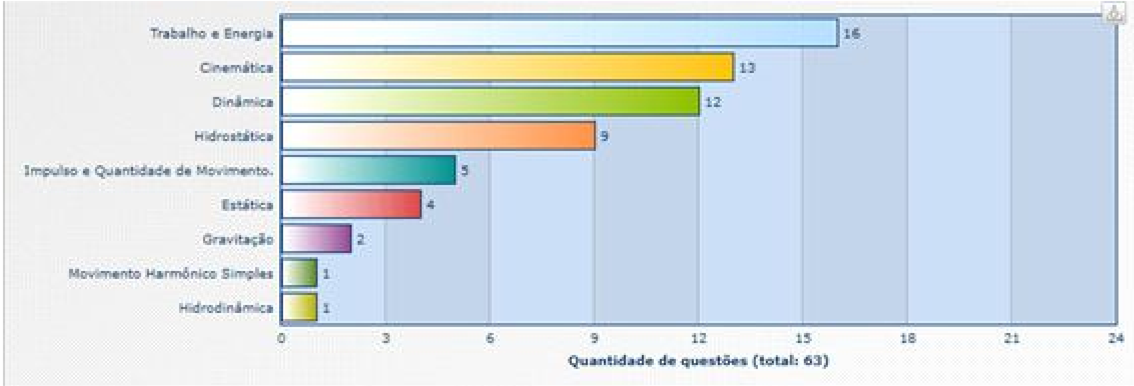
CADERNO 4

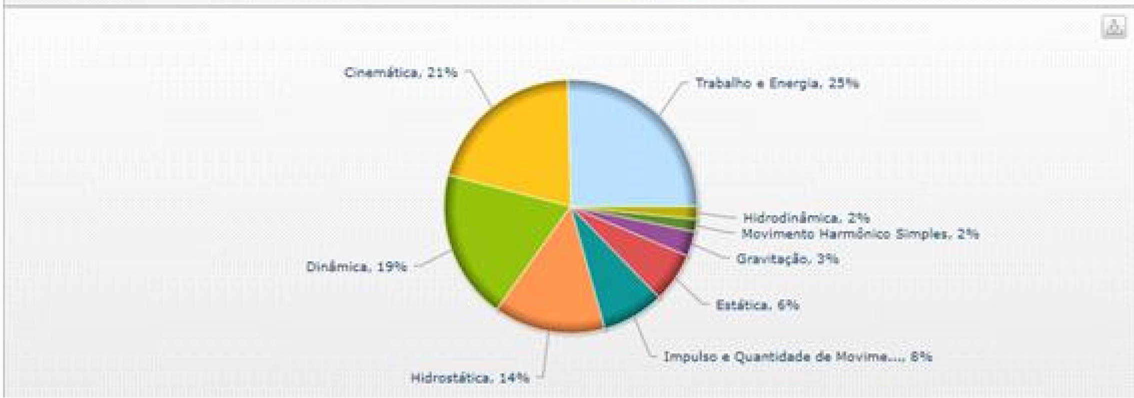
M2B4

trabalho e energia

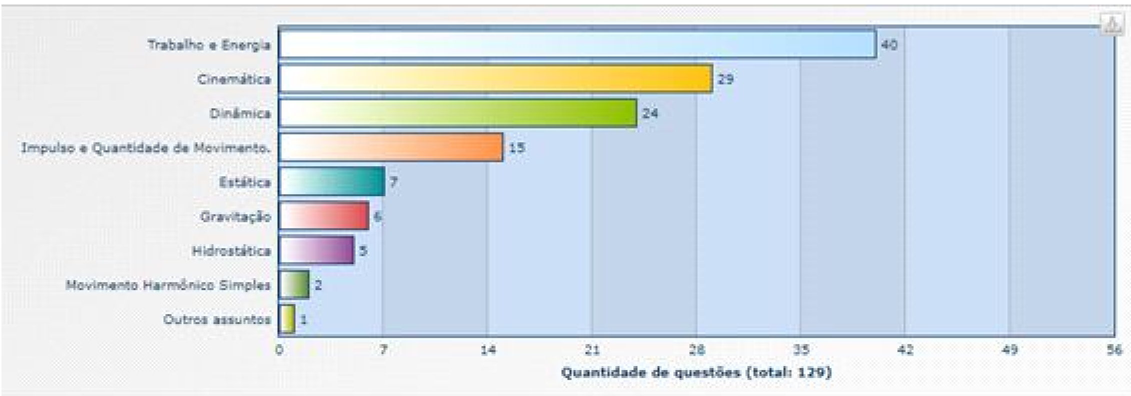
doutor físico

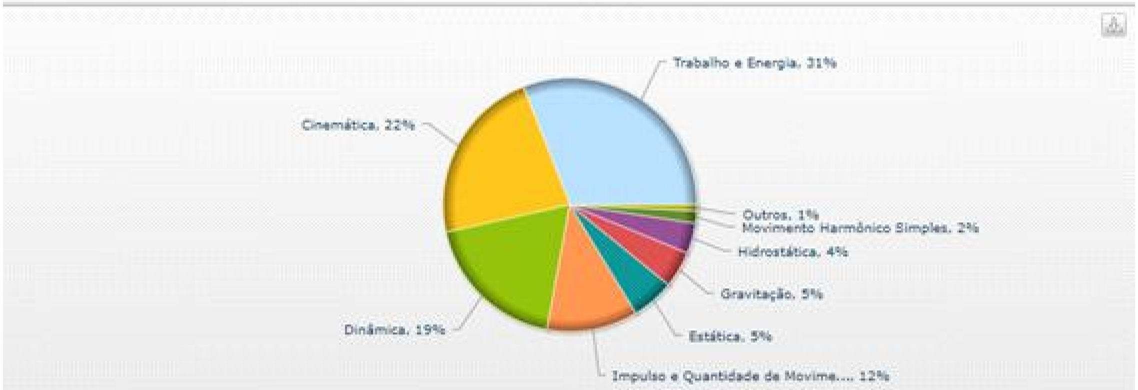
ENEM


Trabalho e Energia 16
Cinemática 13
Dinâmica 12
Hidrostática 9
Impulso e Quantidade de Movimento. 5
Estática 4
Gravitação 2
Movimento Harmônico Simples 1
Hidrodinâmica 1
0 3 6 9 12 15 18 21 24
Quantidade de questões (total: 63)


Cinemática, 21%
Trabalho e Energia, 25%
Hidrodinâmica, 2%
Movimento Harmônico Simples, 2%
Gravitação, 3%
Estática, 6%
Impulso e Quantidade de Movime..., 8%
Hidrostática, 14%
Dinâmica, 19%

FUVEST


Trabalho e Energia 40
Cinemática 29
Dinâmica 24
Impulso e Quantidade de Movimento. 15
Estática 7
Gravitação 6
Hidrostática 5
Movimento Harmônico Simples 2
Outros assuntos 1
0 7 14 21 28 35 42 49 56
Quantidade de questões (total: 129)


Trabalho e Energia, 31%
Cinemática, 22%
Outros, 1%
Movimento Harmônico Simples, 2%
Hidrostática, 4%
Gravitação, 5%
Estática, 5%
Impulso e Quantidade de Movime..., 12%
Dinâmica, 19%

CADERNO 4: M2B4: TRABALHO E ENERGIA

Além de ser um dos conceitos mais importantes da física, a energia está presente em mais de três habilidades da matriz de competências e habilidades do Enem, o que abre caminho para que sua utilização ultrapasse as fronteiras da física e possa ocorrer também na química e na biologia.

Curiosamente, embora de grande importância, o conceito de energia não possui uma definição precisa. De fato, variações de energia (seja do tipo ou do valor numérico efetivamente) indicam que o sistema natural sofreu alguma mudança em sua configuração. A este propósito, define-se uma grandeza chamada trabalho, a medida da variação de energia. Observe que nesta perspectiva, o trabalho assume um papel secundário, de grandeza auxiliar, mas intimamente ligado energia.

Energia é certamente o conteúdo de física mais exigido em todos os vestibulares, desde o Enem, até as provas dos institutos militares passando pelos vestibulares das universidades paulistas e outras provas tradicionais. Possui grande aplicabilidade e está inserida no contexto de inúmeras questões-chave, o que torna um mapeamento de todas as situações-problema possíveis um trabalho delicado. Têm destaque problemas que envolvem a energia cinética, as energias potenciais, o teorema da conservação da energia (possivelmente o resultado mais importante da física inteira!) e as definições de potência, conceitos estes que extrapolam o domínio da mecânica e podem ser encontrados também na eletricidade, termodinâmica, etc. Devido a isso, é essencial que se conheça e domine todas as fórmulas de trabalho e energia bem como o modo como se deve atacar os problemas mais importantes.

PRÉ-REQUISITOS

Ainda que tenham grande importância, trabalho e energia são grandezas escalares, o que torna o tratamento matemático dos problemas acerca destes assuntos relativamente simples. Deve-se dar atenção especial às questões de proporção envolvendo, sobretudo, a energia cinética e os gráficos de força por distância, cujas áreas sob a curva (ou reta) significa o trabalho realizado pela força.

SIMULADO DE DIAGNÓSTICO

INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **30 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.

2. Os 30 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você NÃO poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.

3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.

4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.

5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.

6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.

7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.

8. O gabarito deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.

9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.

