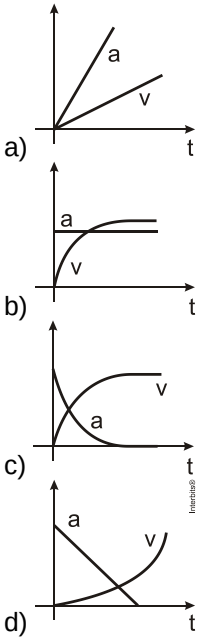
DINÂMICA VIII

1**.** (Ufg 2010) Em uma torneira gotejante, as gotas caem quando o diâmetro atinge o valor limiar *D*. Nessa situação, considerando que as gotas possuem forma esférica, o valor máximo da força devido à tensão superficial, em N, que mantém a gota presa à torneira, é:

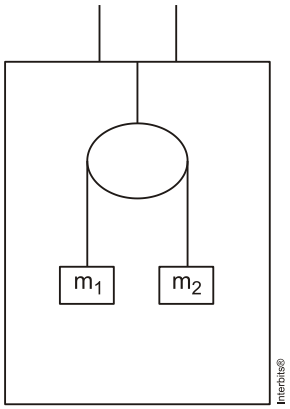
Dados:
d_{H_2O} = 1,0 g/cm^3; π = 3
D = 5,0 mm; *g* = 10 m/s^2

a) 2,50 x 10^{-4}
b) 6,25 x 10^{-4}
c) 7,50 x 10^{-4}
d) 1,88 x 10^{-3}
e) 5,00 x 10^{-3}

2**.** (Ueg 2010) De uma grande altura e partindo do repouso, uma gotícula de água cai verticalmente. Durante toda a queda, considere a presença de uma força de arrasto (força de resistência do ar) proporcional ao módulo do vetor velocidade da partícula em queda. Qual dos gráficos a seguir poderia melhor representar, sobre um mesmo eixo e em função do tempo, a velocidade e a aceleração da gotícula de água em queda?

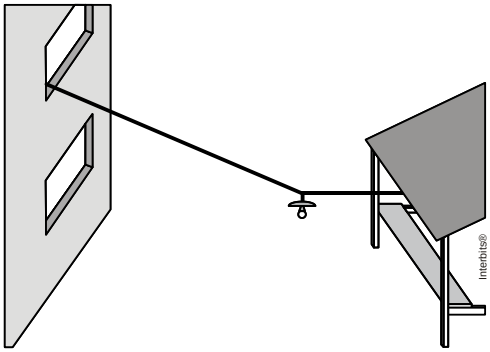


3**.** (Uece 2010) Duas massas diferentes estão penduradas por uma polia sem atrito dentro de um elevador, permanecendo equilibradas uma em relação à outra, conforme mostrado na figura a seguir.

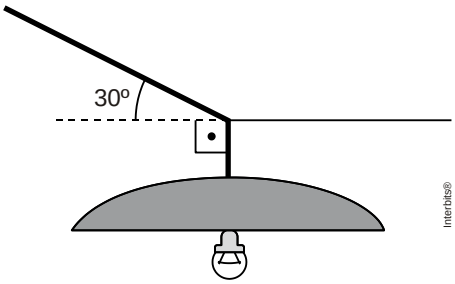


Podemos afirmar corretamente que nessa situação o elevador está
a) descendo com velocidade constante.
b) subindo aceleradamente.
c) subindo com velocidade constante.
d) descendo aceleradamente.

4**.** (Uftm 2010) As dependências da escola não possuíam tomadas no local em que estava montada a barraca do churrasco e, por isso, uma extensão foi esticada, passando por uma janela do segundo andar do prédio das salas de aula.



Para posicionar a lâmpada logo à frente da barraca, uma corda presa à lona foi amarrada ao fio da extensão, obtendo-se a configuração indicada na figura. Considere sen 30º = $\frac{1}{2}$, cos 30º = $\frac{\sqrt{3}}{2}$ e g = 10 m/s^2.



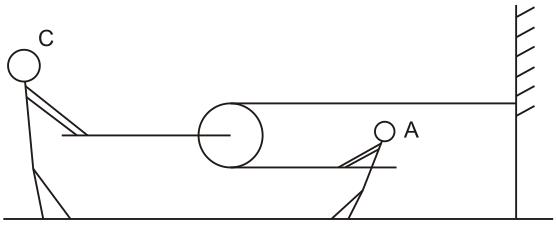
O conjunto formado pela cúpula, lâmpada e soquete, de massa total 0,5 kg, é sustentado pela corda e pelo fio condutor.
Desprezando-se os pesos do fio e da corda, é possível afirmar que o fio condutor esticado através da janela sofre ação de uma força de intensidade, em newtons, de
a) 10.
b) 15.

c) $10\sqrt{3}$.
d) 20.
e) $15\sqrt{3}$.

5**.** (Ufc 2010) Uma força constante, horizontal, de módulo *F* e aplicada a um corpo de peso 10 *N*, que está sob uma mesa horizontal e preso a uma mola de constante elástica de 2 *N*/*m*. Inicialmente a mola não está deformada e a força *F* está na direção de deformação da mola. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o corpo e a mesa são, respectivamente, μ_e = 0,5 e μ_c = 0,4. Considere que o módulo da aceleração da gravidade local e g = 10 m/s^2 e que, durante o movimento, o corpo não muda o sentido da sua velocidade. Determine:

a) o valor da força *F* mínima para colocar o corpo em movimento.
b) o espaço percorrido pelo corpo, em função de *F*, até parar.
c) o valor máximo de *F* para que ocorra este movimento.

6**.** (Pucrj 2010) Alberto (A) desafiou seu colega Cabral (C) para uma competição de cabo de guerra, de uma maneira especial, mostrada na figura. Alberto segurou no pedaço de corda que passava ao redor da polia enquanto que Cabral segurou no pedaço atado ao centro da polia. Apesar de mais forte, Cabral não conseguiu puxar Alberto, que lentamente foi arrastando o seu adversário até ganhar o jogo. Sabendo que a força com que Alberto puxa a corda é de 200 N e que a polia não tem massa nem atritos:



a) especifique a tensão na corda que Alberto está segurando;
b) desenhe as forças que agem sobre a polia, fazendo um diagrama de corpo livre;
c) calcule a força exercida pelo Cabral sobre a corda que ele puxava;
d) considerando que Cabral foi puxado por 2,0 m para frente, indique quanto Alberto andou para trás.

7**.** (Ufc 2010) Uma partícula de massa *m* está pendurada no teto através de um fio ideal de comprimento *l*. Determine o período, sabendo que a partícula realiza um movimento circular uniforme horizontal de raio *a*, onde *l* > *a*.
Despreze atritos e considere a aceleração da gravidade local constante e de módulo igual a *g*.
A seguir, assinale a alternativa que apresenta corretamente esse período.
a) $2\pi\sqrt{l/g}$
b) $2\pi\sqrt{l^2 - a^2 / g}$
c) $2\pi\left(la/g^2\right)^{1/4}$
d) $T = 2\pi\left(\frac{l^2 - a^2}{g^2}\right)^{1/4}$
e) $T = 2\pi\left(\frac{l^2 + a^2}{g^2}\right)^{1/4}$

8**.** (Upe 2010) Um coelho está cochilando em um carrossel parado, a uma distância de 5 m do centro. O carrossel é ligado repentinamente e logo atinge a velocidade normal de

funcionamento na qual completa uma volta a cada 6s. Nessas condições, o coeficiente de atrito estático mínimo entre o coelho e o carrossel, para que o coelho permaneça no mesmo lugar sem escorregar, vale:

