

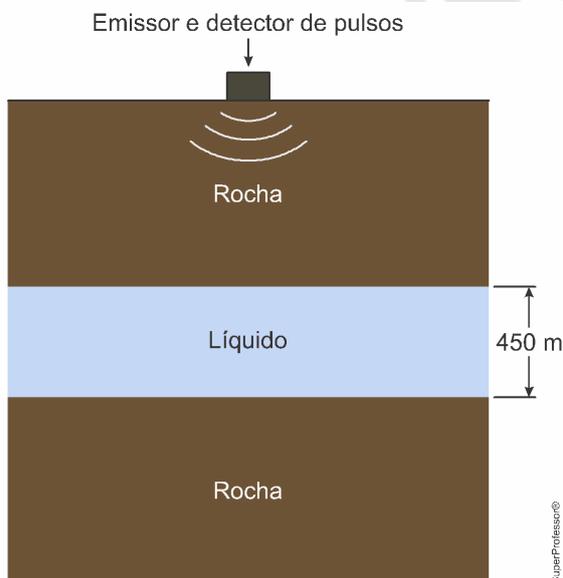
1. (Enem 2023) Uma concessionária é responsável por um trecho de 480 quilômetros de uma rodovia. Nesse trecho, foram construídas 10 praças de pedágio, onde funcionários recebem os pagamentos nas cabines de cobrança. Também existe o serviço automático, em que os veículos providos de um dispositivo passam por uma cancela, que se abre automaticamente, evitando filas e diminuindo o tempo de viagem. Segundo a concessionária, o tempo médio para efetuar a passagem em uma cabine é de 3 minutos, e as velocidades máximas permitidas na rodovia são 100km/h, para veículos leves, e 80km/h, para veículos de grande porte.

Considere um carro e um caminhão viajando, ambos com velocidades constantes e iguais às máximas permitidas, e que somente o caminhão tenha o serviço automático de cobrança.

Comparado ao caminhão, quantos minutos a menos o carro leva para percorrer toda a rodovia?

- a) 30
- b) 42
- c) 72
- d) 288
- e) 360

2. (Enem 2023) O petróleo é uma matéria-prima muito valiosa e métodos geofísicos são úteis na sua prospecção. É possível identificar a composição de materiais estratificados medindo-se a velocidade de propagação do som (onda mecânica) através deles. Considere que uma camada de 450m de um líquido se encontra presa no subsolo entre duas camadas rochosas, conforme o esquema. Um pulso acústico (que gera uma vibração mecânica) é emitido a partir da superfície do solo, onde são posteriormente recebidas duas vibrações refletidas (ecos). A primeira corresponde à reflexão do pulso na interface superior do líquido com a camada rochosa. A segunda vibração deve-se à reflexão do pulso na interface inferior. O tempo entre a emissão do pulso e a chegada do primeiro eco é de 0,5s. O segundo eco chega 1,1s após a emissão do pulso.



A velocidade do som na camada líquida, em metro por segundo, é

- a) 270.
- b) 540.
- c) 818
- d) 1.500
- e) 1.800

3. (Enem 2023) Um professor lança uma esfera verticalmente para cima, a qual retorna,

depois de alguns segundos, ao ponto de lançamento. Em seguida, lista em um quadro todas as possibilidades para as grandezas cinemáticas.

Grandeza Cinemática	Módulo	Sentido
Velocidade	$v \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$v = 0$	Indefinido*
Aceleração	$a \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$a = 0$	Indefinido*

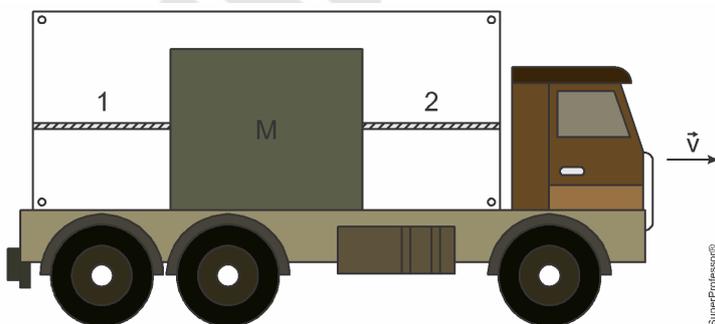
\*Grandezas com módulo nulo não têm sentido definido.

Ele solicita aos alunos que analisem as grandezas cinemáticas no instante em que a esfera atinge a altura máxima, escolhendo uma combinação para os módulos e sentidos da velocidade e da aceleração.

A escolha que corresponde à combinação correta é

- $v = 0$  e  $a \neq 0$  para cima.
- $v \neq 0$  para cima e  $a = 0$ .
- $v = 0$  e  $a \neq 0$  para baixo.
- $v \neq 0$  para cima e  $a \neq 0$  para cima.
- $v \neq 0$  para baixo e  $a \neq 0$  para baixo.

4. (Enem 2023) Uma equipe de segurança do transporte de uma empresa avalia o comportamento das tensões que aparecem em duas cordas, 1 e 2, usadas para prender uma carga de massa  $M = 200\text{kg}$  na carroceria, conforme a ilustração. Quando o caminhão parte do repouso, sua aceleração é constante e igual a  $3\text{ m/s}^2$  e, quando ele é freado bruscamente, sua frenagem é constante e igual a  $5\text{ m/s}^2$ . Em ambas as situações, a carga encontra-se na iminência de movimento, e o sentido do movimento do caminhão está indicado na figura. O coeficiente de atrito estático entre a caixa e o assoalho da carroceria é igual a  $0,2$ . Considere a aceleração da gravidade igual a  $10\text{ m/s}^2$ , as tensões iniciais nas cordas iguais a zero e as duas cordas ideais.



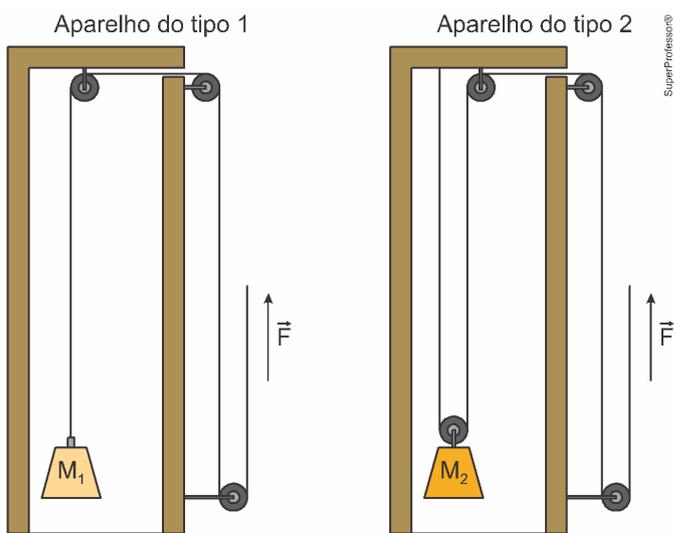
Nas situações de aceleração e frenagem do caminhão, as tensões nas cordas 1 e 2, em newton, serão

- aceleração:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 200$ ; frenagem:  $T_1 = 600$  e  $T_2 = 0$ .
- aceleração:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 200$ ; frenagem:  $T_1 = 1.400$  e  $T_2 = 0$ .
- aceleração:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 600$ ; frenagem:  $T_1 = 600$  e  $T_2 = 0$ .
- aceleração:  $T_1 = 560$  e  $T_2 = 0$ ; frenagem:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 960$ .

e) aceleração:  $T_1 = 640$  e  $T_2 = 0$ ; frenagem:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 1.040$ .

5. (Enem 2023) Uma academia decide trocar gradualmente seus aparelhos de musculação. Agora, os frequentadores que utilizam os aparelhos do tipo 1 podem também utilizar os aparelhos do tipo 2, representados na figura, para elevar cargas correspondentes às massas  $M_1$  e  $M_2$ , com velocidade constante. A fim de que o exercício seja realizado com a mesma força  $\vec{F}$ , os usuários devem ser orientados a respeito da relação entre as cargas nos dois tipos de aparelhos, já que as polias fixas apenas mudam a direção das forças, enquanto a polia móvel divide as forças.

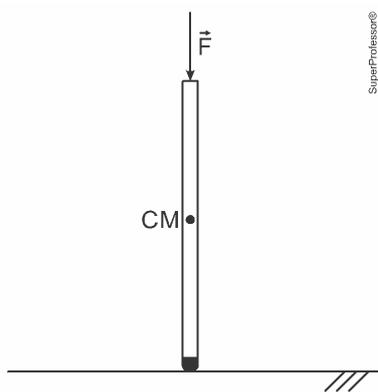
Em ambos os aparelhos, considere as cordas inextensíveis, as massas das polias e das cordas desprezíveis e que não há dissipação de energia.



Para essa academia, qual deve ser a razão  $\frac{M_2}{M_1}$  informada aos usuários?