10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

QUESTÃO 01

O trabalho realizado por uma força constante que atua em um corpo na direção do seu movimento é calculado pelo produto entre a força e o deslocamento realizado pelo corpo sob a ação dessa força. Se a força está a favor do movimento, dizemos que seu trabalho é motor, se a força está em sentido contrário ao movimento, dizemos que seu trabalho é resistente.

A intensidade da força de atrito que, agindo em um corpo lançado sobre uma superfície horizontal, realiza um trabalho resistente de 120 joules, fazendo o corpo parar após percorrer uma distância, em linha reta, de 8,0 metros, em N, é igual a

(Considere a força de atrito constante ao longo do movimento)

A) 12.
B) 18.
C) 20.
D) 15.
E) 25.

QUESTÃO 02

Considere um sistema massa mola cuja massa pode se deslocar horizontalmente sobre uma mesa também horizontal e com atrito. Assuma que a mola esteja inicialmente comprimida. No início da observação do sistema a massa está em repouso e passa a se deslocar sob a ação da mola. Imediatamente antes de se deslocar, a massa sofre ação da força de atrito estática até iniciar o movimento, depois passa a sofrer ação da força de atrito dinâmica até que a massa pare. Note que o sistema perde energia na forma de calor e que a força de atrito estática, na iminência do deslizamento, é maior que a dinâmica.

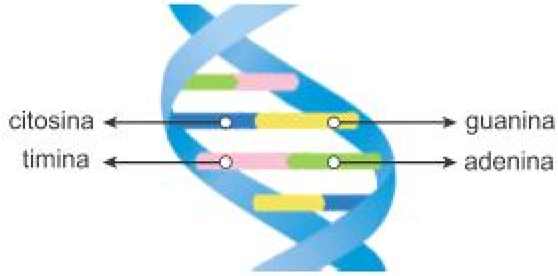
Assim, é correto afirmar que, em módulo, o trabalho realizado pela força de atrito estático é

A) zero.
B) maior que o realizado pela força de atrito dinâmica.
C) menor que o realizado pela força de atrito dinâmica.
D) igual ao realizado pela força de atrito dinâmica.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

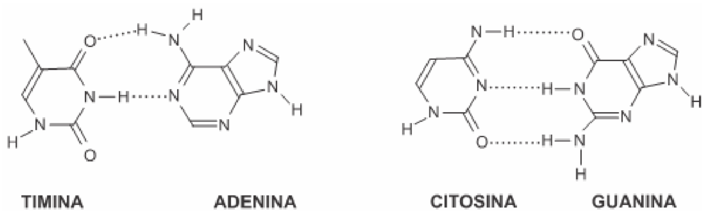
Utilize as informações abaixo para responder à(s) questão(ões) a seguir.

As duas cadeias carbônicas que formam a molécula de DNA são unidas por meio de ligações de hidrogênio entre bases nitrogenadas. Há quatro tipos de bases nitrogenadas: adenina, citosina, guanina e timina.



Adaptado de mundoeducação.bol.uol.com.br.

Nas estruturas a seguir, estão representadas, em pontilhado, as ligações de hidrogênio existentes nos pareamentos entre as bases timina e adenina, e citosina e guanina, na formação da molécula de DNA.



QUESTÃO 03

Para romper uma ligação de hidrogênio de $1\,\text{mol}$ de DNA, é necessário um valor médio de energia $E = 30\,\text{kJ}$. Desprezando as forças dissipativas, e considerando $g = 10\,\text{m/s}^2$, esse valor de E é capaz de elevar um corpo de massa $m = 120\,\text{kg}$ a uma altura h.

O valor de h, em metros, corresponde a:

A) 25
B) 35
C) 45
D) 55

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

As agências espaciais NASA (norte-americana) e ESA (europeia) desenvolvem um projeto para desviar a trajetória de um asteroide através da colisão com uma sonda especialmente enviada para esse fim. A previsão é que a sonda DART (do inglês, “Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplos”) será lançada com a finalidade de se chocar, em 2022, com Didymoon, um pequeno asteroide que orbita um asteroide maior chamado Didymos.

QUESTÃO 04

A massa da sonda DART será de $m_{sonda} = 300\text{ kg}$, e ela deverá ter a velocidade $v_{sonda} = 6\text{ km/s}$ imediatamente antes de atingir Didymoon. Assim, a energia cinética da sonda antes da colisão será igual a

(A) $1,8 \times 10^3$ J.
(B) $5,4 \times 10^3$ J.
(C) $1,8 \times 10^6$ J.
(D) $5,4 \times 10^9$ J.

QUESTÃO 05

Considere uma caixa de $1,0\text{ kg}$ sendo transportada nas situações A, B e C descritas abaixo.

a) Levanta-se a caixa verticalmente com velocidade constante.
b) Aplica-se horizontalmente uma força de 10 N na caixa, em uma superfície sem atrito.
c) Empurra-se horizontalmente a caixa, mas com velocidade constante devido ao atrito.

Cada uma dessas situações resulta em um trabalho total, T_A, T_B e T_C, respectivamente.

A relação entre os trabalhos totais, que atuam na caixa nas três situações distintas, será:

(A) $T_A = T_C = 0$ e $T_B = 0$.
(B) $T_A = T_B = T_C = 0$.
(C) $T_A > T_C > T_B$.
(D) $T_A < T_C < T_B$.

QUESTÃO 06

O primeiro satélite geoestacionário brasileiro foi lançado ao espaço em 2017 e será utilizado para comunicações estratégicas do governo e na ampliação da oferta de comunicação de banda larga. O foguete que levou o satélite ao espaço foi lançado do Centro Espacial de Kourou, na Guiana Francesa. A massa do satélite é constante desde o lançamento até a entrada em órbita e vale $m = 6,0 \times 10^3\text{ kg}$. O módulo de sua velocidade orbital é igual a $V_{or} = 3,0 \times 10^3\text{ m/s}$.

Desprezando a velocidade inicial do satélite em razão do movimento de rotação da Terra, o trabalho da força resultante sobre o satélite para levá-lo até a sua órbita é igual a

(A) 2 MJ.
(B) 18 MJ.
(C) 27 GJ.
(D) 54 GJ.

QUESTÃO 07

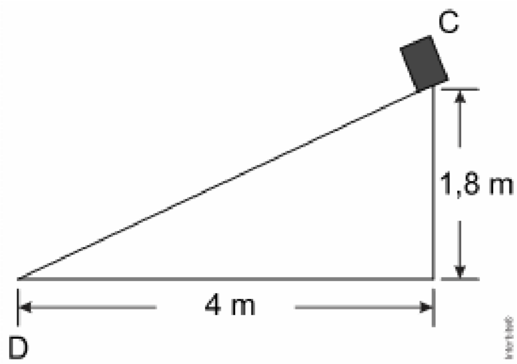
Um equipamento de *bungee jumping* está sendo projetado para ser utilizado em um viaduto de 30 m de altura. O elástico utilizado tem comprimento relaxado de 10 m. Qual deve ser o mínimo valor da constante elástica desse elástico para que ele possa ser utilizado com segurança no salto por uma pessoa cuja massa, somada à do equipamento de proteção a ela conectado, seja de 120 kg?

Note e adote:
Despreze a massa do elástico, as forças dissipativas e as dimensões da pessoa;
Aceleração da gravidade $= 10\text{ m/s}^2$.

(A) 30 N/m
(B) 80 N/m
(C) 90 N/m
(D) 160 N/m
(E) 180 N/m

QUESTÃO 08

Uma caixa de massa m é abandonada em repouso no topo de um plano inclinado (ponto C).



Nessas condições e desprezando-se o atrito, é possível afirmar que a velocidade com que a caixa atinge o final do plano (ponto D), em m/s, é:

(considere $g = 10\text{ m/s}^2$)

(A) 6
(B) 36
(C) 80
(D) 18
(E) 4

QUESTÃO 09

“Gelo combustível” ou “gelo de fogo” é como são chamados os hidratos de metano que se formam a temperaturas muito baixas, em condições de pressão elevada. São geralmente encontrados em sedimentos do fundo do mar ou sob a camada de solo congelada dos polos. A considerável reserva de gelo combustível no planeta pode se tornar uma promissora fonte de energia alternativa ao petróleo.

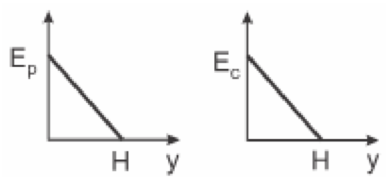
Considerando que a combustão completa de certa massa de gelo combustível libera uma quantidade de energia igual a $E = 7{,}2\,\text{MJ}$, é correto afirmar que essa energia é capaz de manter aceso um painel de LEDs de potência $P = 2\,\text{kW}$ por um intervalo de tempo igual a

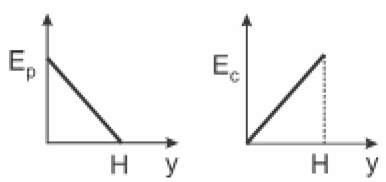
- A) 1 minuto.
- B) 144 s
- C) 1 hora
- D) 1 dia

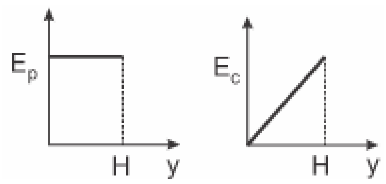
QUESTÃO 10

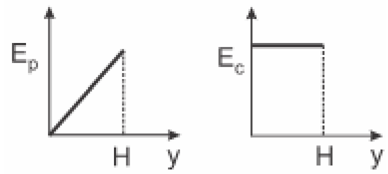
Um projétil é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, no campo gravitacional terrestre. Após atingir a altura máxima H, ele retorna ao ponto de lançamento. (Despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade constante ao longo da trajetória.)

