho chega com velocidade nula. Despreze os atritos.



- a) Determine a altura máxima H a que chega o carrinho dianteiro.
- b) Houve variação de energia mecânica do conjunto quando o rapaz empurrou o carrinho traseiro? Se houve, calcule essa variação. Se não houve, escreva "a energia mecânica se conservou".

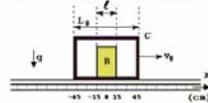
7 - Um projétil de massa $m_1 = 100 \text{ g}$ tem velocidade de 200 m/s quando encontra um pêndulo balístico de massa $1,9 \text{ kg}$, penetrando nele. Determine:

- a) a velocidade do conjunto depois da colisão;
- b) a energia cinética dissipada;
- c) a altura H que o pêndulo alcança.

8 - (FUVEST)

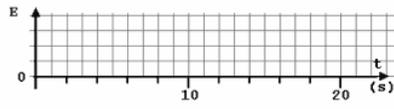
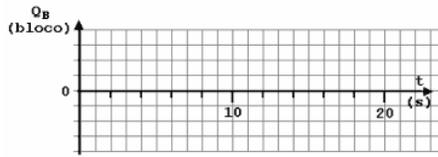
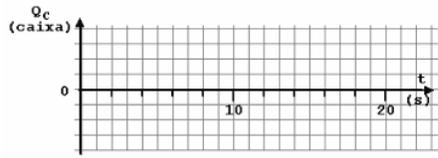
Q.04

Uma caixa C, parada sobre uma superfície horizontal, tem em seu interior um bloco B, que pode deslizar sem atrito e colidir elasticamente com ela. O bloco e a caixa têm massas iguais, sendo $m_c = m_b = 20 \text{ kg}$. Na situação representada na figura, no instante $t=0$, é dado um empurrão na caixa, que passa a se mover, sem atrito, com velocidade inicial $v_0 = 15 \text{ cm/s}$.



O bloco e a parede esquerda da caixa colidem no instante $t_1=2\text{s}$, passando o bloco, depois, a colidir sucessivamente com as paredes direita e esquerda da caixa, em intervalos de tempo Δt iguais.

- a) Determine os intervalos de tempo Δt .
 - b) Construa, nos sistemas de coordenadas da folha de respostas, os gráficos abaixo:
 - Quantidade de movimento Q_c da caixa em função do tempo t
 - Quantidade de movimento Q_b do bloco em função do tempo t
 - Energia total E do sistema em função do tempo t
- Em todos os gráficos, considere pelo menos quatro colisões e indique valores e unidades nos eixos verticais.



Gabarito dos exercícios

Impulso e quantidade de movimento

Exercícios de aula

- 1 – A
- 2 – B
- 3 – E
- 4 – C

Estudo extra classe

- 1 – B
- 2 – B
- 3 – C
- 4 – A
- 5 – D
- 6 – a) o tempo de interação entre a xícara e o piso é menor quando o piso é rígido.
b) $F = 1,4\text{N}$ e $F = 21\text{N}$
- 7 – V, V, V, V, F, V, F.
- 8 – B
- 9 – a) $\Delta t = 0,8\text{s}$
b) $v = 11,25\text{m/s}$
c) $\Delta Q = 3,375\text{ kg.m/s}$
d) $F = 112,5\text{N}$

Conservação da quantidade de movimento

Exercícios de aula

- 1 – D
- 2 – a) $v = -3\text{m/s}$
b) $v = -63\text{m/s}$
c) $\Delta E = 28350\text{ J}$
- 3 – a) $v_1 = 6v_0$
b) $v_2 = 2v_0$
c) aumenta. Antes da explosão é $E_c = m.v_0^2/2$
Depois da explosão é $E_c = 11m.v_0^2/2$

Estudo extra classe

- 1 – A
- 2 – D
- 3 – D (ITA 95)
- 4 – D (FUVEST 94)
- 5 – a) $Q = 2,5\text{ kg.m/s}$
b) Não varia pois a massa é retirada do carrinho na vertical e a quantidade de movimento do sistema na horizontal é conservada.
- 6 – a) Horizontal para esquerda. $M = 10\text{kg}$

- b) $D = 120\text{m}$
7 – B
8 – E
9 – E
10 – Sim, houve conservação
11 – a) $Q = 6\sqrt{3} \cdot 10^{-24} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
b) $v = 2,4 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

Colisões

Exercícios de aula

- 1 – C
2 – E
3 – A
4 – E

Exercícios extra classe

- 1 – E
2 – E
3 – E
4 – B
5 – D
6 – a) $v = 1,5\text{m/s}$
b) $v = 400\text{m/s}$
7 – E
8 – DESENHO
9 – a)
b) $d_{\text{mentira}} = d_{\text{verdade}} / 4$
10 –

Exercícios de aprofundamento

- 1 – $v = \sqrt{2gL}$
2 – C
3 – a) $v = 4\text{m/s}$
b) $\Delta E = 200\text{J}$
4 – E
5 – B
6 – a)
b)
7 – a) $v = 10\text{m/s}$
b) $\Delta E = - 1900\text{J}$
c) $H = 5\text{m}$
8 –