- a)  $\frac{1}{4}$
- b)  $\frac{1}{2}$
- c) 1
- d) 2
- e) 4

6. (Enem 2022) Tribologia é o estudo da interação entre duas superfícies em contato, como desgaste e atrito, sendo de extrema importância na avaliação de diferentes produtos de bens de consumo em geral. Para testar a conformidade de uma muleta, realiza-se um ensaio tribológico, pressionando-a verticalmente contra o piso com uma força  $\vec{F}$ , conforme ilustra a imagem, em que CM representa o centro de massa da muleta.

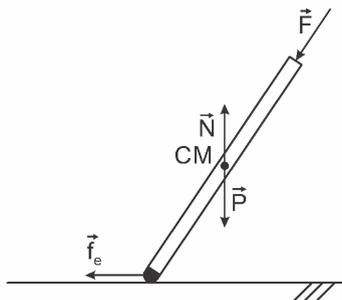


Mantendo-se a força  $\vec{F}$  paralela à muleta, varia-se lentamente o ângulo entre a muleta e a vertical, até o máximo ângulo imediatamente anterior ao de escorregamento, denominado ângulo crítico. Esse ângulo também pode ser calculado a partir da identificação dos pontos de aplicação, da direção e do sentido das forças peso ( $\vec{P}$ ), normal ( $\vec{N}$ ) e de atrito estático ( $\vec{f}_e$ ).

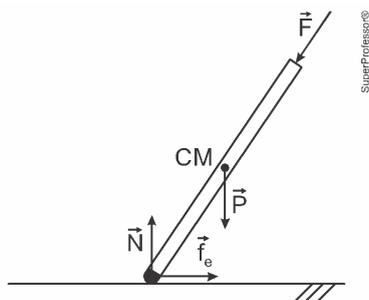
O esquema que representa corretamente todas as forças que atuam sobre a muleta quando ela atinge o ângulo crítico é:

- a)
- b)
- c)

d)



e)



7. (Enem 2022) Em um autódromo, os carros podem derrapar em uma curva e bater na parede de proteção. Para diminuir o impacto de uma batida, pode-se colocar na parede uma barreira de pneus, isso faz com que a colisão seja mais demorada e o carro retorne com velocidade reduzida. Outra opção é colocar uma barreira de blocos de um material que se deforma, tornando-a tão demorada quanto a colisão com os pneus, mas que não permite a volta do carro após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre o carro e a energia mecânica dissipada?

- A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.
- A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é a mesma nas duas situações.
- A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.

8. (Enem 2022) Um Buraco Negro é um corpo celeste que possui uma grande quantidade de matéria concentrada em uma pequena região do espaço, de modo que sua força gravitacional é tão grande que qualquer partícula fica aprisionada em sua superfície, inclusive a luz. O raio dessa região caracteriza uma superfície-limite, chamada de horizonte de eventos, da qual nada consegue escapar. Considere que o Sol foi instantaneamente substituído por um Buraco Negro com a mesma massa solar, de modo que o seu horizonte de eventos seja de aproximadamente 3,0 km.

SCHWARZSCHILD, K. *On the Gravitational Field of a Mass Point According to Einstein's Theory*. Disponível em: arxiv.org. Acesso em: 26 maio 2022 (adaptado).

Após a substituição descrita, o que aconteceria aos planetas do Sistema Solar?

- Eles se moveriam em órbitas espirais, aproximando-se sucessivamente do Buraco Negro.
- Eles oscilariam aleatoriamente em torno de suas órbitas elípticas originais.
- Eles se moveriam em direção ao centro do Buraco Negro.

- d) Eles passariam a precessionar mais rapidamente.  
e) Eles manteriam suas órbitas inalteradas.

9. (Enem 2021) No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum.

Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:

Colega A: "O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!"

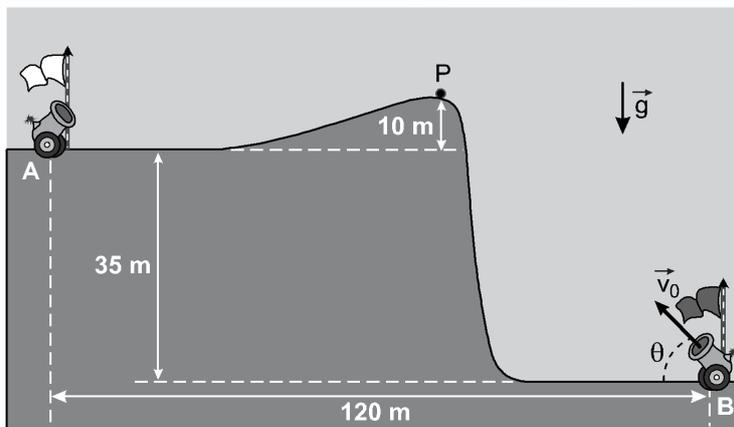
Colega B: Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!"

HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 3, dez. 2004 (adaptado).

O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o(a)

- a) peso dos corpos.  
b) resistência do ar.  
c) massa dos corpos.  
d) densidade dos corpos.  
e) aceleração da gravidade.

10. (Enem 2021) A figura foi extraída de um antigo jogo para computadores, chamado *Bang!*



No jogo, dois competidores controlam os canhões A e B, disparando balas alternadamente com o objetivo de atingir o canhão do adversário; para isso, atribuem valores estimados para o módulo da velocidade inicial de disparo ( $|\dot{v}_0|$ ) e para o ângulo de disparo ( $\theta$ ).

Em determinado momento de uma partida, o competidor B deve disparar; ele sabe que a bala disparada anteriormente,  $\theta = 53^\circ$ , passou tangenciando o ponto P.

No jogo,  $|\dot{g}|$  é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ . Considere  $\text{sen} 53^\circ = 0,8$ ,  $\text{cos} 53^\circ = 0,6$  e desprezível a ação de forças dissipativas.

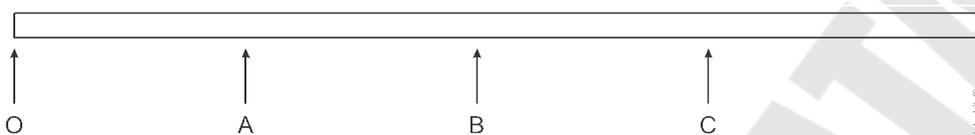
Disponível em: <http://mebdownloads.butzke.net.br>. Acesso em: 18 abr. 2015 (adaptado).

Com base nas distâncias dadas e mantendo o último ângulo de disparo, qual deveria ser,

aproximadamente, o menor valor de  $|v_0|$  que permitiria ao disparo efetuado pelo canhão B atingir o canhão A?

- a) 30 m/s.
- b) 35 m/s.
- c) 40 m/s.
- d) 45 m/s.
- e) 50 m/s.

11. (Enem 2020) Você foi contratado para sincronizar os quatro semáforos de uma avenida, indicados pelas letras O, A, B e C, conforme a figura.



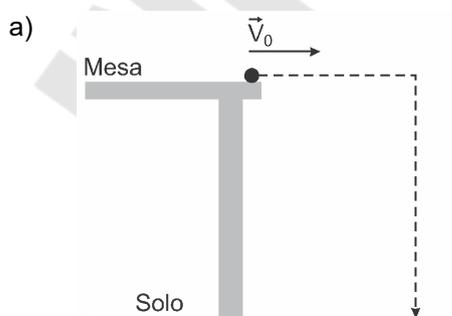
Os semáforos estão separados por uma distância de 500 m. Segundo os dados estatísticos da companhia controladora de trânsito, um veículo, que está inicialmente parado no semáforo O, tipicamente parte com aceleração constante de  $1 \text{ m s}^{-2}$  até atingir a velocidade de  $72 \text{ km h}^{-1}$  e, a partir daí, prossegue com velocidade constante. Você deve ajustar os semáforos A, B e C de modo que eles mudem para a cor verde quando o veículo estiver a 100 m de cruzá-los, para que ele não tenha que reduzir a velocidade em nenhum momento.

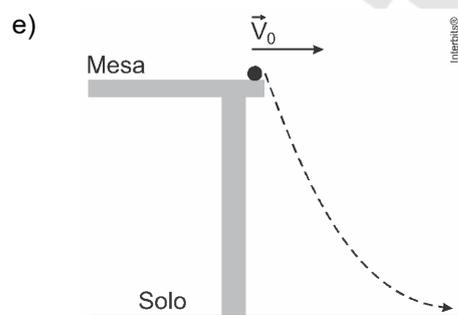
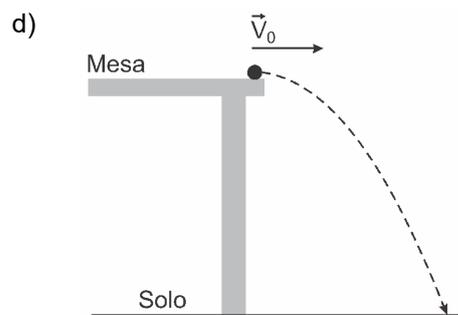
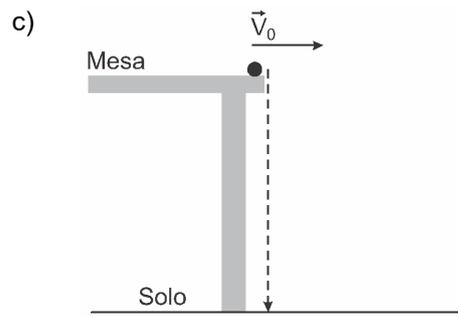
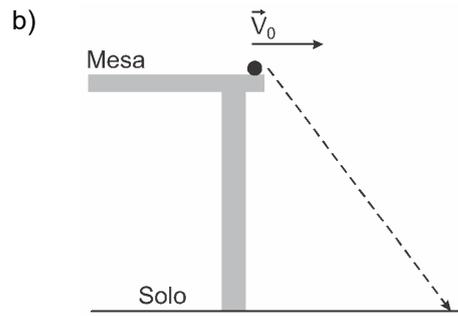
Considerando essas condições, aproximadamente quanto tempo depois da abertura do semáforo O os semáforos A, B e C devem abrir, respectivamente?