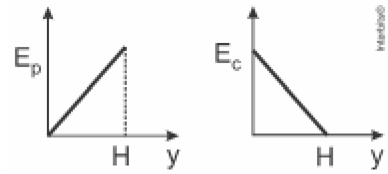
Qual dos pares de gráficos a seguir melhor representa a energia potencial gravitacional E_P e a energia cinética de translação E_C desse projétil, em função de sua altura y?

A)


B)


C)


D)


E)


Gabarito do simulado de diagnóstico:

1. [D]
A força de atrito é oposta ao deslocamento, realizando um trabalho resistente.
$$-120 = F(8)(-1) \Rightarrow F = 15\text{ N.}$$

2. [A]
Durante a atuação do atrito estático, o deslocamento da massa é nulo. Portanto:
$$\tau = F_e \cdot d = F_e \cdot 0$$
$$\therefore \tau = 0\text{ J}$$

3. [A]
A energia potencial gravitacional desde o nível de referência até a altura h, é dado por:
$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$
Assim, usando a energia necessária para romper uma ligação de hidrogênio de $1\,\text{mol}$ de DNA:
$$30000\text{ J} = 120\text{ kg} \cdot 10\text{ m/s}^2 \cdot h \Rightarrow h = \frac{30000\text{ J}}{120\text{ kg} \cdot 10\text{ m/s}^2} \therefore h = 25\text{ m}$$

4. [D]
A energia cinética será de:
$$E_c = \frac{m_{sonda} \cdot v_{sonda}{}^2}{2} = \frac{300 \cdot (6 \cdot 10^3)^2}{2}$$
$$\therefore E_c = 5{,}4 \cdot 10^9\text{ J}$$

5. [A]
O teorema da energia cinética afirma que o trabalho da resultante (trabalho total) é igual à variação da energia cinética.
Nas situações A e C a velocidade é constante, portando o trabalho da resultante nessas duas situações e nulo.
$$T_A = T_C = 0.$$

Na situação B a resultante é não nula, e no sentido do movimento; logo o trabalho é, também, não nulo e positivo.
$$T_B > 0.$$

6. [C]
Pelo teorema da energia cinética:
$$W_{\vec{R}} = \Delta E_{cin} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{6 \times 10^3 \times \left(3 \times 10^3\right)^2}{2} - 0 = 3 \times 10^3 \times 9 \times 10^6 = 27 \times 10^9 \Rightarrow$$
$$\boxed{W_{\vec{R}} = 27\text{ GJ.}}$$

7. [E]
Deformação máxima que o elástico poderá sofrer:
$$x_{máx} = 30\text{ m} - 10\text{ m} = 20\text{ m}$$

Utilizando o valor obtido para a deformação máxima, podemos determinar a constante elástica mínima. Por conservação de energia, vem:
$$mgh = \frac{k_{mín} x_{máx}{}^2}{2} \Rightarrow 120 \cdot 10 \cdot 30 = \frac{k_{mín} \cdot 20^2}{2}$$
$$\therefore k_{mín} = 180\text{ N/m}$$

8. [A]
Por conservação da energia mecânica, a energia cinética no fim do trecho inclinado é igual à energia potencial gravitacional, assim temos:
$$E_c = E_{pg}$$
$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$$

Isolando a velocidade fica:
$$\frac{\cancel{m} \cdot v^2}{2} = \cancel{m} \cdot g \cdot h \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Substituindo os valores fornecidos no enunciado, finalmente obtemos:
$$v = \sqrt{2 \cdot 10\text{ m/s}^2 \cdot 1{,}8\text{ m}} \Rightarrow v = \sqrt{36\ (\text{m/s})^2}$$
$$\therefore v = 6\text{ m/s}$$

9. [C]
Dados: $E = 7{,}2\text{ MJ} = 7{,}2 \times 10^6\text{ J}$; $P = 2\text{ kW} = 2 \times 10^3\text{ W}$.

Da definição de Potência:
$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{P}{E} = \frac{7{,}2 \times 10^6}{2 \times 10^3} = 3.600\text{ s} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 1\text{ hora.}}$$

10. [E]
Tomando como referencial de energia potencial o ponto de lançamento no solo, sendo o sistema conservativo, a energia mecânica é constante. As expressões ficam:
$E_p = mgy$: o gráfico é uma reta crescente que passa pela origem.
$E_c = E_{c0} - mgy$: o gráfico é uma reta decrescente e quando $y = H \Rightarrow E_c = 0$.

Seção 2: Trabalho
Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico
Igual ou acima de 60%: 20 minutos
Abaixo de 60%: 30 minutos

QUESTÃO 01

Um corpo de 3 kg de massa, inicialmente em repouso, é puxado sobre uma superfície horizontal, sem atrito, por uma força constante também horizontal de 4 N. O trabalho realizado após percorrer 5 m, em J, foi

A 15.
B 12.
C 20.
D 9.
E 7.

QUESTÃO 02

Considere duas rampas de acesso, uma curta (C) e outra longa (L), que ligam o primeiro andar ao térreo de um prédio. A diferença de altura entre o primeiro andar e o térreo, independente da rampa usada, é a mesma. A rampa C tem menor extensão que a rampa L. Assim, a rampa L, por ter maior extensão, tem menor inclinação, o que a torna mais confortável na subida. Caso um móvel seja arrastado do primeiro andar para o térreo, o trabalho realizado pela força de atrito entre o móvel e o piso, em módulo,

A é maior, caso seja usada a rampa menos inclinada.
B é maior, caso seja usada a rampa mais inclinada.
C não depende da inclinação da rampa; depende apenas da diferença de altura entre o primeiro andar e o térreo.
D é nula, pois a força de atrito não realiza trabalho.

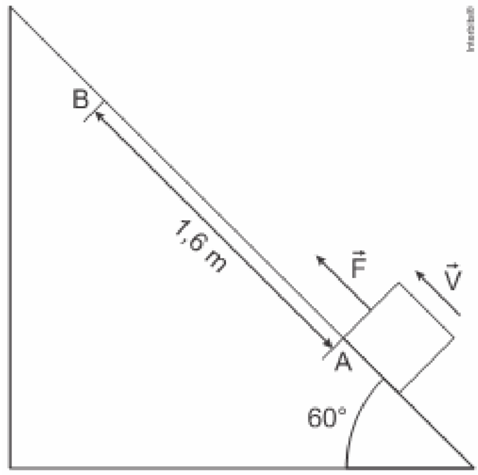
QUESTÃO 03

Uma criança desce um tobogã por uma extensão de 3 m. Suponha que a força de atrito entre a criança e o tobogã seja $0{,}1 \text{ N}$ e que o ângulo de inclinação da superfície seja 30° em relação à horizontal. O trabalho realizado pela força de atrito nessa descida é, em Joules,

A $0{,}3$.
B 3.
C $3 \cos(30^\circ)$.
D $0{,}3 \cos(30^\circ)$.

QUESTÃO 04

No plano inclinado abaixo, um bloco homogêneo encontra-se sob a ação de uma força de intensidade $F = 4 \text{ N}$, constante e paralela ao plano. O bloco percorre a distância AB, que é igual a $1{,}6 \text{ m}$, ao longo do plano com velocidade constante.



Desenho ilustrativo - fora de escala

Desprezando-se o atrito, então a massa do bloco e o trabalho realizado pela força peso quando o bloco se desloca do ponto A para o ponto B são, respectivamente,

Dados: adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$,

$\text{sen } 60^\circ = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$ e $\cos 60^\circ = \dfrac{1}{2}$

A $\dfrac{4\sqrt{3}}{15} \text{ kg}$ e $-8{,}4 \text{ J}$.
B $\dfrac{4\sqrt{3}}{15} \text{ kg}$ e $-6{,}4 \text{ J}$.
C $\dfrac{2\sqrt{3}}{5} \text{ kg}$ e $-8{,}4 \text{ J}$.
D $\dfrac{8\sqrt{3}}{15} \text{ kg}$ e $7{,}4 \text{ J}$.
E $\dfrac{4\sqrt{3}}{15} \text{ kg}$ e $6{,}4 \text{ J}$.

QUESTÃO 05

Uma força horizontal de módulo constante $F = 100 \text{ N}$ é aplicada sobre um carrinho de massa $M = 10{,}0 \text{ kg}$ que se move inicialmente a uma velocidade $v_i = 18 \text{ km/h}$. Sabendo-se que a força atua ao longo de um deslocamento retilíneo $d = 2{,}0 \text{ m}$, a velocidade final do carrinho, após esse percurso, vale, aproximadamente,

- (A) $5{,}0\ m/s$.
- (B) $8{,}1\ m/s$.
- (C) $19{,}1\ m/s$.
- (D) $65{,}0\ m/s$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia o texto e responda à(s) questão(ões).

Um motorista conduzia seu automóvel de massa $2.000\ kg$ que trafegava em linha reta, com velocidade constante de $72\ km/h$, quando avistou uma carreta atravessada na pista.