Considere $\pi = 3$ e $g = 10$ m/s^2.
a) 0,2
b) 0,5
c) 0,4
d) 0,6
e) 0,7

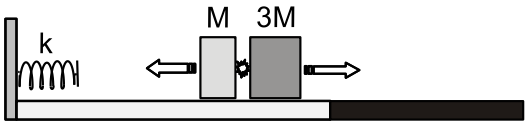
9**.** (Puccamp 2010) Num trecho retilíneo de uma pista de automobilismo há uma lombada cujo raio de curvatura é de 50 m. Um carro passa pelo ponto mais alto da elevação com velocidade v, de forma que a interação entre o veículo e o solo (peso aparente) é $\frac{mg}{5}$ neste ponto. Adote g = 10 m/s^2.
Nestas condições, em m/s, o valor de v é
a) 10
b) 20
c) 30
d) 40
e) 50

10**.** (Ufes 2010) Uma mola ideal de constante elástica *k* lança dois blocos unidos por um dispositivo de massa desprezível. O bloco mais próximo da mola tem massa M e o outro tem massa 3M. Após o lançamento, os blocos se movem sobre uma superfície plana, horizontal e lisa.

a) Sabendo que a mola estava comprimida de x_0 do lançamento, determine o módulo da velocidade dos blocos após o lançamento.

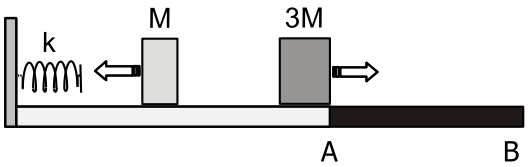
Em um determinado instante, após o lançamento, o dispositivo (explosivo) que une os blocos é acionado, lançando o bloco de massa M de volta contra a mola.

b) Sabendo que o bloco de massa M, ao retornar, comprime a mola de $\frac{x_0}{4}$, determine os módulos das velocidades dos blocos de massa M e de massa 3M imediatamente após a separação.

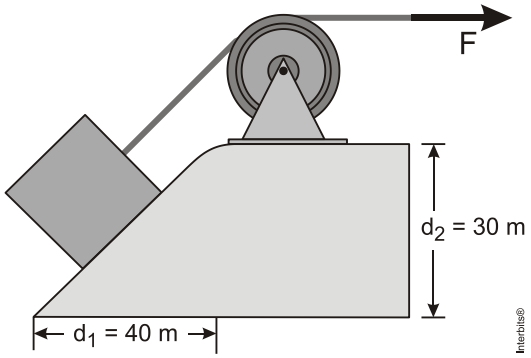


O bloco de massa 3M, após a separação, continua movendo-se no mesmo sentido até chegar a uma região da superfície não lisa AB, muito extensa.

c) Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a região não lisa e o bloco de massa 3M é ě , determine a distância percorrida por esse bloco na região não lisa.

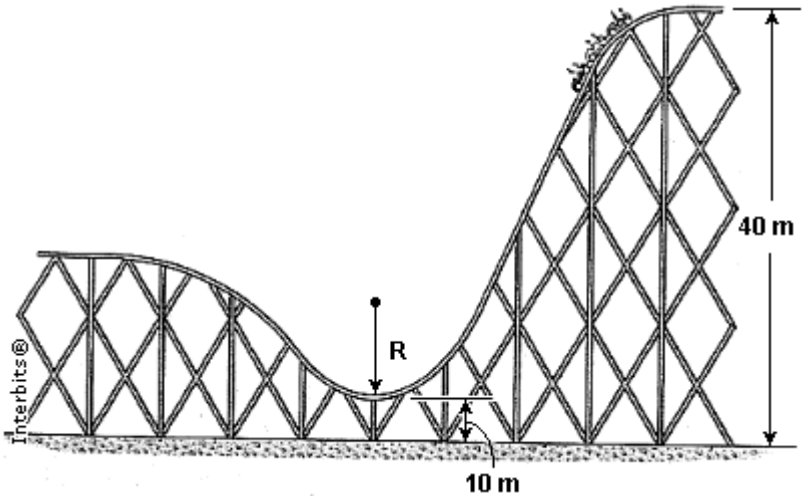


11**.** (Upe 2010) No dispositivo representado na figura a seguir, um bloco de granito de massa 1500 kg é puxado para cima em um plano inclinado, com uma velocidade constante de 2,0 m/s por uma força F aplicada ao cabo. As distâncias indicadas são d_1 = 40 m e d_2 = 30 m, e o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano inclinado é 0,50. Considere g = 10 m/s^2. O atrito na roldana e as massas da corda e da roldana são desprezíveis. Nessas condições, a potência desenvolvida pela força F aplicada ao bloco pelo cabo vale em kW:



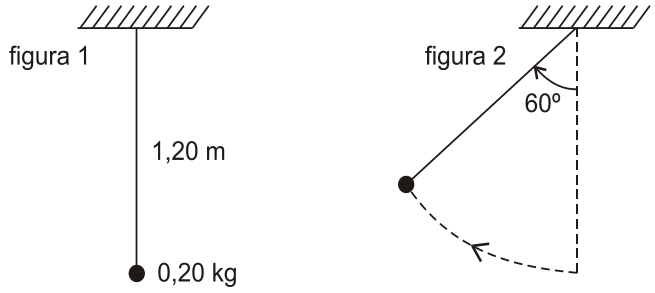
a) 30
b) 40
c) 50
d) 70
e) 10

12**.** (Upe 2010) A figura a seguir representa um trecho de uma montanha russa na qual os carrinhos foram projetados para que cada ocupante não experimente uma força normal contra seu assento com intensidade maior do que 3,5 vezes seu próprio peso. Considerando que os carrinhos tenham velocidade de 5 m / s no início da descida e que os atritos sejam desprezíveis, o menor raio de curvatura R que o trilho deve ter no seu ponto mais baixo vale em m



a) 25
b) 5
c) 3,5
d) 40
e) 10

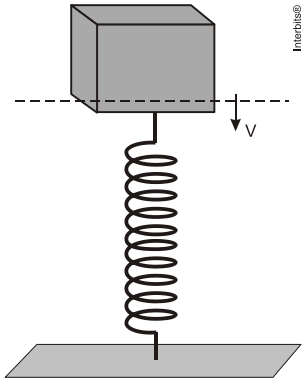
13**.** (Ufrj 2010) Uma bolinha de massa 0,20 kg está em repouso suspensa por um fio ideal de comprimento 1,20 m preso ao teto, conforme indica a figura 1. A bolinha recebe uma pancada horizontal e sobe em movimento circular até que o fio faça um ângulo máximo de 60º com a vertical, como indica a figura 2. Despreze os atritos e considere g = 10 m/s^2.



a) Calcule o valor T_0 da tensão no fio na situação inicial em que a bolinha estava em repouso antes da pancada.

b) Calcule o valor T_1 da tensão no fio quando o fio faz o ângulo máximo de 60º com a vertical e o valor T_2 da tensão quando ele passa de volta pela posição vertical.

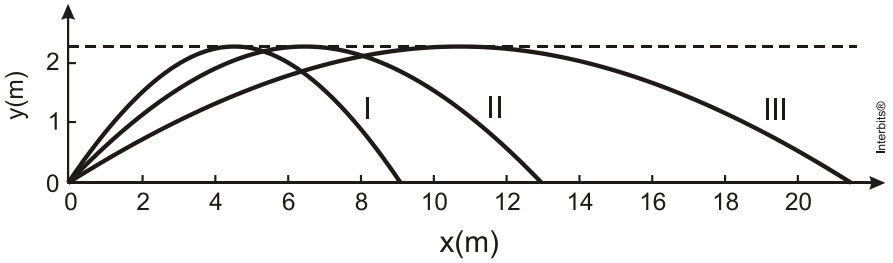
14**.** (Ufpb 2010) Em um laboratório de Física, um bloco de 0,5 *kg* de massa encontra-se preso à extremidade superior de uma mola de constante k=100 *N/m*, a qual está apoiada sobre uma superfície horizontal, conforme representado na figura a seguir.