- a) 20 s, 45 s e 70 s.
- b) 25 s, 50 s e 75 s.
- c) 28 s, 42 s e 53 s.
- d) 30 s, 55 s e 80 s.
- e) 35 s, 60 s e 85 s.

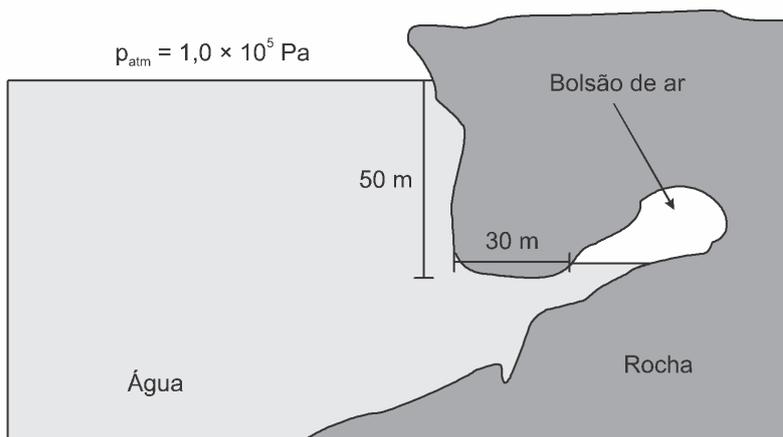
12. (Enem 2020) Nos desenhos animados, com frequência se vê um personagem correndo na direção de um abismo, mas, ao invés de cair, ele continua andando no vazio e só quando percebe que não há nada sob seus pés é que ele para de andar e cai verticalmente. No entanto, para observar uma trajetória de queda num experimento real, pode-se lançar uma bolinha, com velocidade constante ( $v_0$ ), sobre a superfície de uma mesa e verificar o seu movimento de queda até o chão.

Qual figura melhor representa a trajetória de queda da bolinha?

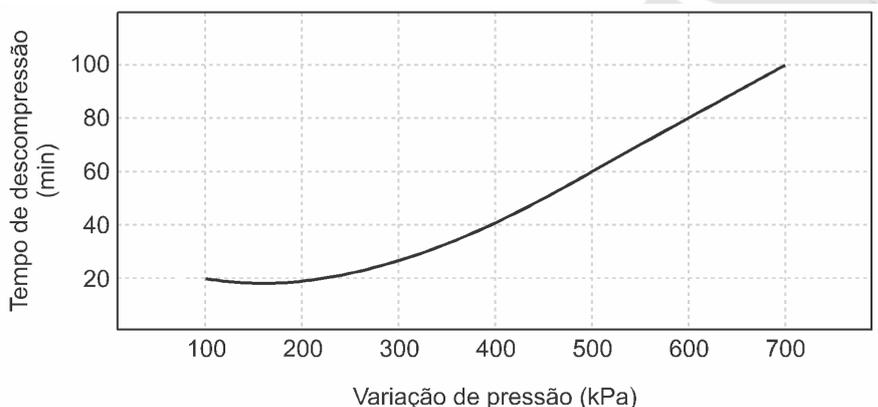




13. (Enem 2020) Um mergulhador fica preso ao explorar uma caverna no oceano. Dentro da caverna formou-se um bolsão de ar, como mostrado na figura, onde o mergulhador se abrigou.



Durante o resgate, para evitar danos a seu organismo, foi necessário que o mergulhador passasse por um processo de descompressão antes de retornar à superfície para que seu corpo ficasse novamente sob pressão atmosférica. O gráfico mostra a relação entre os tempos de descompressão recomendados para indivíduos nessa situação e a variação de pressão.

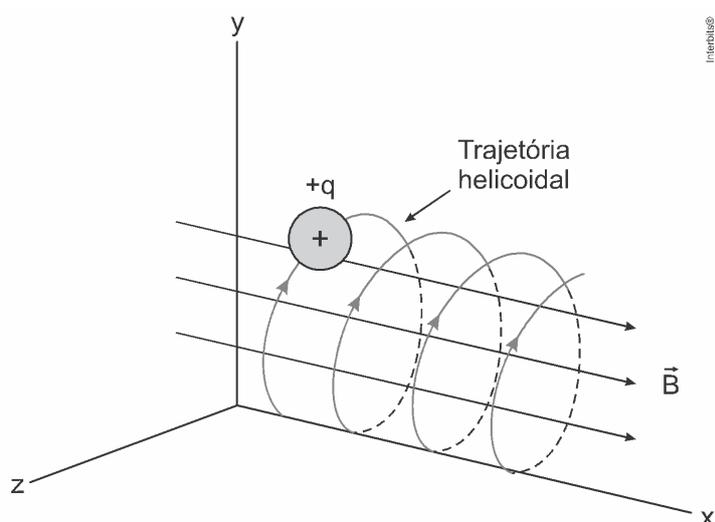


Considere que a aceleração da gravidade seja igual a  $10 \text{ m s}^{-2}$  e que a densidade da água seja de  $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ .

Em minutos, qual é o tempo de descompressão a que o mergulhador deverá ser submetido?

- a) 100
- b) 80
- c) 60
- d) 40
- e) 20

14. (Enem 2019) O espectrômetro de massa de tempo de voo é um dispositivo utilizado para medir a massa de íons. Nele, um íon de carga elétrica  $q$  é lançado em uma região de campo magnético constante  $\vec{B}$ , descrevendo uma trajetória helicoidal, conforme a figura. Essa trajetória é formada pela composição de um movimento circular uniforme no plano  $yz$  e uma translação ao longo do eixo  $x$ . A vantagem desse dispositivo é que a velocidade angular do movimento helicoidal do íon é independente de sua velocidade inicial. O dispositivo então mede o tempo  $t$  de voo para  $N$  voltas do íon. Logo, com base nos valores  $q, B, N$  e  $t$ , pode-se determinar a massa do íon.



A massa do íon medida por esse dispositivo será

- a)  $\frac{qBt}{2\pi N}$
- b)  $\frac{qBt}{\pi N}$
- c)  $\frac{2qBt}{\pi N}$
- d)  $\frac{qBt}{N}$
- e)  $\frac{2qBt}{N}$

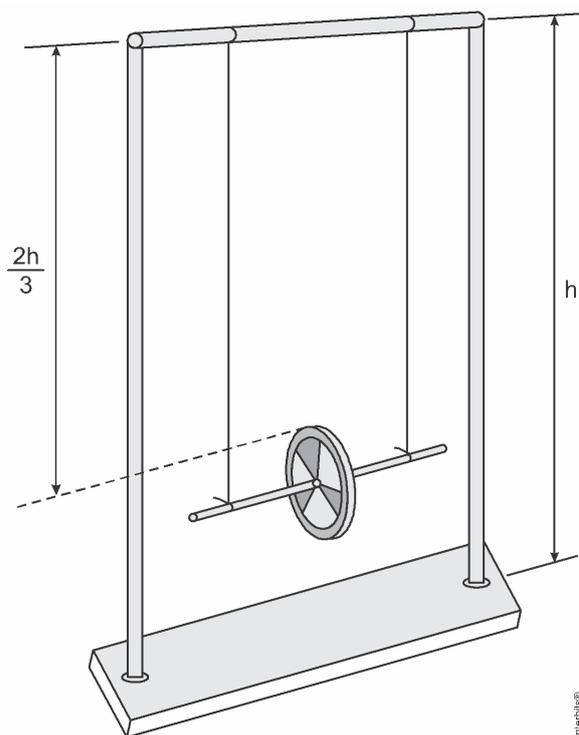
15. (Enem 2019) Numa feira de ciências, um estudante utilizará o disco de Maxwell (ioiô) para demonstrar o princípio da conservação da energia. A apresentação consistirá em duas etapas.

Etapa 1 – a explicação de que, à medida que o disco desce, parte de sua energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética de translação e energia cinética de rotação;

Etapa 2 – o cálculo da energia cinética de rotação do disco no ponto mais baixo de sua trajetória, supondo o sistema conservativo.