Transcorreu $1\ s$ entre o momento em que o motorista avistou a carreta e o momento em que acionou o sistema de freios para iniciar a frenagem, com desaceleração constante igual a $10\ m/s^2$.

QUESTÃO 06

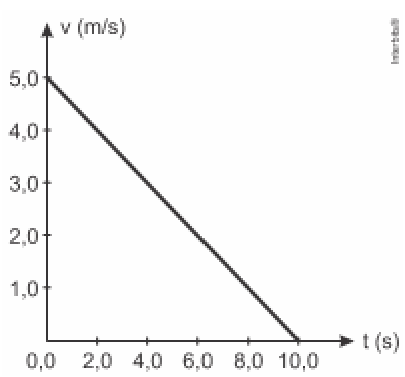
Desprezando-se a massa do motorista, assinale a alternativa que apresenta, em joules, a variação da energia cinética desse automóvel, do início da frenagem até o momento de sua parada.

Lembre-se de que:

$E_C = \dfrac{m \cdot v^2}{2}$, em que E_C é dada em joules, m em quilogramas e v em metros por segundo.

- (A) $+4{,}0 \times 10^5$
- (B) $+3{,}0 \times 10^5$
- (C) $+0{,}5 \times 10^5$
- (D) $-4{,}0 \times 10^5$
- (E) $-2{,}0 \times 10^5$

QUESTÃO 07



Um corpo de massa $2{,}0\ kg$ é lançado sobre um plano horizontal rugoso com uma velocidade inicial de $5{,}0\ m/s$ e sua velocidade varia com o tempo, segundo o gráfico acima.

Considerando a aceleração da gravidade $g = 10{,}0\ m/s^2$, o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e o plano vale

- (A) $5{,}0 \cdot 10^{-2}$
- (B) $5{,}0 \cdot 10^{-1}$
- (C) $1{,}0 \cdot 10^{-1}$
- (D) $2{,}0 \cdot 10^{-1}$
- (E) $2{,}0 \cdot 10^{-2}$

Gabarito da seção 1:

1. [C]
Para força constante e horizontal, o trabalho realizado (τ) é o produto da força pela distância percorrida, assim:
$$\tau = F \cdot d \Rightarrow \tau = 4\ N \cdot 5\ m \therefore \tau = 20\ J$$

2. [A]
O trabalho da força de atrito é dado por:
$$\tau_{fat} = F_{at} \cdot d$$
Mas:
$$F_{at} = \mu N = \mu P \cos\theta$$
Logo:
$$\tau_{fat} = \mu P \cos\theta \cdot d$$
Conforme se aumenta o ângulo (com $0° < \theta < 90°$), diminui-se o $\cos\theta$. Dessa forma, para a rampa mais inclinada, tem-se menor d e menor $\cos\theta$, e portanto, menor trabalho.

3. [A]
O módulo do trabalho da força de atrito é dado por:
$$|\tau_{fat}| = |F_{at}| \cdot d = 0{,}1 \cdot 3$$
$$\therefore |\tau_{fat}| = 0{,}3\ J$$

4. [B]
Como o bloco se desloca com velocidade constante, devemos ter:
$$mg\,\text{sen}\,60° = F$$
$$m \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4$$
$$\therefore m = \frac{4\sqrt{3}}{15}\ kg$$
Altura percorrida pelo bloco:
$$\text{sen}\,60° = \frac{h}{1{,}6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$h = 0{,}8\sqrt{3}\ m$$
Logo, o trabalho será dado por:
$$\tau = -mgh = -\frac{4\sqrt{3}}{15} \cdot 10 \cdot 0{,}8\sqrt{3}$$
$$\therefore \tau = -6{,}4\ J$$

5. [B]
$$v_i = 18 km/h = 5 m/s.$$
Supondo que a referida força seja a resultante, temos, pelo menos, duas soluções.

<u>1ª Solução</u>: Teorema da Energia Cinética.
$$W_{\vec{R}} = \Delta E_{cin} \Rightarrow F\,d = \frac{m}{2}\left(v_f^2 - v_i^2\right) \Rightarrow 100 \times 2 = \frac{10}{2}\left(v_f^2 - 5^2\right) \Rightarrow v_f^2 = 40 + 25 \Rightarrow$$
$$v_f = \sqrt{65} \ \Rightarrow \ \boxed{v_f \cong 8{,}1 m/s.}$$

<u>2ª Solução</u>: Princípio Fundamental e Equação de Torricelli.
Se a força é paralela ao deslocamento, a aceleração escalar ou tangencial tem módulo constante e o movimento é uniformemente variado (MUV).

Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:
$$F_{res} = m\,a \Rightarrow 100 = 10\,a \Rightarrow a = 10\ m/s^2.$$
Como o deslocamento é $2\ m$, aplicando a equação de Torricelli:
$$v_f^2 = v_i^2 + 2\,a\,d \Rightarrow v_f^2 = 5^2 + 2 \times 10 \times 2 = 65 \Rightarrow \boxed{v_f \cong 8{,}1 m/s}$$

6. [D]
A variação da energia cinética é dada por:
$$\Delta E_C = E_{C(final)} - E_{C(inicial)}$$
$$\Delta E_C = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot {v_0}^2}{2} = \frac{m}{2}\left(v^2 - {v_0}^2\right)$$
Substituindo os valores:
$$\Delta E_C = \frac{2000\ kg}{2}\left((0\ m/s)^2 - (20\ m/s)^2\right) \therefore \Delta E_C = -400000\ J$$
Em notação científica:
$$\Delta E_C = -4{,}0 \cdot 10^5\ J$$

7. [A]

1ª Solução:
Do gráfico, calculamos o módulo da aceleração:
$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|0-5|}{10-0} \ \Rightarrow \ |a| = 0{,}5\ m/s^2.$$
A resultante das forças sobre o corpo é a força de atrito:
$$F_{at} = R \ \Rightarrow \ \cancel{m} g = \cancel{m}|a| \ \Rightarrow \ = \frac{|a|}{g} = \frac{0{,}5}{10} = 0{,}05 \ \Rightarrow \ \boxed{= 5 \times 10^{-2}.}$$

2ª Solução:
Do gráfico, calculamos o deslocamento:
$$\Delta S = \text{"área"} = \frac{5 \times 10}{2} = 25\ m.$$
A resultante das forças sobre o corpo é a força de atrito.
Pelo teorema da energia cinética.
$$W_{\vec{F}at} = W_{\vec{R}} \ \Rightarrow \ -F_{at}\,\Delta S = \frac{m\,v^2}{2} - \frac{m\,v_0^2}{2} \ \Rightarrow \ -\mu\,\cancel{m} g\,\Delta S = 0 - \frac{\cancel{m} v_0^2}{2} \ \Rightarrow$$
$$= \frac{v_0^2}{2\,g\,\Delta S} = \frac{5^2}{2 \times 10 \times 25} = \frac{1}{20} \ \Rightarrow \ \boxed{= 5 \times 10^{-2}.}$$

Seção 2: Potência e energia dissipada
Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico
Igual ou acima de 60%: 20 minutos
Abaixo de 60%: 30 minutos

QUESTÃO 01

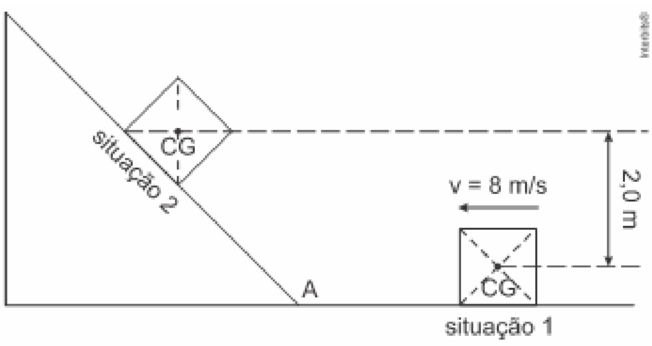
A equipe de construtores dos motores da equipe Ferrari, participante da competição de Fórmula 1 (F-1), já está pensando no mundial de 2020. Nessa semana, estava no circuito de Baku no Azerbaijão, fazendo testes de potência dos motores na segunda maior reta (plana) da temporada, com $2,2\text{ km}.$ O teste consistia em entrar na reta com velocidade constante $V = 240\text{ km/h}.$ Os engenheiros mediram que as resultantes das forças de resistência ao movimento do carro vermelho tinham uma intensidade de $9,9\text{ KN}.$ Eles aferiram então que a potência do motor desenvolvida nesse período foi de aproximadamente:

A) 750.000 W.
B) 660.000 W.
C) 500.KW.
D) 2.376 J.
E) 750 KJ.

QUESTÃO 02

Um corpo homogêneo de massa 2 kg desliza sobre uma superfície horizontal, sem atrito, com velocidade constante de 8 m/s no sentido indicado no desenho, caracterizando a situação 1.

A partir do ponto $A,$ inicia a subida da rampa, onde existe atrito. O corpo sobe até parar na situação 2, e, nesse instante, a diferença entre as alturas dos centros de gravidade (CG) nas situações 1 e 2 é $2,0\text{ m}.$



Desenho ilustrativo - fora de escala

A energia mecânica dissipada pelo atrito durante a subida do corpo na rampa, da situação 1 até a situação 2, é

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

A) 10 J.
B) 12 J.
C) 24 J.
D) 36 J.
E) 40 J.