Um estudante resolve estudar como se dá a distribuição de energia nesse sistema. Ele, então, imprime ao bloco uma certa velocidade inicial, e observa que o bloco, quando passa pelo ponto em que a mola não está nem comprimida nem distendida, apresenta uma velocidade de 2 *m/s* para baixo.
Tomando esse ponto como referência, é correto afirmar que a maior altura, em metros, atingida por esse bloco é:

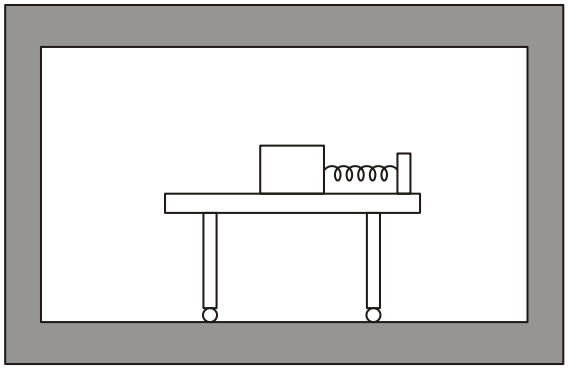
a) 0
b) 0,1
c) $0{,}1\sqrt{2}$
d) 0,2
e) $0{,}2\sqrt{2}$

15**.** (Uece 2010) A figura a seguir mostra quatro trajetórias de uma bola de futebol lançada no espaço.



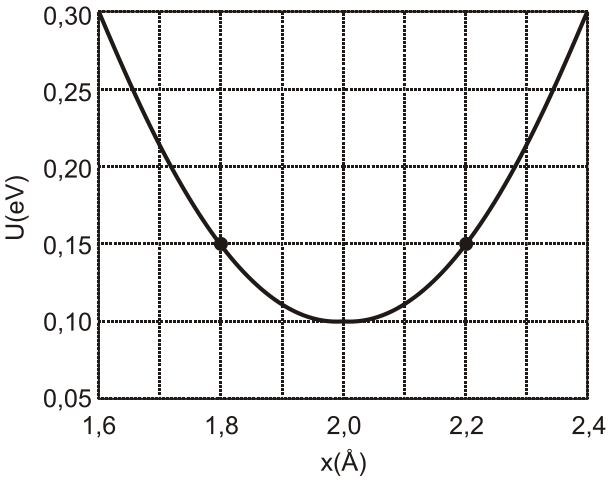
Desconsiderando o atrito viscoso com o ar, assinale o correto.
a) A trajetória que exigiu a maior energia foi a I.
b) A trajetória que exigiu a maior energia foi a II.
c) A trajetória que exigiu a maior energia foi a III.
d) A energia exigida é a mesma para todas as trajetórias.

16**.** (Uff 2010) No interior de uma caixa de paredes impermeáveis ao calor foi feito vácuo e montado um experimento, sendo utilizados um bloco, uma mesa e uma mola de constante elástica *k,* conforme ilustrado na figura. O bloco e a mesa possuem, respectivamente, capacidades térmicas C_b e C_m e a capacidade térmica da mola é desprezível. Todo o sistema está em equilíbrio térmico a uma temperatura inicial T_0 . A mola é inicialmente comprimida de x_0 , a partir da configuração relaxada e, então, o bloco é liberado para oscilar. Existe atrito entre a mesa e o bloco, mas o atrito entre a mesa e o piso da caixa é desprezível. O bloco oscila com amplitude decrescente, até que para a uma distância ax_0 do ponto de equilíbrio, sendo $0 < a < 1$.



Determine:
a) as temperaturas finais da mesa e do bloco, após esse bloco parar de oscilar e o sistema atingir o equilíbrio térmico;
b) a razão entre a variação da energia interna da mesa e a variação da energia interna do bloco, no equilíbrio térmico;
c) a variação da posição do centro de massa do sistema composto pelo bloco, mola e mesa, quando esse bloco para de oscilar.

17**.** (Ufg 2010) Para pequenas energias de excitação, o deslocamento relativo *x* (Å) dos átomos de uma molécula diatômica pode ser descrito como um oscilador harmônico, com sua energia potencial *U (x)* dada pelo gráfico a seguir.

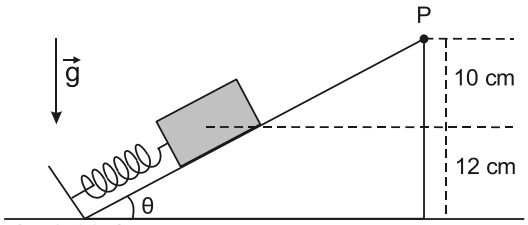


Tendo em vista as explicações, a função *U (x)* que descreve a energia potencial, em elétrons-volt (eV), e a constante elástica em eV/Å^2 são, respectivamente,

a) $U(x) = 0{,}150 + 3{,}75 \cdot (x - 1{,}8)^2$ e 1,88.
b) $U(x) = 0{,}100 + 3{,}75 \cdot (x - 2{,}0)^2$ e 3,75.
c) $U(x) = 0{,}100 + 1{,}25 \cdot (x - 2{,}0)^2$ e 1,25.
d) $U(x) = 0{,}100 + 1{,}25 \cdot (x - 2{,}0)^2$ e 2,50.
e) $U(x) = 0{,}150 - 3{,}75 \cdot (x - 1{,}8)^2$ e 3,75.

18**.** (Ufal 2010) A figura mostra um bloco de peso 10 N em equilíbrio contraindo uma mola ideal de constante elástica 100 N/m. Não existe atrito entre o bloco e o plano inclinado e sabe-se que sen(θ) = 0,8 e cos(θ) = 0,6. Considere que a energia potencial elástica é nula quando a mola não está nem contraída nem distendida, e que a energia potencial gravitacional é nula no nível do ponto P, situado a uma altura de 10 cm acima do centro de massa do bloco.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a soma das energias potenciais elástica da mola e gravitacional do bloco na situação da figura vale:



a) −0,68 J
b) −0,32 J
c) zero
d) 0,32 J
e) 0,68 J

19**.** (Pucpr 2010) A energia muscular resulta da transformação das substâncias armazenadas no organismo humano. A energia que consumimos vem dos alimentos que ingerimos. Por exemplo, um grama de carboidrato ou de proteína contém cerca de 4 kcal. Já um grama de gordura contém bem mais que isso, cerca de 9 kcal. O consumo de energia por uma pessoa adulta na forma de alimentos é de aproximadamente 2.400 kcal por dia. Essa energia é usada para manter nosso organismo em funcionamento, como coração, pulmões e os demais órgãos internos, e também para fornecer alguma capacidade de trabalho externo, que é feito durante praticamente todo o dia.

Em condições de repouso, cerca de 30% da energia são consumidos pelos músculos esqueléticos e praticamente outro tanto é consumido pelos órgãos abdominais. Em repouso, o cérebro consome cerca de 20% e o coração 10% da energia total consumida pelo corpo. Adote 1 cal equivalente a 4 J e g = 10 m/s^2 para responder à questão.