Ao preparar a segunda etapa, ele considera a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ ms}^{-2}$  e a velocidade linear do centro de massa do disco desprezível em comparação com a velocidade angular. Em seguida, mede a altura do topo do disco em relação ao chão no ponto mais baixo de sua trajetória, obtendo  $\frac{1}{3}$  da altura da haste do brinquedo.

As especificações de tamanho do brinquedo, isto é, de comprimento (C), largura (L) e altura (A), assim como da massa de seu disco de metal, foram encontradas pelo estudante no recorte de manual ilustrado a seguir.



Conteúdo: base de metal, hastes metálicas, barra superior, disco de metal.

Tamanho (C x L x A): 300 mm x 100 mm x 410 mm

Massa do disco de metal: 30 g

O resultado do cálculo da etapa 2, em joule, é:

- a)  $4,10 \times 10^{-2}$
- b)  $8,20 \times 10^{-2}$
- c)  $1,23 \times 10^{-1}$
- d)  $8,20 \times 10^4$
- e)  $1,23 \times 10^5$

16. (Enem 2019) Em qualquer obra de construção civil é fundamental a utilização de equipamentos de proteção individual, tal como capacetes. Por exemplo, a queda livre de um tijolo de massa 2,5 kg de uma altura de 5 m, cujo impacto contra um capacete pode durar até 0,5 s, resulta em uma força impulsiva média maior do que o peso do tijolo. Suponha que a aceleração gravitacional seja  $10 \text{ m s}^{-2}$  e que o efeito de resistência do ar seja desprezível.

A força impulsiva média gerada por esse impacto equivale ao peso de quantos tijolos iguais?

- a) 2
- b) 5
- c) 10
- d) 20
- e) 50

17. (Enem 2019) Dois amigos se encontram em um posto de gasolina para calibrar os pneus de suas bicicletas. Uma das bicicletas é de corrida (bicicleta A) e a outra, de passeio (bicicleta B). Os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, exceto que a largura dos pneus de A é menor que a largura dos pneus de B. Ao calibrarem os pneus das bicicletas A e B, respectivamente com pressões de calibração  $p_A$  e  $p_B$ , os amigos observam que o pneu

da bicicleta A deforma, sob mesmos esforços, muito menos que o pneu da bicicleta B. Pode-se considerar que as massas de ar comprimido no pneu da bicicleta A,  $m_A$ , e no pneu da bicicleta B,  $m_B$ , são diretamente proporcionais aos seus volumes.

Comparando as pressões e massas de ar comprimido nos pneus das bicicletas, temos:

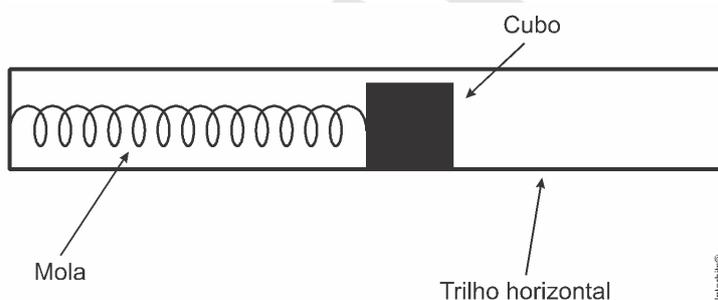
- a)  $p_A < p_b$  e  $m_A < m_B$
- b)  $p_A > p_b$  e  $m_A < m_B$
- c)  $p_A > p_b$  e  $m_A = m_B$
- d)  $p_A < p_b$  e  $m_A = m_B$
- e)  $p_A > p_b$  e  $m_A > m_B$

18. (Enem 2018) Visando a melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

Duas consequências provocadas por essa troca de aro são:

- a) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- b) Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- c) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- d) Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- e) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.

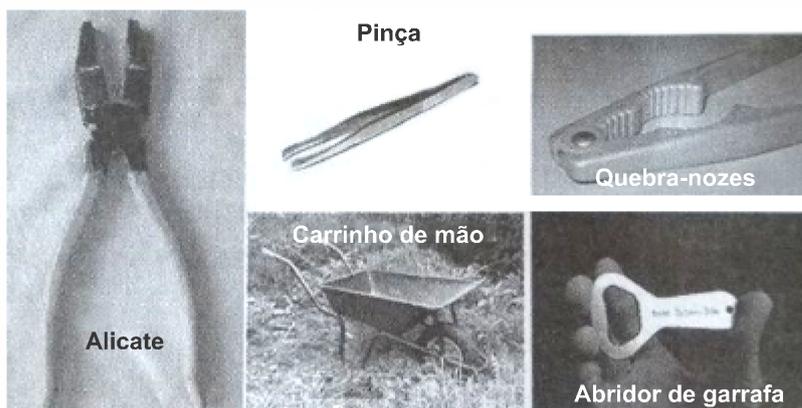
19. (Enem 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve

- a) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- b) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
- c) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- d) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- e) trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

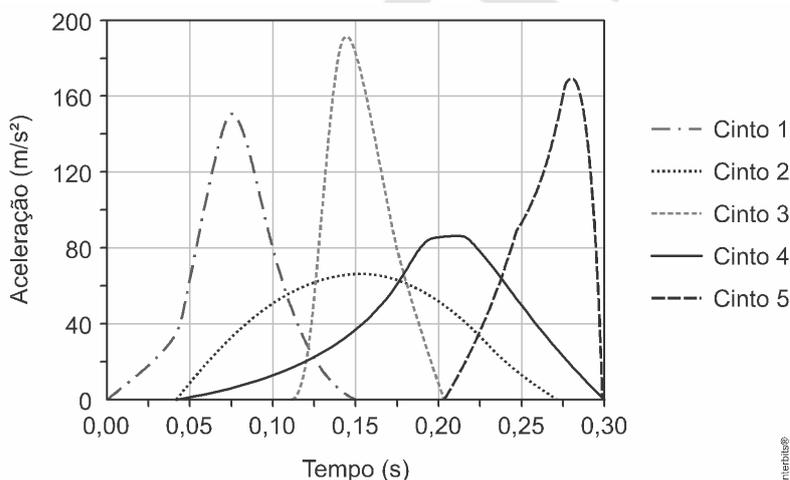
20. (Enem 2018) As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.



Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?

- a) Pinça.
- b) Alicate.
- c) Quebra-nozes.
- d) Carrinho de mão.
- e) Abridor de garrafa.

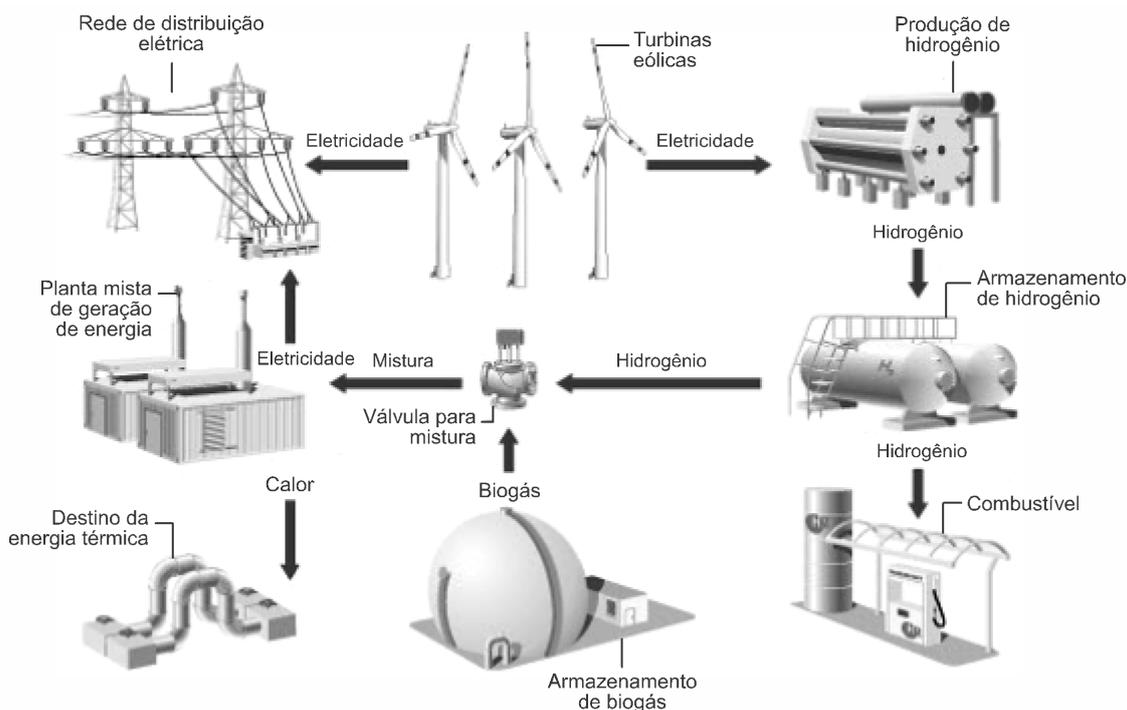
21. (Enem 2017) Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

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

22. (Enem 2017) A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



Disponível em: [www.enertrag.com](http://www.enertrag.com). Acesso em: 24 abr. 2015 (adaptado).