QUESTÃO 03

Um motor tem uma potência total igual a 1.500 W e eleva de 15 m um volume de $9 \cdot 10^4\text{ L}$ de água de um poço artesiano durante 5 horas de funcionamento. O rendimento do motor, nessa operação, é de

Dados: considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e a densidade da água igual a $1\text{ kg/L}.$

A) 30%.
B) 50%.
C) 60%.
D) 70%.
E) 80%.

QUESTÃO 04

Para subir pedalando uma ladeira íngreme, um ciclista ajusta as marchas de sua bicicleta de modo a exercer a menor força possível nos pedais. Assim ele consegue pedalar com muito menos esforço, porém ele é obrigado a dar muitas voltas no pedal para um pequeno deslocamento e demora mais tempo para chegar ao topo.

Com o procedimento de trocar de marchas, podemos afirmar que o ciclista:

A) aumenta o trabalho realizado pela força gravitacional.
B) diminui a potência aplicada aos pedais.
C) diminui a sua energia potencial.
D) aumenta a sua energia cinética.
E) aumenta seu momento linear.

QUESTÃO 05

Um aluno deseja calcular a energia envolvida no cozimento de um certo alimento.

Para isso, verifica que a potência do forno que utilizará é de $1.000\text{ W}.$

Ao colocar o alimento no forno e marcar o tempo (Δt) gasto até o seu cozimento, ele concluiu que 3 minutos eram o bastante.

Dessa maneira, a energia (E) necessária para cozinhar o alimento é de

Lembre-se que:

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$P =$ Potência (W)

$E =$ Energia (J)

$\Delta t =$ variação de tempo (s)

- A) 180.000 J.
- B) 55.000 J.
- C) 18.000 J.
- D) 5.500 J.
- E) 1.800 J.

QUESTÃO 06

Um automóvel viaja a uma velocidade constante $v = 90\ \text{km/h}$ em uma estrada plana e retilínea. Sabendo-se que a resultante das forças de resistência ao movimento do automóvel tem uma intensidade de $3{,}0\ \text{kN}$, a potência desenvolvida pelo motor é de

- A) $750\ \text{W}$.
- B) $270\ \text{kW}$.
- C) $75\ \text{kW}$.
- D) $7{,}5\ \text{kW}$.

QUESTÃO 07

Um carro lançado pela indústria brasileira tem, aproximadamente, $1.500\ \text{kg}$ e pode acelerar do repouso até uma velocidade de $108\ \text{km/h}$, em $10\ \text{s}$, em um terreno plano. Nesta situação, é **correto** afirmar-se que a potência deste veículo vale

- A) $135\ \text{kW}$.
- B) $16{,}875\ \text{kW}$.
- C) $33{,}75\ \text{kW}$.
- D) $100\ \text{kW}$.
- E) $67{,}5\ \text{kW}$.

RASCUNHO

Gabarito da seção 2:

1. [B]
Temos que:
$v = 240 \text{ km/h} \cong 66{,}7 \text{ m/s}$

E a potência é dada por:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = F \cdot \underbrace{\frac{\Delta s}{\Delta t}}_{v}$$

$$P = 9{,}9 \cdot 10^3 \cdot 66{,}7$$
$$\therefore P \cong 660.000 \text{ W}$$

2. [C]
Pelo princípio da conservação de energia, podemos escrever:

$$E_c = E_p + E_d$$
$$\frac{mv^2}{2} = mgh + E_d$$
$$\frac{2 \cdot 8^2}{2} = 2 \cdot 10 \cdot 2 + E_d$$
$$\therefore E_d = -24 \text{ J}$$

Observação: O sinal negativo indica que a energia foi realmente dissipada.

3. [B]
Massa de água elevada pelo motor:

$$m = d \cdot V = 1 \cdot 9 \cdot 10^4$$
$$m = 9 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

Cálculo da potência útil do motor:

$$P_u = \frac{mgh}{\Delta t} = \frac{9 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 15}{5 \cdot 3600}$$
$$P_u = 750 \text{ W}$$

Portanto, o rendimento do motor é:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t} = \frac{750}{1500} = 0{,}5$$
$$\therefore \eta = 50\%$$

4. [B]
Como a potência é dada pela razão entre trabalho e tempo de acordo com a expressão:

$$P = \frac{W}{t}$$

O trabalho para subir a ladeira é o mesmo, pois apenas depende da altura, assim, ao trocar a marcha da bicicleta, levando mais tempo para subir a ladeira, a potência aplicada aos pedais fica menor.

5. [A]
Usando a equação fornecida para a potência, podemos calcular a energia necessária, bastando substituir os valores fornecidos com o cuidado de usar o tempo em segundos:

$$\Delta t = 3 \cancel{\text{min}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \cancel{\text{min}}} \therefore \Delta t = 180 \text{ s}$$

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 1000 \text{ W} \cdot 180 \text{ s} \therefore E = 180.000 \text{ J}$$

6. [C]
Se a velocidade é constante, a resultante das forças paralelas ao movimento é nula. Logo, intensidade da força motriz (F_m) é igual à intensidade da resultante das forças resistivas (F_r).

$$F_m = F_r = 3 \text{kN}.$$

A velocidade é constante, $v = 90 \text{km/h} = 25 \text{m/s}.$

Aplicando a expressão de potência mecânica associada a uma força:

$$P = F\,v = 3 \times 25 \;\Rightarrow\; \boxed{P = 75 \text{kW}.}$$

7. [E]
Dados:
$m = 1.500 \text{ kg};\ V_0 = 0 \text{ km/h};\ V = 108 \text{ km/h} \Rightarrow V = 30 \text{ m/s}; \Delta t = 10 \text{ s}.$

Essa questão pode ser resolvida de duas maneiras:

Lembrando que:

$$d = V_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2 \Rightarrow d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2$$

Vem:

<u>1ª opção</u>:

$$P = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{F \cdot d}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot a \cdot d}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot a \cdot a \cdot \Delta t^2}{2 \cdot \Delta t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot V^2 \cdot \Delta t}{2 \cdot \Delta t^2} \Rightarrow P = \frac{m \cdot V^2}{2 \cdot \Delta t} \Rightarrow$$
$$P = \frac{1500 \cdot 30^2}{2 \cdot 10} \Rightarrow P = 67.500 \text{ W} \Rightarrow P = 67{,}5 \text{ kW}$$

<u>2ª opção</u>:

$$W = \Delta E_c \Rightarrow W = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_i^2 \Rightarrow W = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - 0$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{\frac{1}{2} m \cdot v_f^2}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot v_f^2}{2 \cdot \Delta t} \Rightarrow P = 67.500 \text{ W} \Rightarrow P = 67{,}5 \text{ kW}$$

Seção 3: Conservação da energia
Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico
Igual ou acima de 60%: 20 minutos
Abaixo de 60%: 30 minutos

QUESTÃO 01

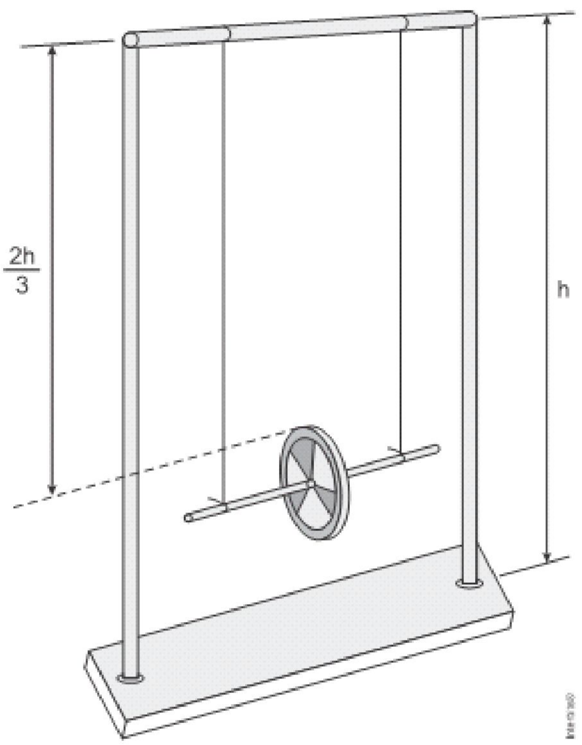
Numa feira de ciências, um estudante utilizará o disco de Maxwell (ioiô) para demonstrar o princípio da conservação da energia. A apresentação consistirá em duas etapas.

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 $10\ ms^{-2}$ 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 $(C \times L \times A)$: $300\ mm \times 100\ mm \times 410\ mm$

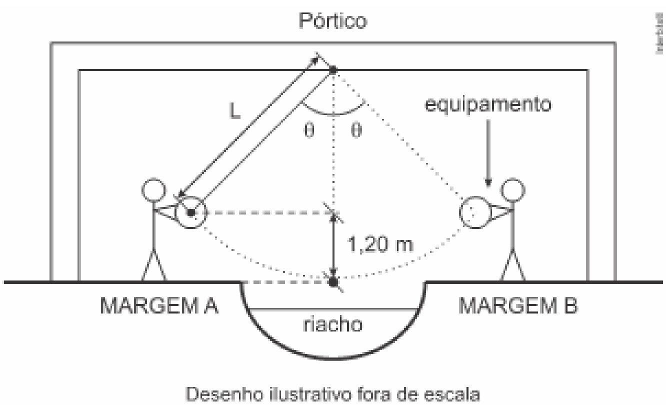
Massa do disco de metal: $30\ g$

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) $1,23 \times 10^{5}$

QUESTÃO 02

Um operário, na margem A de um riacho, quer enviar um equipamento de peso $500\ N$ para outro operário na margem B.
Para isso ele utiliza uma corda ideal de comprimento $L = 3\ m$, em que uma das extremidades está amarrada ao equipamento e a outra a um pórtico rígido.
Na margem A, a corda forma um ângulo θ com a perpendicular ao ponto de fixação no pórtico.
O equipamento é abandonado do repouso a uma altura de $1,20\ m$ em relação ao ponto mais baixo da sua trajetória. Em seguida, ele entra em movimento e descreve um arco de circunferência, conforme o desenho abaixo e chega à margem B.