Marque a alternativa CORRETA:

a) Dado o consumo normal de uma pessoa em um dia, em repouso o cérebro apresenta uma potência de 2 W.
b) Para conseguirmos as 2.400 kcal durante o dia, precisamos consumir cerca de 300 g de carboidrato ou a metade disso em gordura ou uma saudável (e de preferência apetitosa) mistura dessas coisas.
c) A energia consumida em um dia seria suficiente para elevar um corpo de massa de 1,0 ton até uma altura de 10,0 m.
d) Se calcularmos a potência do corpo através da energia consumida em um dia, obtemos um valor de aproximadamente 110 W.
e) Considere um atleta de 80 kg que passa cerca de 4 horas do dia em atividade de treino, por exemplo, subindo uma escada a uma taxa de 0,25 m/s (só um bom atleta consegue isso). Dessa forma ele teria consumido mais energia que o valor normal de consumo de uma pessoa adulta.

20**.** (Fgvrj 2010) No ano de 2008, a usina hidrelétrica de Itaipu produziu 94.684.781 MWh (megawatts-hora) de energia. Se o poder calorífico do petróleo é igual a 0,45 x 10^8 J/kg, a massa de petróleo necessária para fornecer uma quantidade de energia igual à produzida por Itaipu em 2008 é, aproximadamente, igual a

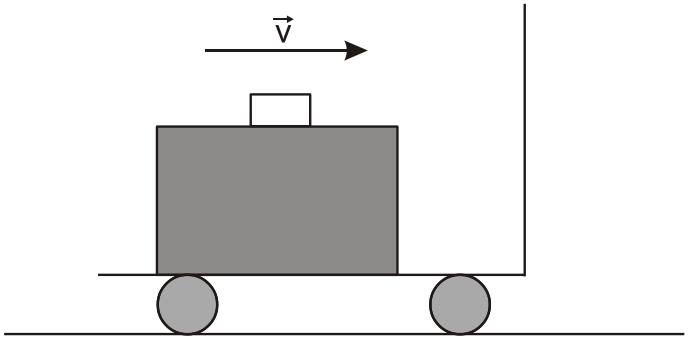
Dados: 1 W = 1J/s
1 MW = 10^6 W
1 tonelada = 10^3 kg
a) 2 mil toneladas.
b) 45 mil toneladas.
c) 450 mil toneladas.
d) 7,5 milhões de toneladas.
e) 95 milhões de toneladas.

21**.** (Udesc 2010) No dia 25 de julho o brasileiro Felipe Massa, piloto da equipe Ferrari, sofreu um grave acidente na segunda parte do treino oficial para o Grande Pr麥io da Hungria de F· mula 1.

O piloto sofreu um corte de oito cent匆etros na altura do superc匀io esquerdo ap· o choque de uma mola que se soltou do carro de Rubens Barrichello contra seu capacete. O carro de Felipe Massa estava a 280,8 km/h, a massa da mola era 0,8 kg e o tempo estimado do impacto foi 0,026s.

Supondo que o choque tenha ocorrido na horizontal, que a velocidade inicial da mola tenha sido 93,6 km/h (na mesma dire鈬o e sentido da velocidade do carro) e a velocidade final 0,0 km/h, a for軋 m馘ia exercida sobre o capacete foi:
a) 800 N
b) 1600 N
c) 2400 N
d) 260 N
e) 280 N

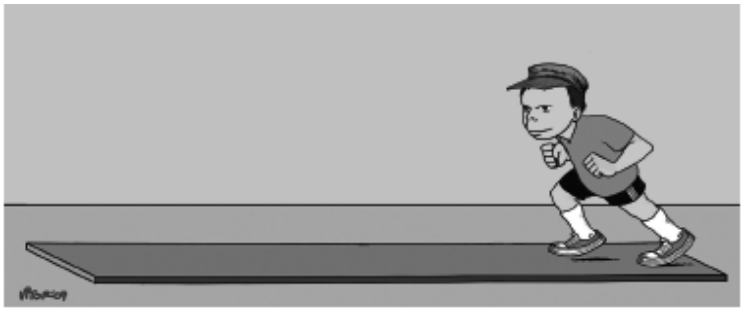
22**.** (Pucrs 2010) Em uma rodoviária, um funcionário joga uma mala de 20,0 kg com velocidade horizontal de 4,00 m/s, sobre um carrinho de 60,0 kg, que estava parado. O carrinho pode mover-se livremente sem atrito; além disso, a resistência do ar é desprezada. Considerando que a mala escorrega sobre o carrinho e para, é correto afirmar que, nessa colisão entre a mala e o carrinho, o módulo da velocidade horizontal adquirida pelo sistema carrinho-mala é _____ e a energia mecânica do sistema _____.



As expressões que completam correta e respectivamente as lacunas são:
a) 1,33m/s; permanece a mesma
b) 1,33m/s; diminui

c) 1,00m/s; diminui
d) 1,00m/s; aumenta
e) 4,00m/s; permanece a mesma

23**.** (Ufrj 2010) Um menino de 40 kg de massa corre em movimento retilíneo horizontal em cima de uma prancha de 8,0 kg de massa que desliza sobre um piso horizontal, conforme indica a figura. Não há qualquer atrito entre a prancha e o piso, embora haja atrito entre o menino e a prancha. O movimento do menino ocorre com aceleração constante de módulo 0,20 m/s^2 e sentido para a esquerda, em relação ao piso.



a) Indique o sentido da componente horizontal da força que a prancha exerce sobre o menino e calcule seu módulo.
b) Indique o sentido da aceleração da prancha relativa ao piso e calcule seu módulo.

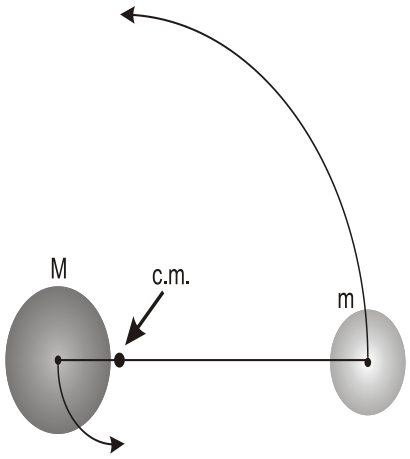
24**.** (Pucsp 2010) Nas grandes cidades é muito comum a colisão entre veículos nos cruzamentos de ruas e avenidas.
Considere uma colisão inelástica entre dois veículos, ocorrida num cruzamento de duas avenidas largas e perpendiculares. Calcule a velocidade dos veículos, em m/s, após a colisão.

Considere os seguintes dados dos veículos antes da colisão:

Veículo 1: m_1= 800kg
v_1= 90km/h
Veículo 2: m_2 =450kg
v_2= 120km/h

a) 30
b) 20
c) 28
d) 25
e) 15

25**.** (Pucpr 2010) Um planeta binário é um sistema formado por dois planetas que se atraem mutuamente pela força gravitacional e que orbitam em torno do centro de massa do sistema. Para que seja considerado planeta binário, o centro de massa (c.m.) do sistema não pode se localizar dentro de nenhum dos planetas. Suponha um planeta binário composto por um planeta maior (M) de massa quatro vezes a massa do planeta menor (m), ambos realizando órbitas circulares em torno do centro de massa.



Analise as afirmações:

I.O raio da órbita do planeta menor é quatro vezes o raio da órbita do planeta maior.
II. A velocidade escalar do planeta menor é quatro vezes maior que a do planeta maior.
III. O período da órbita do planeta menor é quatro vezes maior que o do planeta maior.

Assinale a alternativa CORRETA:
a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
b) Somente a afirmativa I está correta.
c) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
d) Somente a afirmativa II está correta.
e) Todas as afirmativas estão corretas.