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
- combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
- planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

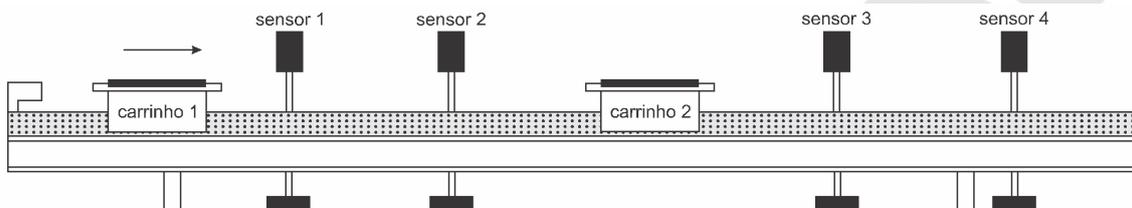
23. (Enem 2016) A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de  $690 \text{ m}^3/\text{s}$  por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local ( $10 \text{ m/s}^2$ ) e a densidade da água ( $1.000 \text{ kg/m}^3$ ). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br). Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- 0
- 1,18
- 116,96
- 816,96
- 13.183,04

24. (Enem 2016) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2, ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- a) 50,0 g.
- b) 250,0 g.
- c) 300,0 g.
- d) 450,0 g.
- e) 600,0 g.

25. (Enem 2015) Um garoto foi à loja comprar um estilingue e encontrou dois modelos: um com borracha mais “dura” e outro com borracha mais “mole”. O garoto concluiu que o mais adequado seria o que proporcionasse maior alcance horizontal,  $D$ , para as mesmas condições de arremesso, quando submetidos à mesma força aplicada. Sabe-se que a constante elástica  $k_d$  (do estilingue mais “duro”) é o dobro da constante elástica  $k_m$  (do estilingue mais “mole”).

A razão entre os alcances  $\frac{D_d}{D_m}$ , referentes aos estilingues com borrachas “dura” e “mole”,

respectivamente, é igual a

- a)  $\frac{1}{4}$ .
- b)  $\frac{1}{2}$ .
- c) 1.
- d) 2.

e) 4.

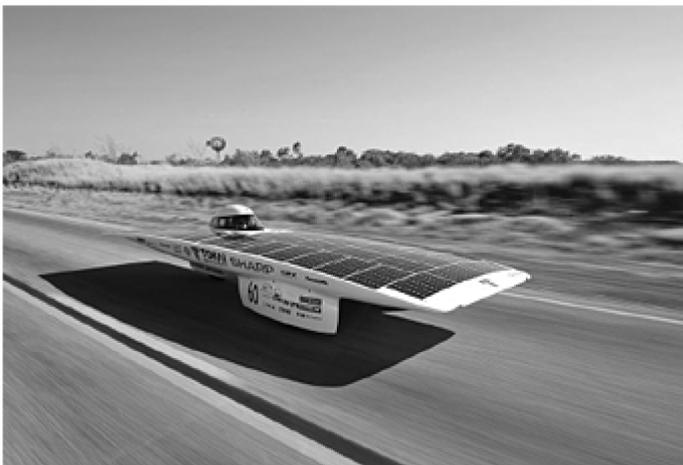
26. (Enem 2015) Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2012 (adaptado)

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de

- a)  $5,4 \times 10^2$  J.
- b)  $6,5 \times 10^3$  J.
- c)  $8,6 \times 10^3$  J.
- d)  $1,3 \times 10^4$  J.
- e)  $3,2 \times 10^4$  J.

27. (Enem 2015) Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Disponível em: [www.physics.hku.hk](http://www.physics.hku.hk). Acesso em: 3 jun. 2015.

Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de  $1.000 \text{ W/m}^2$ , que o carro solar possua massa de 200 kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de  $9,0 \text{ m}^2$  e rendimento de 30%.

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de

- a) 1,0 s.
- b) 4,0 s.

- c) 10 s.
- d) 33 s.
- e) 300 s.

28. (Enem 2014) Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelho, considerando o módulo da velocidade constante.

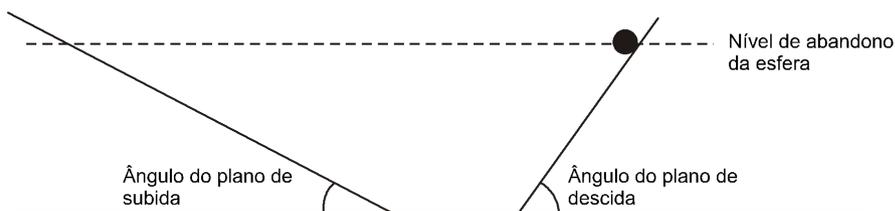


SOUSA, M. *Cebolinha*, n. 240. jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelho, no terceiro quadrinho, é

- a) nulo.
- b) paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- c) paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- d) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- e) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

29. (Enem 2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.

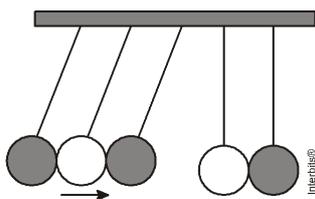


Galileu e o plano inclinado. Disponível em: [www.fisica.ufpb.br](http://www.fisica.ufpb.br). Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

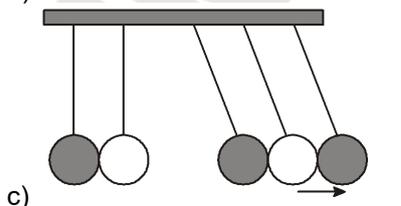
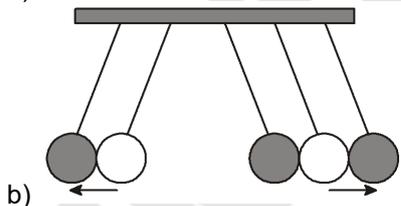
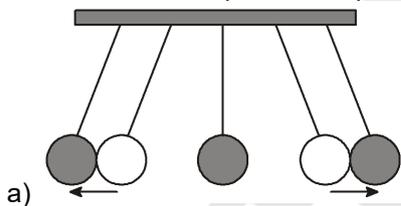
Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

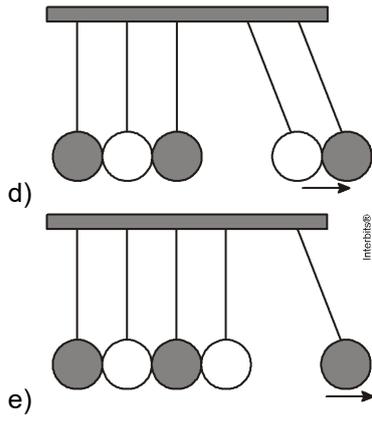
- manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

30. (Enem 2014) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas que inicialmente estavam paradas.



O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:





INICIATIVA EXATAS

## Gabarito

### Resposta da questão 1:

[B]

Desconsideram-se os tempos de aceleração e desaceleração nas cancelas.

Calculando o tempo de viagem de cada um dos veículos, carro (1) e caminhão (2).

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t_1 = \frac{\Delta S}{v_1} + \Delta t_{\text{parada}} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{480}{100} + 10 \left( \frac{3}{60} \right) = 4,8 + 0,5 \Rightarrow \Delta t_1 = 5,3 \text{ h} \\ \Delta t_2 = \frac{\Delta S}{v_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{480}{80} \Rightarrow \Delta t_2 = 6,0 \text{ h} \end{array} \right.$$

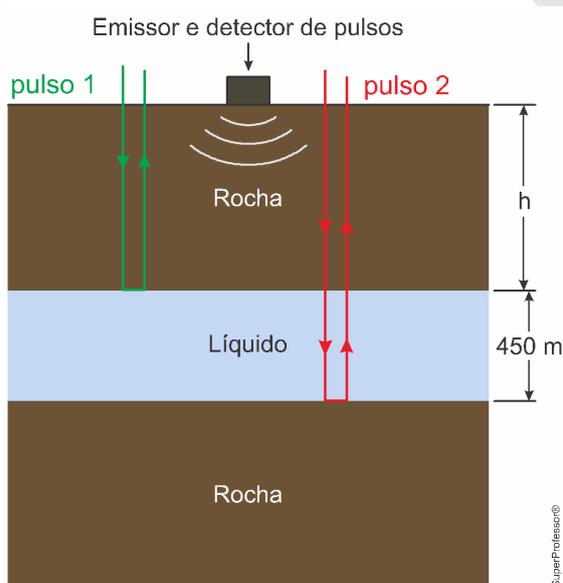
Calculando a diferença de tempos:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 6,0 - 5,3 = 0,7 \text{ h} \Rightarrow \Delta t = 0,7 \times 60 \Rightarrow \Delta t = 42 \text{ min}$$

### Resposta da questão 2:

[D]

A figura mostra dois pulsos, 1 e 2, fazendo os percursos propostos no enunciado. Considerando a distância percorrida de ida e volta nos dois casos, têm-se:



$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = vt_1 \Rightarrow 2h = vt_1 \\ d_2 = vt_2 \Rightarrow 2h + 900 = vt_2 \end{array} \right\} \Rightarrow d_2 - d_1 = vt_2 - vt_1 \Rightarrow 2h + 900 - 2h = v(1,1 - 0,5) \Rightarrow$$

$$900 = 0,6v \Rightarrow v = \frac{900}{0,6} \Rightarrow v = 1.500 \text{ m/s}$$

### Resposta da questão 3:

[C]

No ponto de altura máxima, a velocidade é **nula** e a aceleração é a da gravidade: direção vertical e sentido **para baixo**.