Desenho ilustrativo fora de escala

Desprezando todas as forças de atrito e considerando o equipamento uma partícula, o módulo da força de tração na corda no ponto mais baixo da trajetória é
Dado: considere a aceleração da gravidade $g = 10\ m/s^2$.

(A) 500 N
(B) 600 N
(C) 700 N
(D) 800 N
(E) 900 N

QUESTÃO 03

O projeto para um balanço de corda única de um parque de diversões exige que a corda do brinquedo tenha um comprimento de $2{,}0\ \text{m}$. O projetista tem que escolher a corda adequada para o balanço, a partir de cinco ofertas disponíveis no mercado, cada uma delas com distintas tensões de ruptura.

A tabela apresenta essas opções.

Corda	I	II	III	IV	V
Tensão de ruptura (N)	4.200	7.500	12.400	20.000	29.000

Ele tem também que incluir no projeto uma margem de segurança; esse fator de segurança é tipicamente 7, ou seja, o balanço deverá suportar cargas sete vezes a tensão no ponto mais baixo da trajetória. Admitindo que uma pessoa de $60\ \text{kg}$, ao se balançar, parta do repouso, de uma altura de $1{,}2\ \text{m}$ em relação à posição de equilíbrio do balanço, as cordas que poderiam ser adequadas para o projeto são

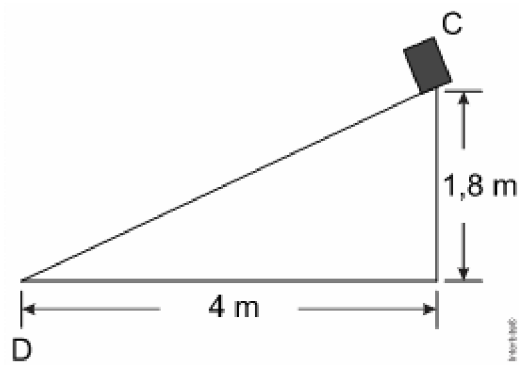
Note e adote:

- Aceleração da gravidade: $10\ \text{m/s}^2$.
- Desconsidere qualquer tipo de atrito ou resistência ao movimento e ignore a massa do balanço e as dimensões da pessoa.
- As cordas são inextensíveis.

A) I, II, III, IV e V.
B) II, III, IV e V, apenas.
C) III, IV e V, apenas.
D) IV e V, apenas.
E) V, apenas.

QUESTÃO 04

Uma caixa de massa m é abandonada em repouso no topo de um plano inclinado (ponto C).



Nessas condições e desprezando-se o atrito, é possível afirmar que a velocidade com que a caixa atinge o final do plano (ponto D), em m/s, é:

(considere $g = 10\ \text{m/s}^2$)

A) 6
B) 36
C) 80
D) 18
E) 4

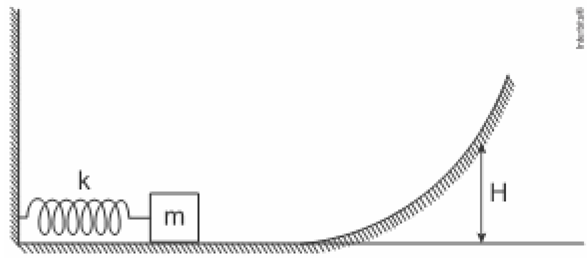
QUESTÃO 05

O Beach Park, localizado em Fortaleza-CE, é o maior parque aquático da América Latina situado na beira do mar. Uma das suas principais atrações é um toboágua chamado "Insano". Descendo esse toboágua, uma pessoa atinge sua parte mais baixa com velocidade módulo $28\ \text{m/s}$.

Considerando-se a aceleração da gravidade com módulo $g = 10\ \text{m/s}^2$ e desprezando-se os atritos, estima-se que a altura do toboágua, em metros, é de:

A) 28
B) 274,4
C) 40
D) 2,86
E) 32

QUESTÃO 06



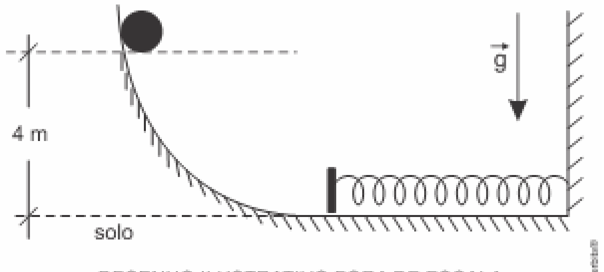
A figura representa um sistema massa-mola ideal, cuja constante elástica é de $4\ \text{N/cm}$. Um corpo de massa igual a $1{,}2\ \text{kg}$ é empurrado contra a mola, comprimindo-a de $12{,}0\ \text{cm}$. Ao ser liberado, o corpo desliza ao longo da trajetória representada na figura. Desprezando-se as forças dissipativas em todo o percurso e considerando a aceleração da gravidade igual a $10\ \text{m/s}^2$, é correto afirmar que a altura máxima H atingida pelo corpo, em cm, é igual a

Ⓐ 24
Ⓑ 26
Ⓒ 28
Ⓓ 30
Ⓔ 32

QUESTÃO 07

Uma esfera, sólida, homogênea e de massa $0{,}8\ \text{kg}$ é abandonada de um ponto a $4\ \text{m}$ de altura do solo em uma rampa curva.

Uma mola ideal de constante elástica $k = 400\ \text{N/m}$ é colocada no fim dessa rampa, conforme desenho abaixo. A esfera colide com a mola e provoca uma compressão.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Desprezando as forças dissipativas, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10\ \text{m/s}^2$ e que a esfera apenas desliza e não rola, a máxima deformação sofrida pela mola é de:

Ⓐ 8 cm
Ⓑ 16 cm
Ⓒ 20 cm
Ⓓ 32 cm
Ⓔ 40 cm

RASCUNHO

Gabarito da seção 3:

1. [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:

$$E_{pot} = E_{rot}$$
$$m \cdot g \cdot \frac{2h}{3} = E_{rot}$$
$$3 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot \frac{2 \cdot 0{,}41}{3} = E_{rot}$$
$$\therefore E_{rot} = 8{,}2 \cdot 10^{-2}\ J$$

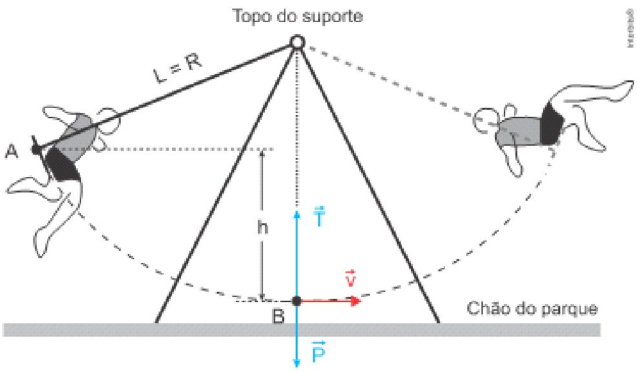
2. [E]
Por conservação de energia, podemos determinar a velocidade no ponto mais baixo da trajetória:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 1{,}2 = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{24}\ m/s$$

No ponto mais baixo, temos que:

$$T - P = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T = 500 + \frac{50 \cdot 24}{3}$$
$$\therefore T = 900\ N$$

3. [C]
Dados:
$L = R = 2\ m;\ h = 1{,}2\ m;\ n = 7;\ m = 60\ kg;\ v_0 = 0;\ g = 10\ m/s^2.$



Como as forças resistivas são desconsideradas, o sistema é conservativo. Então, pela conservação da energia mecânica, calcula-se a velocidade no ponto mais baixo (B), tomado como referencial de altura:

$$E^A_{mec} = E^B_{mec} \Rightarrow \cancel{m} gh = \frac{\cancel{m} v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh = 2 \times 10 \times 1{,}2 \Rightarrow \boxed{v^2 = 24.}$$

No ponto mais baixo, a intensidade da resultante centrípeta é a diferença entre as intensidades da tração e do peso.

$$T - P = R_{cp} \Rightarrow T - m\,g = \frac{m\,v^2}{R} \Rightarrow T - 600 = \frac{60(24)}{2} \Rightarrow T = 1.320\ N.$$

Considerando o coeficiente de segurança, $n = 7$, tem-se:

$$T_{máx} = n\ T = 7 \times 1.320 \Rightarrow \boxed{T_{máx} = 9.240\ N.}$$

Portanto, as cordas que poderiam ser adequadas para o projeto são [III], [IV] e [V], apenas.