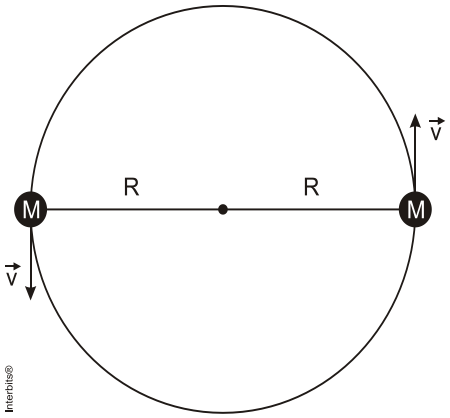
26**.** (Ufpr 2010) Neste ano, comemoram-se os 400 anos das primeiras descobertas astronômicas com a utilização de um telescópio, realizadas pelo cientista italiano Galileu Galilei. Além de revelar ao mundo que a Lua tem montanhas e crateras e que o Sol possui manchas, ele também foi o primeiro a apontar um telescópio para o planeta Júpiter e observar os seus quatro maiores satélites, posteriormente denominados de Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

Satélite	**Raio orbital (10^5 km)**	**Massa (10^{22} kg)**
Io	4	9
Europa	6	5
Ganimedes	10	15
Calisto	20	11

Supondo que as órbitas desses satélites ao redor de Júpiter sejam circulares, e com base nas informações da tabela acima, assinale a alternativa correta. (Os valores da tabela foram arredondados por conveniência)
a) A força de atração entre Júpiter e Ganimedes é maior do que entre Júpiter e Io.
b) Quanto maior a massa de um satélite, maior será o seu período orbital.
c) A circunferência descrita pelo satélite Calisto é quatro vezes maior que a circunferência descrita pelo satélite Europa.

d) A maior velocidade angular é a do satélite Calisto, por possuir maior período orbital.
e) O período orbital de Europa é aproximadamente o dobro do período orbital de Io.

27**.** (Upe 2010) A figura a seguir representa a trajetória de duas estrelas idênticas (cada uma com massa M) que giram em torno do centro de massa das duas estrelas. Cada órbita é circular e possui raio R, de modo que as duas estrelas estão sempre em lados opostos do círculo. Considere G a constante de gravitação universal.



Analise as proposições que se seguem.

(4) A força de atração gravitacional de uma estrela sobre a outra vale $\frac{GM^2}{4R^2}$

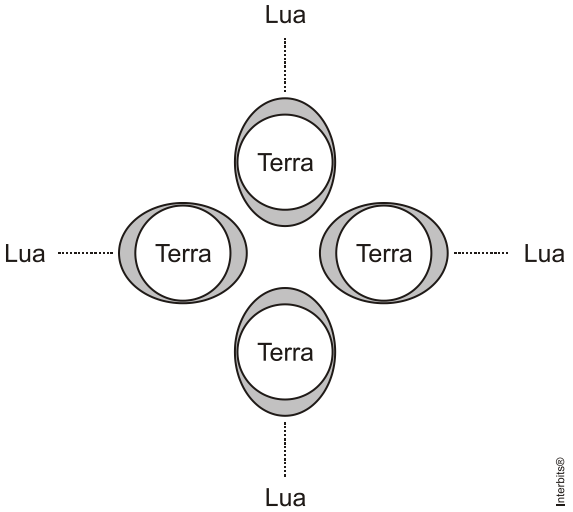
(8) A velocidade orbital de cada estrela vale $\sqrt{\frac{4M}{GR}}$

(12) O período de cada estrela vale $4\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

A soma dos números entre parênteses das proposições que corresponde aos itens corretos é igual a

a) 24
b) 12
c) 8
d) 20
□□□16 □

28**.** (Udesc 2010) A maré é o fenômeno natural de subida e descida do nível das águas, percebido principalmente nos oceanos, causado pela atração gravitacional do Sol e da Lua. A ilustração a seguir esquematiza a variação do nível das águas ao longo de uma rotação completa da Terra.



Considere as seguintes proposições sobre maré, e assinale a alternativa **incorreta**.

a) As marés de maior amplitude ocorrem próximo das situações de Lua Nova ou Lua Cheia, quando as forças atrativas, devido ao Sol e à Lua, se reforçam mutuamente.
b) A influência da Lua é maior do que a do Sol, pois, embora a sua massa seja muito menor do que a do Sol, esse fato é compensado pela menor distância à Terra.
c) A maré cheia é vista por um observador quando a Lua passa por cima dele, ou quando a Lua passa por baixo dele.
d) As massas de água que estão mais próximas da Lua ou do Sol sofrem atração maior do que as massas de água que estão mais afastadas, devido à rotação da Terra.
e) As marés alta e baixa sucedem-se em intervalos de aproximadamente 6 horas.

29**.** (Uff 2010) Antoine de Saint-Exupéry gostaria de ter começado a história do Pequeno Príncipe dizendo:

"Era uma vez um pequeno príncipe que habitava um planeta pouco maior que ele, e que tinha necessidade de um amigo …"

Considerando que o raio médio da Terra é um milhão de vezes o raio médio do planeta do Pequeno Príncipe, assinale a opção que indica a razão entre a densidade do planeta do Pequeno Príncipe, ρ_P, e a densidade da Terra, ρ_T, de modo que as acelerações da gravidade nas superfícies dos dois planetas sejam iguais.

a) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^{12}$

b) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^{6}$

c) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^{18}$

d) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^3$

e) $\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^2$

30**.** (Fgvrj 2010) Muitos satélites utilizados em telefonia, transmissões de rádio e TV, internet e outros serviços de telecomunicações ocupam a órbita geoestacionária. Nesta órbita, situada no plano da linha do equador, os satélites permanecem sempre acima de um mesmo ponto da superfície terrestre, parecendo parados para um observador no equador. A altura de um satélite geocêntrico, em relação à superfície da Terra, em órbita circular, é aproximadamente igual a

Dados: G = constante de gravitação universal
M = massa da Terra
R = raio da Terra = 6, 4 x 10^6 m
$[G M / 4 đ^2]^{1/3}$ = 2,2 x 10^4 m $s^{-2/3}$
[24 horas] $^{2/3}$ = 2,0 x 10^3 $s^{2/3}$
a) 37600 km.
b) 50000 km.
c) 64000 km.
d) 12800 km.
e) 25000 km.

31**.** (Ufal 2010) Uma partícula é lançada verticalmente para cima a partir da superfície da Terra, atingindo uma altura máxima (em relação ao ponto de lançamento) igual ao próprio raio da Terra, R_T. Desprezando os atritos e o movimento de rotação terrestre, e denotando a aceleração da gravidade na superfície da Terra por g, com que velocidade a partícula foi lançada?

a) $\left(\frac{1}{2}\right)\sqrt{gR_T}$

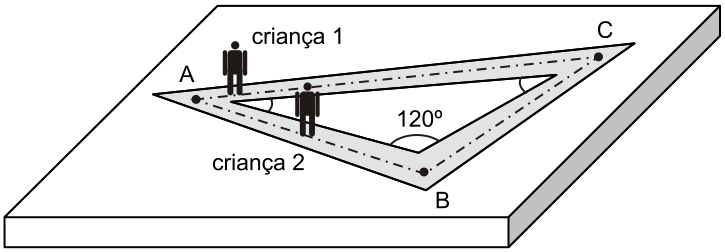
b) $\sqrt{gR_T / 2}$

c) $\sqrt{gR_T}$

d) $2\sqrt{gR_T}$

e) $2\sqrt{gR_T}$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Em uma região plana, delimitou-se o triângulo ABC, cujos lados AB e BC medem, respectivamente, 300,00 m e 500,00 m. Duas crianças, de 39,20 kg cada uma, partem, simultaneamente, do repouso, do ponto A, e devem chegar juntas ao ponto C, descrevendo movimentos retilíneos uniformemente acelerados.