### Resposta da questão 4:

[A]

Como o movimento é retilíneo e horizontal, a normal e o peso tem a mesma intensidade.

$$N = P = mg = 200 \cdot 10 \Rightarrow N = P = 2.000\text{N}$$

A força de atrito máxima tem intensidade:

$$F_{\text{at}} = \mu N = 0,2 \cdot 2.000 \Rightarrow F_{\text{at}} = 400\text{N}$$

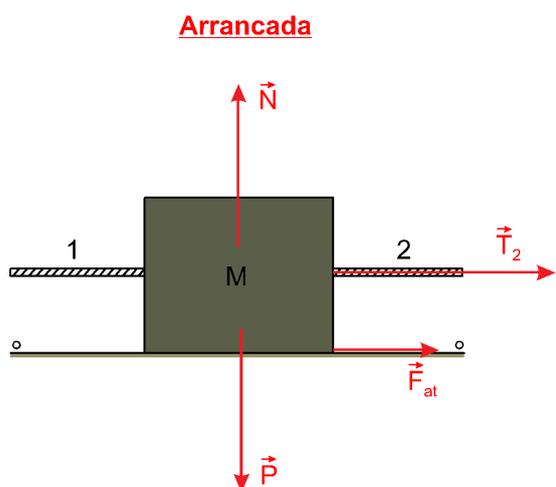
Analisando cada uma das duas situações.

**- Arrancada**

Durante o processo de aceleração, a tendência da carga é ficar em repouso, por inércia.

Ela é acelerada pela força de atrito e pela tração na corda 2. A corda 1 não é exigida ( $T_1 = 0$ ).

A figura ilustra essa situação.



Aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$F_{R1} = T_2 + F_{\text{at}} \Rightarrow m|a_1| = T_2 + F_{\text{at}} \Rightarrow 200 \cdot 3 = T_2 + 400 \Rightarrow T_2 = 200\text{N}.$$

Assim:

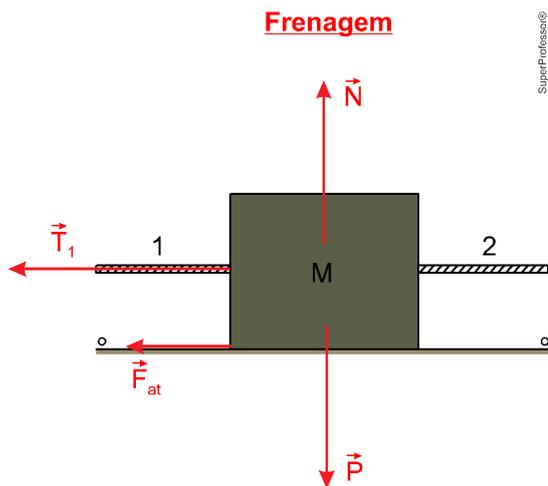
$$T_1 = 0 \text{ e } T_2 = 200\text{N}$$

**- Frenagem**

Durante o processo de frenagem, a tendência da carga é continuar em movimento retilíneo e uniforme, por inércia.

Ela é freada pela força de atrito e pela tração na corda 1. A corda 2 não é exigida ( $T_2 = 0$ ).

A figura ilustra essa situação.



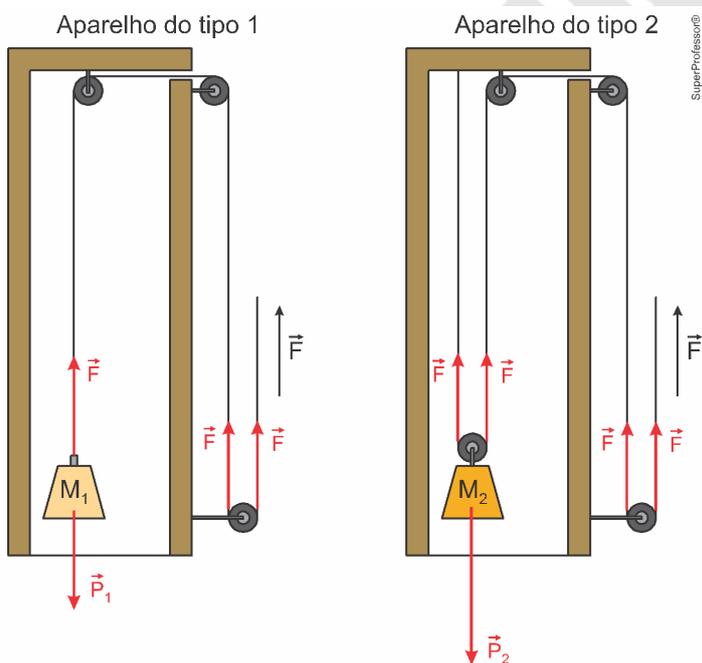
$$F_{R2} = T_1 + F_{at} \Rightarrow m|a_2| = T_1 + F_{at} \Rightarrow 200 \cdot 5 = T_2 + 400 \Rightarrow T_1 = 600N.$$

Assim:

$$T_1 = 600N \text{ e } T_2 = 0$$

**Resposta da questão 5:**

[D]



Nos dois casos, a velocidade é constante, sendo nula a resultante em cada uma das cargas.

Então:

$$\left\{ \begin{array}{l} F = P_1 \Rightarrow F = M_1 g \\ 2F = P_2 \Rightarrow 2F = M_2 g \end{array} \right\} \div \Rightarrow \frac{F}{2F} = \frac{M_1 g}{M_2 g} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{M_1}{M_2} \Rightarrow \boxed{\frac{M_2}{M_1} = 2}$$

**Resposta da questão 6:**

[E]

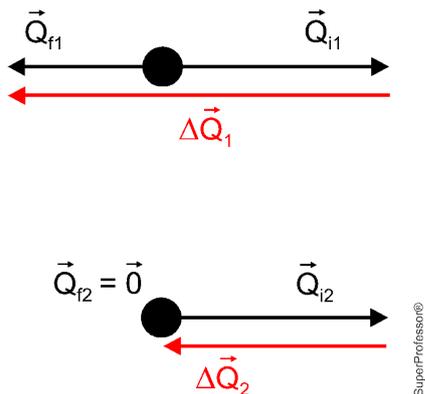
- A força  $\vec{F}$  é paralela à muleta;

- A força peso ( $\vec{P}$ ) é aplicada no centro de massa da muleta;
- A força de atrito ( $\vec{f}_e$ ) é no sentido de impedir o escorregamento;
- A força normal ( $\vec{N}$ ) é perpendicular à superfície de apoio.

**Resposta da questão 7:**

[A]

O impulso da força resultante é igual à variação da quantidade de movimento:  
A figura mostra a variação da quantidade de movimento nas duas colisões. (1: barreira de pneus; 2: blocos).



$$\vec{I} = \Delta \vec{Q} \Rightarrow \vec{F}_R \Delta t = \Delta \vec{Q} \Rightarrow \vec{F}_R = \frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t}$$

Da figura:

$$|\Delta \vec{Q}_1| > |\Delta \vec{Q}_2| \Rightarrow F_{R1} < F_{R2}$$

Na colisão 2, o carro para, sofrendo dissipação total de sua mecânica. Então:

$$E_{\text{dissip } 2} > E_{\text{dissip } 1}$$

**Resposta da questão 8:**

[E]

A expressão da força gravitacional é:

$$F = \frac{GMm}{d^2}; \text{ sendo } M \text{ a massa do Sol, } m \text{ a massa do planeta e } d \text{ a distância Sol-planeta. Como}$$

as massas não se alteram e a distância Sol-planeta é maior que 3 km, os planetas do sistema solar manteriam suas órbitas inalteradas.

**Resposta da questão 9:**

[B]

O aspecto comum que explica a diferença nos tempos de queda dos corpos é a força de resistência do ar, que depende principalmente do próprio ar e da forma geométrica (aerodinâmica) de cada corpo.

**Resposta da questão 10:**

[C]

Na direção horizontal, o movimento é uniforme.

$$x = x_0 + v_{0x} t \Rightarrow x = 0 + v_0 \cos 53^\circ t \Rightarrow 120 = 0,6 v_0 t \Rightarrow \underline{v_0 t = 200} \quad (I)$$

Na direção vertical, o movimento é uniformemente variado.