4. [A]
Por conservação da energia mecânica, a energia cinética no fim do trecho inclinado é igual à energia potencial gravitacional, assim temos:

$$E_c = E_{pg}$$
$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$$

Isolando a velocidade fica:

$$\frac{\cancel{m} \cdot v^2}{2} = \cancel{m} \cdot g \cdot h \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Substituindo os valores fornecidos no enunciado, finalmente obtemos:

$$v = \sqrt{2 \cdot 10\ m/s^2 \cdot 1{,}8\ m} \Rightarrow v = \sqrt{36\ (m/s)^2}$$
$$\therefore v = 6\ m/s$$

5. [C]
Analisando o sistema e aplicando o teorema da conservação da energia mecânica:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \frac{28^2}{2 \cdot 10} \Rightarrow h = 39{,}2m \Rightarrow \boxed{h \cong 40\ m.}$$

6. [A]
Para o sistema conservativo, a energia potencial elástica da mola é convertida integralmente em energia potencial gravitacional.

$$E_{pe} = E_{pg}$$
$$\frac{k \cdot x^2}{2} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

Assim,

$$h = \frac{k \cdot x^2}{2 \cdot m \cdot g}$$

Substituindo os valores:

$$h = \frac{4\ N/cm \cdot (12\ cm)^2}{2 \cdot 1{,}2\ kg \cdot 10\ m/s^2} \therefore h = 24\ cm$$

7. [E]
Seja t_1 o instante em que a esfera é abandonada, a uma altura de $4\ m$ sobre a rampa, e t_2 o instante em que ocorre a máxima compressão da mola pela esfera.

Como as forças dissipativas foram desprezadas, então:

$$E_{M_1} = E_{M_2} \qquad (1)$$

sendo E_{M_1} a energia mecânica do sistema no instante t_1, e E_{M_2} a energia mecânica do sistema no instante t_2.

Em t_1, $E_{M_1} = E_{P_1} = mgh$, pois a velocidade da esfera $v_1 = 0$ (a energia mecânica é apenas a potencial gravitacional).

Em t_2, $E_{M_2} = \frac{kx^2}{2}$, ou seja, a energia mecânica do sistema constitui-se apenas da energia potencial elástica acumulada na mola deformada.

Substituindo as expressões de E_{M_1} e E_{M_2} na equação (1), tem-se que:

$$mgh = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow x^2 = \frac{2mgh}{k} = \frac{2 \times 0{,}8 \times 10 \times 4}{400} = 0{,}16$$
$$\Rightarrow x = \sqrt{0{,}16} = 0{,}4\ \text{m} = 40\ \text{cm}$$

RASCUNHO

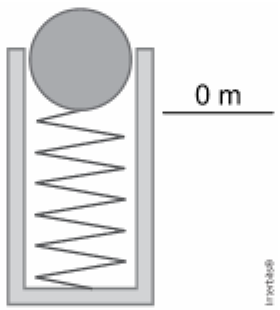
SIMULADO DE VERIFICAÇÃO

INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **40 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 40 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você NÃO poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

QUESTÃO 01

A figura mostra uma esfera, de 250 g, em repouso, apoiada sobre uma mola ideal comprimida. Ao ser liberada, a mola transfere 50 J à esfera, que inicia, a partir do repouso e da altura indicada na figura, um movimento vertical para cima.

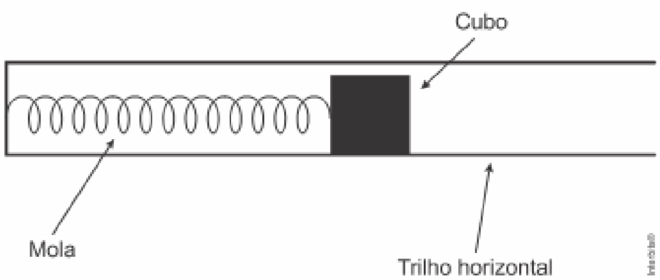


Desprezando-se a resistência do ar e adotando-se $g = 10\ m/s^2$, a máxima altura que a esfera alcança, em relação à altura de sua partida, é

- A) 40 m.
- B) 25 m.
- C) 20 m.
- D) 10 m.
- E) 50 m.

QUESTÃO 02

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.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Os Vingadores (*Avengers* no original em inglês) são um grupo de super-heróis de história em quadrinhos, publicado nos Estados Unidos, pela editora Marvel Comics. O grupo também aparece em adaptações da Marvel para cinema, desenho animado e videogames.

Os heróis mais conhecidos na formação original são Thor, Homem de Ferro, Vespa, Homem-Formiga e Hulk, além de seu primeiro recruta, o Capitão América (introduzido na quarta edição).

A equipe, criada com inspiração na Liga da Justiça da DC Comics, tem molde de um clube, inclusive com o mordomo do Homem de Ferro, Jarvis, servindo-os.

No Universo Marvel, a equipe tradicionalmente é a primeira a ser chamada pelo governo dos EUA, quando defrontado por desafios de ordem cósmica, e tem bases em Nova York e em uma ilha na costa americana.

(Livre adaptação da Wikipédia: https://pt.wikipedia.org/wiki/Vingadores. Acessado em 14/09/2017)

QUESTÃO 03

O Incrível Hulk é um dos heróis mais poderosos do universo tendo força, agilidade, velocidade e resistências sobre-humanas! O personagem criado nos anos 60 faz uma alusão ao conto clássico: O *médico e o Monstro*. O Dr. Bruce Banner, após passar por experiências com radiação gama, adquire a faculdade de se transformar num enorme monstro verde todas as vezes que se enfurece.

Uma das habilidades do Hulk é poder lançar-se verticalmente, a partir do solo, e atingir grande altura.

Imaginemos que o Hulk dê um desses saltos numa região na qual a resistência aerodinâmica possa ser desprezada e que a gravidade tenha o valor de $10\ m/s^2$. Neste salto, ele atinge a altura máxima de 2,0 km. Podemos afirmar que a velocidade com que Hulk saiu do solo foi de incríveis.

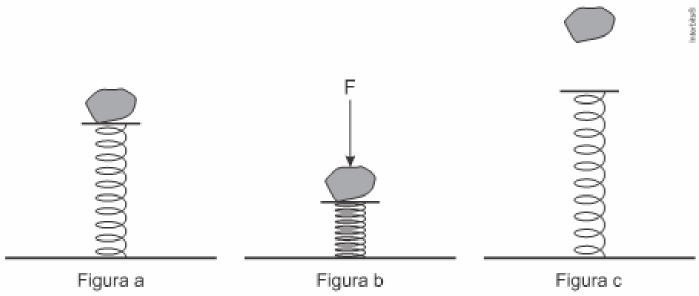
- A) 20 km/h.
- B) 20 m/s.
- C) 200 km/h.
- D) 200 m/s.

QUESTÃO 04

Uma pedra com 6 kg de massa está em repouso e apoiada sobre uma mola vertical. A força peso da pedra gera uma compressão de 10 cm na mola (Figura a). Na sequência, a pedra sofre a atuação de uma força F vertical que gera na mola uma compressão adicional (além dos 10 cm iniciais de compressão devido à força peso) de 20 cm. Nesta situação de compressão máxima da mola, a pedra fica novamente em repouso (Figura b). A partir desta situação de equilíbrio, a força F é retirada instantaneamente, liberando a mola e gerando um movimento vertical na pedra (Figura c).

Despreze o atrito e considere que:

- $g = 10\,m/s^2$;
- a pedra não está presa à mola;
- e o valor da energia potencial gravitacional da pedra é nulo no ponto de compressão máxima da mola.



De acordo com as informações acima, assinale a alternativa INCORRETA.

- **A** A constante elástica da mola é igual a 600 N/m.
- **B** A energia potencial elástica da mola, antes de ser liberada, enquanto sofre a atuação de F, é de 27 J.
- **C** A energia cinética da pedra, após se deslocar verticalmente para cima por 40 cm (quando já não está mais em contato com a mola) a partir do ponto de compressão máxima da mola, é de 24 J.
- **D** Após a mola ser liberada, quando F é retirada, a pedra se desloca verticalmente para cima 45 cm a partir do ponto em que se encontra em repouso durante a aplicação de F.
- **E** O vetor força F tem módulo igual a 120 N.

QUESTÃO 05

Uma residência tem como média de consumo de energia elétrica 300 kWh. Como uma medida de economia desse valor, os moradores dessa residência decidiram diminuir o tempo de banho de cada um de 20 minutos para 15 minutos, por banho.

Sabendo que existem 3 moradores nessa casa e que cada um toma um banho por dia, o valor da energia economizada, em kWh, durante um mês é de

Dados: potência elétrica do chuveiro $= 3000\text{ W}$.

- **A** 22,5
- **B** 30
- **C** 45
- **D** 67,5
- **E** 90

QUESTÃO 06

Considere uma locomotiva puxando vagões sobre trilhos. Em um primeiro trecho da viagem, é aplicada uma força de 1 kN aos vagões, que se deslocam a 10 m/s. No trecho seguinte, é aplicada uma força de 2 kN e a velocidade é 5 m/s. A razão entre a potência no trecho inicial e no segundo trecho é

- **A** 1.
- **B** 50.
- **C** 1/2.
- **D** 2.

QUESTÃO 07

Uma estrela de nêutrons é o objeto astrofísico mais denso que conhecemos, em que uma massa maior que a massa do Sol ocupa uma região do espaço de apenas alguns quilômetros de raio. Essas estrelas realizam um movimento de rotação, emitindo uma grande quantidade de radiação eletromagnética a uma frequência bem definida. Quando detectamos uma estrela de nêutrons através desse feixe de radiação, damos o nome a esse objeto de Pulsar.