32**.** (Mackenzie 2010) Se a criança 2 chegar ao ponto C com energia cinética igual a 640,0 J, a velocidade da criança 1, nesse ponto, será

a) 3,750 m/s
b) 4,375 m/s

c) 5,000 m/s
d) 7,500 m/s
e) 8,750 m/s

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[B]

Dados: D = 5 mm = 5×10^{-3} m; g = 10 m/s^2; π = 3 e d_{H_2O} = 1 g/cm^3 = 10^3 kg/m^3. Lembremos, ainda, que o volume da esfera é: V = $\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi\frac{D^3}{8} = \frac{1}{6}\pi D^3$.

Na iminência de a gota cair, as forças que agem sobre ela (peso e tensão superficial máxima) se equilibram.
$T_{máx}$ = P = mg. Como m = dV, vem:

$$T_{máx} = d_{H_2O}\, V_{gota}\, g = d_{H_2O}\left(\frac{1}{6}\pi D^3\right) g \Rightarrow$$

$$T_{máx} = 10^3\left[\frac{1}{6}\times 3\times\left(5\times10^{-3}\right)^3\right]10 = 10^3\times\frac{125\times10^{-9}}{2}\times10 \Rightarrow$$

$T_{máx} = 6{,}25\times10^{-4}$ N.

Resposta da questão 2:
[C]

No início da queda a única força é o peso e a aceleração é a da gravidade. Com o aumento da velocidade, a força de arrasto aumenta, a aceleração diminui e a velocidade fica constante.

Resposta da questão 3:
[D]

Pode-se chegar à resposta por eliminação:

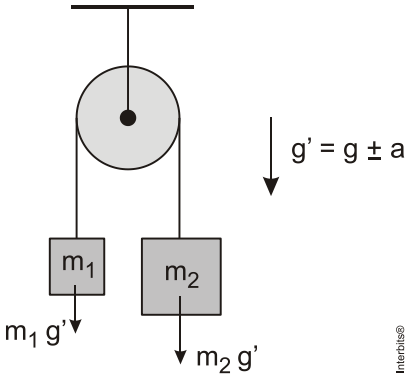
As opções **a)** e **c)** são eliminadas de imediato, pois se as massas são diferentes, haveria aceleração de mesmo módulo que haveria se o elevador estivesse em repouso.

A opção **b)** é eliminada se pensarmos que, se $\mathbf{m_2 > m_1}$, por exemplo, o corpo de massa $\mathbf{m_1}$ teria duas acelerações para cima, e o de massa $\mathbf{m_2}$ teria uma aceleração para cima e outra para baixo, não podendo portanto estar em repouso um em relação ao outro, restando, então, a opção **d)**.

Mas vamos a uma solução mais elaborada.

Para um referencial no elevador: quando o elevador tem aceleração de módulo **a** *para cima*, a gravidade aparente no seu interior é **g' = g + a** e, quando tem aceleração de módulo **a** *para baixo*, é **g' = g – a**, sendo **a < g**.

Fundindo as expressões, quando o elevador tem aceleração não nula, (menor que a da gravidade local) a gravidade aparente seu interior é: **g' = g ± a**. (a < g)



Seja **a'** o módulo da aceleração dos blocos, em relação ao elevador. Aplicando o princípio fundamental da dinâmica e supondo $\mathbf{m_2 > m_1}$ temos:

$m_2 g' - m_1 g' = m a' \Rightarrow m_2 (g \pm a) - m_1 (g \pm a) = (m_1 + m_2) a' \Rightarrow a' = \dfrac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}(g \pm a)$.

Mas os blocos não se deslocam em relação ao elevador. Então:

$a' = 0 \Rightarrow \dfrac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}(g \pm a) = 0$. Isso nos leva a concluir que:

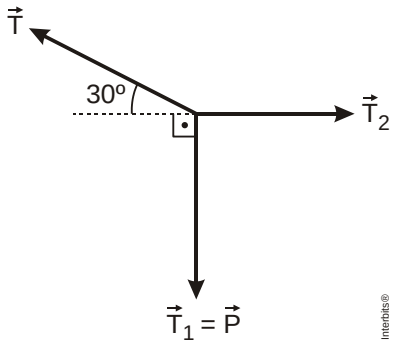
1º) $m_2 - m_1 = 0$. Porém o enunciado afirma que $m_2 \neq m_1$: hipótese descartada.

2º) $g \pm a = 0 \begin{cases} g + a = 0 \text{ (absurdo, pois } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{g} \text{ estão em módulo.} \\ g - a = 0 \Rightarrow a = g. \end{cases}$

Ou seja, o elevador a aceleração é para baixo. Então, ele pode estar subindo em movimento retardado ou descendo em movimento acelerado.

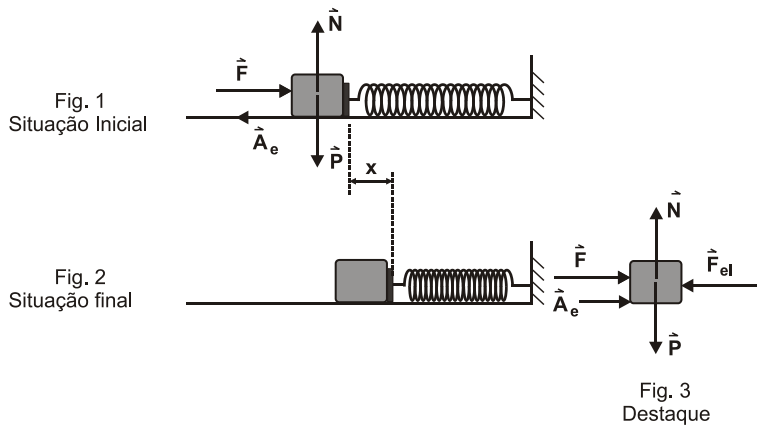
Resposta da questão 4:
[A]

O diagrama de forças atuando no encontro dos fios é mostrado abaixo:



A componente vertical de $\vec{T}$ deve ser equilibrada pelo peso da luminária:
$T\text{sen}30^o = P \rightarrow T = 2P = 2mg = 10N$

Resposta da questão 5:



Dados: **P** = 10 N; **k** = 2 N/m; μ_e = 0,5; μ_c = 0,4; **g** = 10 m/s^2.

a) Na situação inicial (Fig. 1), para colocar o corpo em movimento, e necessário que a intensidade da força $\vec{F}$ seja maior que a da força de atrito estática máxima, $\vec{A}_{max}$. Como o corpo está numa superfície horizontal, a força normal, $\vec{N}$, tem a mesma intensidade do peso.

$F > A_{máx} \Rightarrow F > \mu_e N \Rightarrow F > \mu_e P = 0{,}5\,(10) \Rightarrow$
$F > 5$ N.

b) Até parar, o deslocamento do corpo é a própria deformação da mola (**x**)e a força de atrito atuante é a cinética ($\mathbf{A_c = \mu_C N}$).