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y = 0 + v_0 \sin 53^\circ t - 5 t^2 \Rightarrow 35 = 0,8 \times 200 - 5 t^2 \Rightarrow$$

$$5 t^2 = 160 - 35 \Rightarrow t^2 = \frac{125}{5} \Rightarrow \underline{t = 5 \text{ s}} \quad (II)$$

Substituindo (II) em (I):

$$v_0 t = 200 \Rightarrow v_0 (5) = 200 \Rightarrow \underline{v_0 = 40 \text{ m/s}}$$

**Resposta da questão 11:**

[D]

$$v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}; a = 1 \text{ m/s}^2.$$

O semáforo A deve mudar para verde, quando o veículo tiver percorrido 400m.

Tempo de aceleração ( $t_1$ ):

$$v = v_0 + a t_1 \Rightarrow 20 = 0 + 1 t_1 \Rightarrow \underline{t_1 = 20 \text{ s}}$$

Distância percorrida nesse tempo:

$$d_1 = \frac{a}{2} t_1^2 = \frac{1}{2} (20)^2 \Rightarrow \underline{d_1 = 200 \text{ m}}$$

$$d_2 = 400 - d_1 = 400 - 200 \Rightarrow \underline{d_2 = 200 \text{ m}}$$

$$t_2 = \frac{d_2}{v} = \frac{200}{20} \Rightarrow \underline{t_2 = 10 \text{ s}}$$

Assim, o tempo de abertura para o sinal A é:

$$t_A = t_1 + t_2 = 20 + 10 \Rightarrow \underline{t_A = 30 \text{ s}}$$

Para abertura dos outros dois semáforos o veículo deve percorrer 500m e 1000m com velocidade constante de 20 m/s.

$$t_B = t_A + t_3 \Rightarrow t_B = 30 + \frac{500}{20} \Rightarrow \underline{t_B = 55 \text{ s}}$$

$$t_C = t_B + t_4 \Rightarrow t_C = 55 + \frac{500}{20} \Rightarrow \underline{t_C = 80 \text{ s}}$$

**Resposta da questão 12:**

[D]

Para a altura considerada, a resistência do ar é desprezível. A trajetória da bolinha é, então, um arco de parábola, resultante da composição do movimento uniforme na direção horizontal do movimento uniformemente variado na direção vertical.

**Resposta da questão 13:**

[C]

Aumento de pressão a que ele foi submetido ã devido a pressão da coluna líquida.

$$\Delta p = \rho g h \Rightarrow 10^3 \times 10 \times 50 \Rightarrow \Delta p = 500 \times 10^3 \Rightarrow \underline{\Delta p = 500 \text{ kPa}}$$

No gráfico, para esse aumento de pressão, o tempo de descompressão é de 60 minutos.

**Resposta da questão 14:**

[A]

O raio da órbita da partícula é dado por:

$$F_{\text{mag}} = F_{\text{cp}}$$

$$qBv = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

E o seu período:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot mv}{v \cdot qB}$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Como o íon descreve N voltas num tempo t, vem:

$$t = TN = \frac{2\pi mN}{qB}$$

$$\therefore m = \frac{qBt}{2\pi N}$$

**Resposta da questão 15:**

[B]

Por conservação de energia entre os pontos mais alto e mais baixo atingidos pelo brinquedo, considerando nula a energia cinética no ponto mais baixo, temos:

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{rot}}$$

$$m \cdot g \cdot \frac{2h}{3} = E_{\text{rot}}$$

$$3 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot \frac{2 \cdot 0,41}{3} = E_{\text{rot}}$$

$$\therefore E_{\text{rot}} = 8,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

**Resposta da questão 16:**

[A]

Por conservação da energia mecânica, podemos determinar o módulo da velocidade com a qual o tijolo atinge o capacete:

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{cin}}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

Pelo teorema do impulso, temos:

$$I = \Delta Q$$

$$F\Delta t = mv_f - mv_i$$

$$F \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 0 - 2,5 \cdot (-10)$$

$$F = 50 \text{ N}$$

$$\therefore F = 2P$$

Obs: A rigor, levando-se em consideração a força resultante sobre o tijolo, um cálculo mais correto seria:

$$(F - P)\Delta t = mv_f - mv_i$$

$$(F - 25) \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 0 - 2,5 \cdot (-10)$$

$$F = 75 \text{ N}$$

$$\therefore F = 3P$$

Nesse caso, a questão ficaria sem alternativa correta.

**Resposta da questão 17:**

[B]

Como o pneu da bicicleta A deforma, sob mesmos esforços, menos que o pneu da bicicleta B, podemos concluir que:

$$p_A > p_B$$

E como os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, mas com A sendo menos largo que B, e dado que o enunciado diz que as massas são diretamente proporcionais aos volumes, devemos ter que:

$$V_A < V_B \Rightarrow m_A < m_B$$

**Resposta da questão 18:**

[A]

O aumento do diâmetro da roda causa uma elevação na altura do carro, elevando também o seu centro de massa, tornando o veículo mais instável.

Como a grandeza medida pelo velocímetro é a velocidade angular e não a linear, a medição feita por ele não irá mudar. Já a velocidade do automóvel (dada por  $v = \omega R$ ) irá aumentar devido ao aumento do diâmetro da roda do carro, resultando num valor superior ao medido pelo velocímetro.

**Resposta da questão 19:**

[B]

Por conservação da energia mecânica:

$$E_{\text{elástica}} = E_{\text{cinética}}$$

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = x \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Portanto, podemos concluir que para a velocidade ser aumentada em quatro vezes, basta manter a mesma mola (mesmo  $k$ ) e aumentar em quatro vezes a sua deformação  $x$ .

**Resposta da questão 20:**

[A]

Dentre os objetos, a pinça é a única para a qual a força potente se sobressai sobre a resistente. Para o restante dos instrumentos, a força necessária a ser feita (potente), é sempre menor ou igual à de uma segunda força a ser vencida (resistente).

**Resposta da questão 21:**

[B]

Pelo gráfico, o cinto que apresenta o menor valor de amplitude para a aceleração é o 2, sendo portanto o mais seguro.

**Resposta da questão 22:**

[B]

Com o armazenamento do hidrogênio previamente produzido, é possível utilizá-lo mesmo que as turbinas eólicas deixem de produzir eletricidade por um curto período.

**Resposta da questão 23:**

[C]

A potência teórica ( $P_T$ ) em cada unidade corresponde à energia potencial da água represada,

que tem vazão  $z = \frac{V}{\Delta t} = 690 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Sendo  $\rho$  a densidade da água,  $g$  a aceleração da gravidade e  $h$  a altura de queda, tem-se:

$$P_T = \frac{mgh}{\Delta t} = \frac{\rho V gh}{\Delta t} = \rho \frac{V}{\Delta t} gh \Rightarrow P_T = \rho z gh = 10^3 \cdot 690 \cdot 10 \cdot 118,4 = 816,96 \times 10^6 \text{ W} \Rightarrow$$

$$P_T = 816,96 \text{ MW}.$$

A potência gerada em cada unidade é:

$$P_G = \frac{14.000}{20} \Rightarrow P_G = 700 \text{ MW}.$$

A potência não aproveitada (dissipada) corresponde à diferença entre a potência teórica e a potência gerada.

$$P_d = P_T - P_G = 816,96 - 700 \Rightarrow P_d = 116,96 \text{ MW}.$$

**Resposta da questão 24:**

[C]

A velocidade do carrinho 1 antes do choque é:

$$v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{30,0 - 15,0}{1,0 - 0,0} \Rightarrow v_1 = 15,0 \text{ cm/s}.$$

O carrinho 2 está em repouso:  $v_2 = 0$ .

Após a colisão, os carrinhos seguem juntos com velocidade  $v_{12}$ , dada por:

$$v_{12} = \frac{\Delta s_{12}}{\Delta t_{12}} = \frac{90,0 - 75,0}{11,0 - 8,0} \Rightarrow v_{12} = 5,0 \text{ cm/s}.$$

Como o sistema é mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.

$$Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} = Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} \Rightarrow Q_1 + Q_2 = Q_{12} \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_{12} \Rightarrow$$

$$150,0 \cdot 15,0 = (150,0 + m_2) 5,0 \Rightarrow m_2 = \frac{150,0 \cdot 15,0}{5,0} - 150,0 \Rightarrow m_2 = 300,0 \text{ g.}$$

**Resposta da questão 25:**

[B]

Dados:  $k_d = 2 k_m$ ;  $F_d = F_m$ .