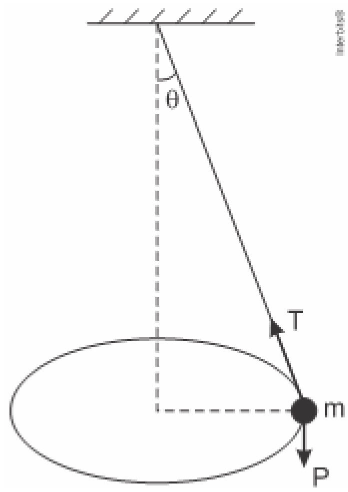
Considere que um Pulsar foi detectado, e que o total de energia cinética relacionada com seu movimento de rotação equivale a $2 \times 10^{42}\text{ J}$. Notou-se que, após um ano, o Pulsar perdeu $0{,}1\%$ de sua energia cinética, principalmente em forma de radiação eletromagnética. A potência irradiada pelo Pulsar vale

(Se necessário, utilize a aproximação $1\text{ ano} \sim 3{,}6 \times 10^7\text{ s}$.)

- **A** $7{,}2\,10^{46}$ W.
- **B** $2{,}0\,10^{39}$ W.
- **C** $5{,}6\,10^{31}$ W.
- **D** $1{,}8\,10^{42}$ W.

QUESTÃO 08

A figura abaixo representa um pêndulo cônico: um pequeno corpo de massa m, preso à extremidade de um fio, gira, descrevendo uma circunferência horizontal com velocidade constante em módulo, e o fio forma um ângulo θ com a vertical.



T e P são, respectivamente, a força de tração, exercida pelo fio, e a força peso.

Considere as afirmações sobre o trabalho realizado por essas forças.

I. O trabalho realizado pela componente vertical da força de tração, $|T|\cos\theta$, é nulo.
II. O trabalho realizado pela componente radial da força de tração, $|T|\operatorname{sen}\theta$, é nulo.
III. O trabalho realizado pela força P é nulo.

Quais estão corretas?

A) Apenas I.
B) Apenas II.
C) Apenas I e III.
D) Apenas II e III.
E) I, II e III.

QUESTÃO 09

Um livro de $500\ \text{g}$ é posto para deslizar sobre uma mesa horizontal com atrito constante (coeficiente $= 0{,}1$). O trabalho realizado sobre o livro pela força normal à mesa é, em J,

A) 50.
B) 0.
C) 500.
D) 0,5.

QUESTÃO 10

Para que se faça a reciclagem das latas de alumínio são necessárias algumas ações, dentre elas:

1. recolher as latas e separá-las de outros materiais diferentes do alumínio por catação;
2. colocar as latas em uma máquina que separa as mais leves das mais pesadas por meio de um intenso jato de ar;
3. retirar, por ação magnética, os objetos restantes que contêm ferro em sua composição.

As ações indicadas possuem em comum o fato de

A) exigirem o fornecimento de calor.
B) fazerem uso da energia luminosa.
C) necessitarem da ação humana direta.
D) serem relacionadas a uma corrente elétrica.
E) ocorrerem sob a realização de trabalho de uma força.

Gabarito do simulado de verificação:

1. [C]
Para o sistema massa-mola observamos o Princípio da Conservação de Energia, pois a energia potencial elástica (E_{pe}) é totalmente transformada em energia potencial gravitacional (E_{pg}), assim:

$$E_{pg} = E_{pe}$$
$$mgh = E_{pe}$$
$$h = \frac{E_{pe}}{mg}$$

Substituindo os valores, tendo o cuidado de transformar a unidade da massa para quilogramas, temos:

$$h = \frac{50\ J}{0{,}250\ kg \cdot 10\ m/s^2} \therefore h = 20\ m$$

2. [B]
Por conservação da energia mecânica:

$$E_{elástica} = E_{cinética}$$
$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$
$$v = x\sqrt{\frac{k}{m}}$$

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.

3. [D]
Dados: $h = 2km = 2.000m;\ g = 10m/s^2.$

Calculando a velocidade de saída pela conservação da energia mecânica:

$$E_{mec}^{i} = E_{mec}^{f} \Rightarrow \frac{\cancel{m}\,v_0^2}{2} = \cancel{m}\,gh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2.000} \Rightarrow \boxed{v_0 = 200m/s.}$$

Calculando a velocidade de saída usando a equação de Torricelli para o lançamento vertical:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \Rightarrow 0 = v_0^2 - 2gh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh} \Rightarrow \boxed{v_0 = 200m/s.}$$

4. [C]
[A] Verdadeira. Na figura (a) temos o equilíbrio entre o peso da pedra e a força elástica, portanto:

$$P = F_e \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{6\ kg \cdot 10\ m/s^2}{0{,}1\ m} \therefore k = 600\ N/m$$

[B] Verdadeira. Calculando a Energia potencial elástica para o ponto de compressão máxima da mola, temos:

$$E_{pe} = \frac{k\,x^2}{2} \Rightarrow E_{pe} = \frac{600\ N/m \cdot (0{,}3\ m)^2}{2} \therefore E_{pe} = 27\ J$$

[C] Falsa. Para o sistema considerado conservativo, a energia mecânica é conservada em todos os pontos. Considerando as figuras (b) e (c), temos:

$$E_{M(b)} = E_{M(c)} \Rightarrow E_{pe(b)} = E_{c(c)} + E_{pg(c)} \Rightarrow 27\ J = E_{c(c)} + m\,g\,h_c \Rightarrow$$
$$27\ J = E_{c(c)} + 6\ kg \cdot 10\ m/s^2 \cdot 0{,}4\ m \Rightarrow 27\ J = E_{c(c)} + 24\ J \therefore E_{c(c)} = 27\ J - 24\ J = 3\ J$$

[D] Verdadeira. Para o ponto (d) sendo considerado a altura máxima atingida pela pedra:

$$E_{M(b)} = E_{M(d)} \Rightarrow 27\ J = m\,g\,h_d \Rightarrow h_d = \frac{27\ J}{6\ kg \cdot 10\ m/s^2} \therefore h_d = 0{,}45\ m = 45\ cm$$

[E] Verdadeira. Na situação da figura (b), o diagrama de forças do sistema será:

$$P + F = F_e \Rightarrow F = F_e - P$$

Então, substituindo os valores calculados anteriormente:

$$F = 600\ N/m \cdot 0{,}3\ m - 60\ N \Rightarrow F = 180\ N - 60\ N \therefore F = 120\ N$$

5. [A]
Potência: $P = 3.000\ W = 3kW.$
Redução mensal do tempo para as 3 pessoas:

$$\Delta t = [3(20 - 15)30]min = 450\ min = \frac{450}{60}h = 7{,}5h.$$

Economia de energia: $\Delta E = P\,\Delta t = 3 \times 7{,}5 \Rightarrow \boxed{\Delta E = 22{,}5\ kWh.}$

6. [A]
O trabalho da força é dado por:

$$\tau = F \cdot d$$

Dividindo ambos os lados da equação por Δt, obtemos:

$$\frac{\tau}{\Delta t} = F \cdot \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow P_{ot} = F \cdot v$$

Portanto:

$$\frac{P_{ot_i}}{P_{ot_f}} = \frac{F_i \cdot v_i}{F_f \cdot v_f} = \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 10}{2 \cdot 10^3 \cdot 5}$$
$$\therefore \frac{P_{ot_i}}{P_{ot_f}} = 1$$

7. [C]
Observação: Fazendo as contas, de acordo com a aproximação sugerida, o ano teria 417 dias!

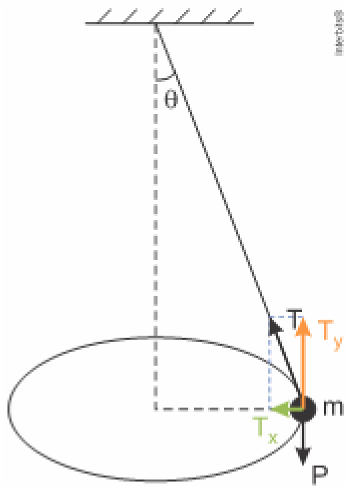
A energia perdida na forma de radiação (E_r) é:

$$E_r = 0{,}1\%\ E = \frac{0{,}1}{100} \cdot 2 \times 10^{42} \Rightarrow E_r = 2 \times 10^{39}\ J.$$

Calculando a potência irradiada:

$$P_r = \frac{2 \times 10^{39}}{3{,}6 \times 10^7} \Rightarrow \boxed{P_r = 5{,}6 \times 10^{31}\ W.}$$

8. [E]
A figura abaixo mostra as componentes ortogonais da tração na corda.



Onde $T_y = T \cdot \cos\theta$ e $T_x = T \cdot \text{sen}\,\theta.$

Nota-se pelo desenho, que todas as forças são perpendiculares ao deslocamento do pêndulo que ocorre na tangente da curva, assim, nenhuma força realiza trabalho.

Portanto, as afirmativas [I], [II] e [III] estão corretas.

9. [B]
Como a força normal é perpendicular ao movimento, seu trabalho deve ser nulo.

10. [E]
Nas ações indicadas está sempre implícita a ação de uma força provocando deslocamento, ou seja, realização de trabalho.

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

doutor físico

@doutorfisico