Usando o teorema da Energia cinética, que afirma que o trabalho da resultante, $\mathbf{W_{\vec{R}}}$, é igual a variação da energia cinética, $\mathbf{\Delta E_C}$, vem:

$$W_{\vec{F}} + W_{\vec{F}el} + W_{\vec{A}e} + W_{\vec{P}} + W_{\vec{N}} = \Delta E_C .$$

O peso e a normal não realizam trabalho, pois são perpendiculares ao deslocamento; o trabalho da força elástica, nesse caso, é igual a $-\frac{k\,x^2}{2}$, e a variação da energia cinética é nula, pois o corpo sai do repouso e volta ao repouso. Assim:

$F\,x - \frac{k\,x^2}{2} - A_C\,x = 0$. Dividindo por $x \neq 0$ ambos os membros e substituindo a expressão da força de atrito cinética:
$F - \frac{k\,x}{2} - \mu_C\,N = 0$. Substituindo valores dados:
$F - \frac{2x}{2} - 0{,}4\,(10) \Rightarrow F - x - 4 = 0 \Rightarrow$
$x = F - 4$.

c) Na situação final, quando o bloco para, ele fica sujeito às forças mostradas no destaque da Fig 3. Para que não haja inversão no sentido do movimento, as forças devem se equilibrar. Assim:

$F_{el} = F + A_e \Rightarrow k\,x = F + A_e$. Usando os resultados dos itens anteriores, vem:
$2\,(F - 4) = F + A_e \Rightarrow 2\,F - 8 - F = A_e \Rightarrow F = A_e + 8$.

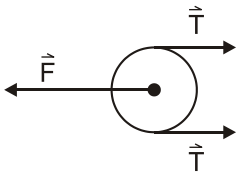
Como a força de atrito estática atinge valor máximo igual a 5 N, temos:
$F_{max} = 5 + 8 \Rightarrow F_{máx} = 13$ N.

Resposta da questão 6:

a) A tensão (ou tração, que é o termo mais adequado) na corda corresponde à intensidade da força aplicada por Alberto: T = 200 N.

b) $\vec{F}$: força de tração no centro da polia, aplicada por Cabral;

$\vec{T}$: forças aplicadas pela corda que passa pela polia.

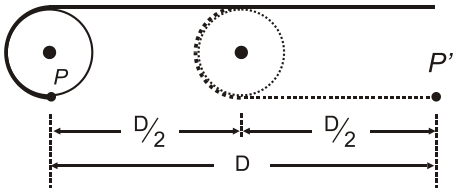


c) Como a polia não tem massa (ou seja, sua massa é desprezível) e, além disso, ela está sendo arrastada quase-estaticamente (ou seja, com velocidade constante $\Rightarrow$ a = 0), aplicando o princípio fundamental, temos:

$$F - 2T = m\,a \;\Rightarrow\; F - 2T = 0 \;\Rightarrow\; F = 2T = 2(200) \;\Rightarrow\; F = 400 \text{ N}.$$

d) A figura a seguir mostra que quando a ponta da corda desloca **D** (do ponto do ponto *P* até o ponto *P'*), o centro da polia desloca **D/2**.

Assim, se corda que Alberto puxa enrola **D**, essa distância é distribuída nos dois braços da polia, fazendo com o seu centro desloque **D/2**. Portanto, se Carlos avança 2 m, Alberto recua 4 m.



Resposta da questão 7:

[D]

O enunciado sugere tratar-se de um pêndulo cônico. Estranha a observação ***l > a*** feita no enunciado, uma vez que é impossível num pêndulo cônico termos o comprimento menor ou igual ao raio ($l \le a$).

As figuras abaixo ilustram a situação descrita.

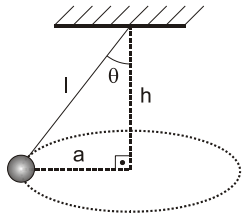


Fig 1

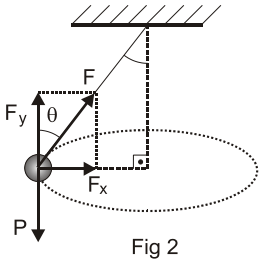


Fig 2

Na Fig 1:

$h^2 + a^2 = l^2 \Rightarrow h^2 = l^2 - a^2 \Rightarrow h = \sqrt{l^2 - a^2}$. **(I)**

$\text{sen}\theta = \frac{a}{l}$; $\cos\theta = \frac{h}{l}$.

Na Fig 2:
A componente horizontal da tração (**F_x**) é a resultante centrípeta (**R_C**).

$F_x = R_C \Rightarrow F\,\text{sen}\theta = \frac{m\,v^2}{a} \Rightarrow F\frac{a}{l} = \frac{m\,v^2}{a} \Rightarrow F = \frac{m\,v^2\,l}{a^2}$. **(II)**

Como o movimento se dá num plano horizontal, a resultante das forças verticais é nula. Assim, a componente vertical da tração (**F_y**) equilibra o peso da esfera pendular (**P**).

$F_y = P \Rightarrow F\cos\theta = m\,g \Rightarrow F\frac{h}{l} = m\,g \Rightarrow F = \frac{m\,g\,l}{h}$. **(III)**

Igualando **(II)** e **(III)**, vem:

$\frac{m\,v^2\,l}{a^2} = \frac{m\,g\,l}{h} \Rightarrow v^2 = \frac{a^2\,g}{h}$. **(IV)**

O período (**T**) é o intervalo de tempo gasto em cada volta (**$\Delta S = 2\pi a$**).

$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2\pi a}{T}$ **(V)**

Substituindo **(V)** em **(IV)**, temos:

$\left(\frac{2\pi a}{T}\right)^2 = \frac{a^2\,g}{h} \Rightarrow \frac{4\pi^2\,a^2}{T^2} = \frac{a^2\,g}{h} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2\,h}{g} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$ **(VI)**

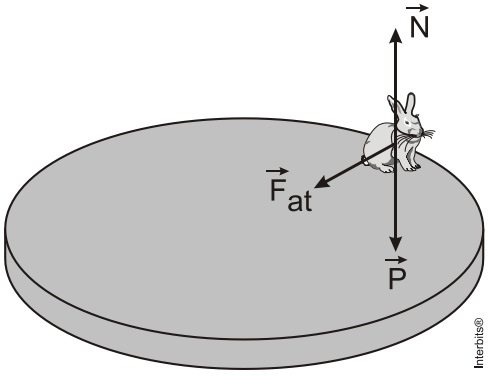
Substituindo **(I)** em **(VI)**:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{l^2 - a^2}}{g}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\sqrt{\frac{l^2 - a^2}{g^2}}} \Rightarrow$

$T = 2\pi\frac{\sqrt[4]{l^2 - a^2}}{\left(g^2\right)^{1/4}}$

Resposta da questão 8:
[B]

A figura mostra as forças agindo no coelho.



A força de atrito é a componente centrípeta das forças que agem no coelho e a normal equilibra o peso.

$$\left.\begin{array}{l}\mu N = m\omega^2 R \\ N = mg\end{array}\right\} \rightarrow \mu mg = m\omega^2 R \rightarrow \mu = \frac{\omega^2 R}{g} \text{ eq 01}$$

$$\omega = \frac{1\text{rot}}{6\text{s}} = \frac{2\pi\text{rad}}{6\text{s}} = 1{,}0\text{rd/s}$$

Voltando à equação 01: $\mu = \frac{1^2 \times 5}{10} = 0{,}5$

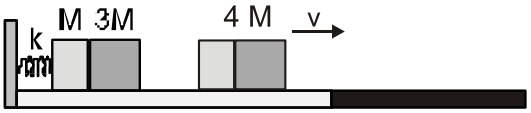
Resposta da questão 9:
[B]

No ponto mais alto, a força centrípeta é a diferença entre o peso e a normal.

$$m\frac{V^2}{R} = mg - N \rightarrow m\frac{V^2}{50} = mg - \frac{mg}{5} = \frac{4mg}{5} \rightarrow V^2 = 400 \rightarrow V = 20\text{m/s}$$

Resposta da questão 10:

a)

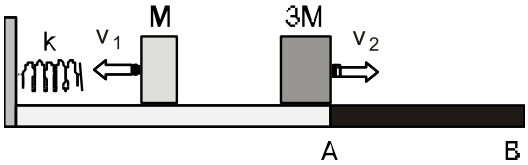


Pela conservação da energia mecânica:

$$E_{Mec}^{in} = E_{Mec}^{fin} \Rightarrow \frac{k\ x_0^2}{\cancel{2}} = \frac{4M\ v^2}{\cancel{2}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k\ x_0^2}{4M}} \Rightarrow$$

$$v = \frac{x_0}{2}\sqrt{\frac{k}{M}}.$$

b)



Dado: $x = \frac{x_0}{4}$.