Calculando a razão entre as deformações:

$$F_d = F_m \Rightarrow k_d x_d = k_m x_m \Rightarrow 2 k_m x_d = k_m x_m \Rightarrow x_m = 2 x_d$$

Comparando as energias potenciais elásticas armazenadas nos dois estilingos:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_d^{\text{pot}} = \frac{k_d x_d^2}{2} = \frac{2 k_m x_d^2}{2} = k_m x_d^2 \\ E_m^{\text{pot}} = \frac{k_m x_m^2}{2} = \frac{k_m (2x_d)^2}{2} = \frac{4 k_m x_d^2}{2} = 2 k_m x_d^2 \end{array} \right\} \Rightarrow E_m^{\text{pot}} = 2 E_d^{\text{pot}}$$

Considerando o sistema conservativo, toda essa energia potencial é transformada em cinética para o objeto lançado. Assim:

$$E_m^{\text{cin}} = 2 E_d^{\text{cin}} \Rightarrow \frac{m v_m^2}{2} = 2 \frac{m v_d^2}{2} \Rightarrow v_m^2 = 2 v_d^2$$

Supondo lançamentos oblíquos, sendo  $\theta$  o ângulo com a direção horizontal, o alcance horizontal ( $D$ ) é dado pela expressão:

$$D = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} D_d = \frac{v_d^2}{g} \sin(2\theta) \\ D_m = \frac{2 v_d^2}{g} \sin(2\theta) \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{D_d}{D_m} = \frac{1}{2}.$$

**Resposta da questão 26:**

[B]

Dados:  $m = 90 \text{ kg}$ ;  $v_0 = 0$ ;  $v = 12 \text{ m/s}$ .

O trabalho ( $W$ ) da força resultante realizado sobre o atleta é dado pelo teorema da energia cinética.

$$W = \Delta E_{\text{cin}} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{90(12^2 - 0)}{2} \Rightarrow W = 6,48 \times 10^3 \text{ J.}$$

**A enunciado pode induzir à alternativa [C], se o aluno raciocinar erroneamente da seguinte maneira:**

Calculando a aceleração escalar média:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{3,78} = 3,17 \text{ m/s}^2.$$

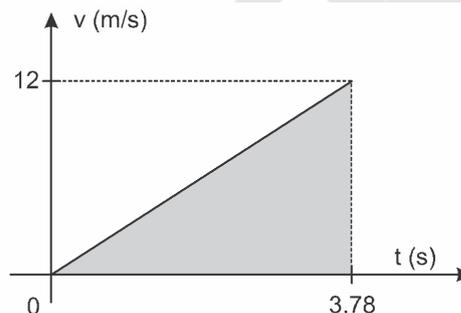
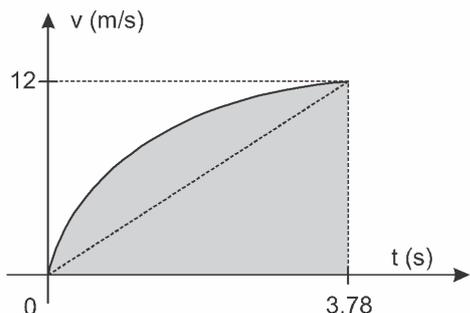
Calculando a "força média" resultante:

$$F_m = m a_m = 90(3,17) \Rightarrow F_m = 286 \text{ N.}$$

Calculando o Trabalho:

$$W = F_m d = 286 \times 30 \Rightarrow W \cong 8,6 \times 10^3 \text{ J.}$$

Essa resolução está errada, pois a aceleração escalar média é aquela que permite atingir a mesma velocidade no mesmo tempo e não percorrer a mesma distância no mesmo tempo. Ela somente seria correta se o enunciado garantisse que a aceleração foi constante (movimento uniformemente variado). Porém, nesse caso, o espaço percorrido teria que ser menor que 30 m. Certamente, a aceleração do atleta no início da prova foi bem maior que a média, possibilitando um deslocamento maior (maior "área") no mesmo tempo, conforme os gráficos velocidade  $\times$  tempo.



**Resposta da questão 27:**

[D]

A intensidade de uma radiação é dada pela razão entre a potência total ( $P_T$ ) captada e a área de captação ( $A$ ), como sugerem as unidades.

Dados:  $I = 1.000 \text{ W/m}^2$ ;  $A = 9 \text{ m}^2$ ;  $m = 200 \text{ kg}$ ;  $v_0 = 0$ ;  $v = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$ ;  $\eta = 30\%$ .

$$I = \frac{P_T}{A} \Rightarrow P_T = I A = 1.000 \times 9 \Rightarrow P_T = 9.000 \text{ W.}$$

Calculando a potência útil ( $P_U$ ):

$$\eta = \frac{P_U}{P_T} \Rightarrow P_U = 30\% P_T = 0,3 \times 9.000 \Rightarrow P_U = 2.700 \text{ W.}$$

A potência útil transfere energia cinética ao veículo.

$$P_U = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2 \Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{200(30^2 - 0)}{2 \times 2.700} \Rightarrow \Delta t = 33,3 \text{ s.}$$

**Resposta da questão 28:**

[A]

Como o módulo da velocidade é constante, o movimento do coelho é circular uniforme, sendo nulo o módulo da componente tangencial da aceleração no terceiro quadrinho.

**Resposta da questão 29:**

[A]

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido à zero, a esfera passa a se deslocar num plano horizontal. Sendo desprezíveis as forças dissipativas, a resultante das forças sobre

ela é nula, portanto o impulso da resultante também é nulo, ocorrendo conservação da quantidade de movimento. Então, por inércia, a velocidade se mantém constante.

**Resposta da questão 30:**

[C]

Como se trata de sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.

$$Q_{\text{final}} = Q_{\text{inicial}} \Rightarrow Q_{\text{final}} = 3 m v.$$

Portanto, após as colisões, devemos ter três esferas bolas com velocidade  $v$  como mostra a alternativa [C].

Podemos também pensar da seguinte maneira: as esferas têm massas iguais e os choques são frontais e praticamente elásticos. Assim, a cada choque, uma esfera para, passando sua velocidade para a seguinte. Enumerando as esferas da esquerda para a direita de 1 a 5, temos:

- A esfera 3 choca-se com a 4, que se choca com a 5. As esferas 3 e 4 param e a 5 sai com velocidade  $v$ ;
- A esfera 2 choca-se com a 3, que se choca com a 4. As esferas 2 e 3 param e a 4 sai com velocidade  $v$ ;
- A esfera 1 choca-se com a 2, que se choca com a 3. As esferas 1 e 2 param e a 3 sai com velocidade  $v$ .

**Resumo das questões selecionadas nesta atividade**

**Legenda:**

NQ = número da questão

Q/DB = número da questão no banco de dados

NQ	Q/DB	Grau/Dif.	Matéria	Fonte	Tipo
1	240243	Baixa	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
2	240241	Baixa	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
3	240252	Baixa	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
4	240246	Média	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
5	240251	Média	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
6	218007	Baixa	Física	Enem/2022	Múltipla escolha
7	218006	Média	Física	Enem/2022	Múltipla escolha
8	218000	Média	Física	Enem/2022	Múltipla escolha
9	204411	Baixa	Física	Enem/2021	Múltipla escolha
10	204416	Média	Física	Enem/2021	Múltipla escolha
11	197239	Média	Física	Enem/2020	Múltipla escolha
12	197236	Baixa	Física	Enem/2020	Múltipla escolha
13	197244	Baixa	Física	Enem/2020	Múltipla escolha
14	189705	Média	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
15	189701	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
16	189704	Média	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
17	189702	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
18	182103	Baixa	Física	Enem/2018	Múltipla escolha
19	182114	Baixa	Física	Enem/2018	Múltipla escolha
20	182111	Baixa	Física	Enem/2018	Múltipla escolha
21	174995	Baixa	Física	Enem/2017	Múltipla escolha
22	174998	Baixa	Física	Enem/2017	Múltipla escolha
23	165239	Média	Física	Enem/2016	Múltipla escolha
24	165242	Média	Física	Enem/2016	Múltipla escolha
25	149333	Média	Física	Enem/2015	Múltipla escolha

26	.....	149326	.....	Baixa	.....	Física	.....	Enem/2015	.....	Múltipla escolha
27	.....	149351	.....	Baixa	.....	Física	.....	Enem/2015	.....	Múltipla escolha
28	.....	135511	.....	Baixa	.....	Física	.....	Enem/2014	.....	Múltipla escolha
29	.....	135501	.....	Baixa	.....	Física	.....	Enem/2014	.....	Múltipla escolha
30	.....	135510	.....	Baixa	.....	Física	.....	Enem/2014	.....	Múltipla escolha

INICIATIVA EXATAS

**Estadísticas - Questões do Enem**

<b>NQ</b>	<b>Q/DB</b>	<b>Cor/prova</b>	<b>Ano</b>	<b>Acerto</b>
6	218007	azul	2022	19%
7	218006	azul	2022	31%
8	218000	azul	2022	11%
9	204411	azul	2021	35%
10	204416	azul	2021	25%
11	197239	azul	2020	17%
12	197236	azul	2020	54%
13	197244	azul	2020	24%
14	189705	azul	2019	24%
15	189701	azul	2019	30%
16	189704	azul	2019	13%
17	189702	azul	2019	26%
18	182103	azul	2018	26%
19	182114	azul	2018	31%
20	182111	azul	2018	13%
21	174995	azul	2017	55%
22	174998	azul	2017	41%

23	165239	azul	2016	38%
24	165242	azul	2016	25%
25	149333	azul	2015	39%
26	149326	azul	2015	26%
27	149351	azul	2015	40%
28	135511	azul	2014	13%
29	135501	azul	2014	14%
30	135510	azul	2014	21%

INICIATIVA EXATAS