Usando novamente a conservação da energia mecânica, somente para o bloco de massa **M**. A energia cinética desse bloco após a explosão, é transferida para a mola na forma de energia potencial elástica:

$$\frac{Mv_1^2}{\cancel{2}} = \frac{k\ x^2}{\cancel{2}} \Rightarrow v_1^2 = \frac{k}{M}\left(\frac{x_0}{4}\right)^2 \Rightarrow v_1 = \frac{x_0}{4}\sqrt{\frac{k}{M}}.$$

Como na explosão a forças trocadas entre os blocos são forças internas (a resultante das forças externas é nula), o sistema é mecanicamente isolado. Então, para determinar a velocidade do outro bloco, usamos a conservação da quantidade de movimento do sistema (**Q_S**), antes e depois da explosão.

Adotando o sentido positivo para a direita, temos:

$$Q_s^{antes} = Q_S^{depois} \Rightarrow 4\,M\,v = -M\,v_1 + 3\,M\,v_2 \Rightarrow 4\cancel{M}\,v = -\cancel{M}v_1 + 3\cancel{M}v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{1}{3}\left(v_1 + 4\,v\right)$$

Como $v = \frac{x_0}{2}\sqrt{\frac{k}{M}}$ e $v_1 = \frac{x_0}{4}\sqrt{\frac{k}{M}}$, vem:

$$v_2 = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{k}{M}}\left(4\frac{x_0}{2} + \frac{x_0}{4}\right) \Rightarrow v_2 = \frac{1}{\cancel{3}}\sqrt{\frac{k}{M}}\left(\frac{\cancel{9}x_0}{4}\right) \Rightarrow$$

$$v_2 = \frac{3x_0}{4}\sqrt{\frac{k}{M}}.$$

c) Durante a frenagem do bloco de massa **3M**, a resultante das forças sobre ele é a força de atrito ($\vec{\mathbf{F}}_{\mathbf{at}}$), oposta à velocidade.

Mas:
$F_{at} = \mu\,N$, sendo **N** a componente normal, que equilibra o peso:
$N = P = 3M\,g$.
Assim: $F_{at} = \mu\,3M\,g$.

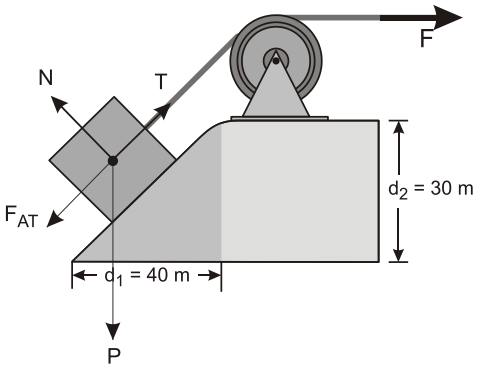
Aplicando o teorema da energia cinética para essa situação, temos:

$$W_{Res} = \Delta E_{cin} \Rightarrow F_{at}\Delta S\cos 180° = 0 - \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow -\mu\,\cancel{3}\cancel{M}\,g\,\Delta S = -\frac{\cancel{3}\cancel{M}}{2}\left(\frac{3x_0}{4}\sqrt{\frac{k}{M}}\right)^2 \Rightarrow$$

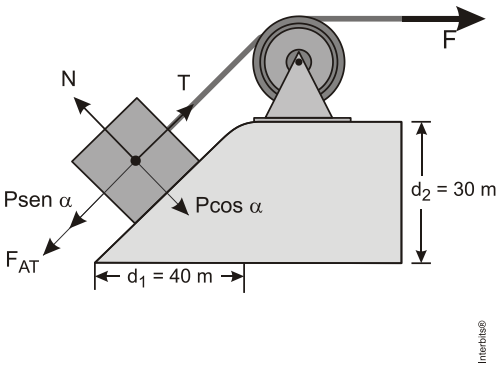
$$\Delta S = \frac{9\,k\,x_0^2}{32\,\mu\,M\,g}.$$

Resposta da questão 11:
[A]

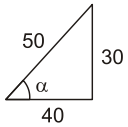
Forças agindo no bloco



Decompondo as forças



Destacando o triângulo



$\text{sen}\alpha = \frac{3}{5}$

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

como $v = cte \Rightarrow F_R = 0$

$N = P\cos\alpha = 1500 \times 10 \times \frac{4}{5} = 12000N$

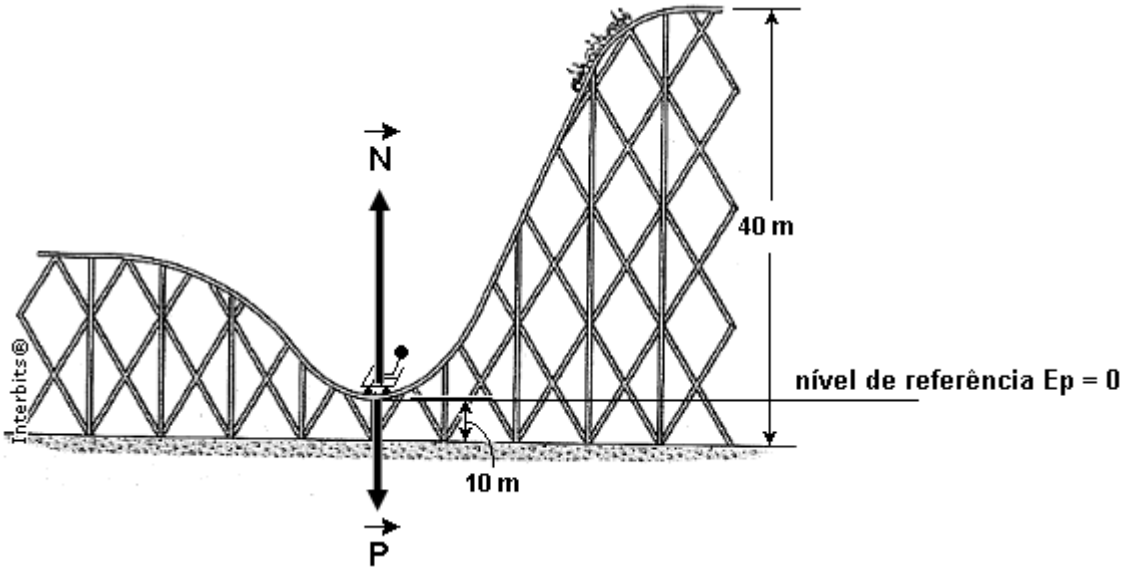
$T = P\text{sen}\alpha + \mu N = 15000 \times \frac{3}{5} + 0,5 \times 12000$

$T = 9000 + 6000 = 15000N$

$Pot = Fv = 15000 \times 2 = 300000W = 30kW$

Resposta da questão 12:
[A]

A figura abaixo mostra o nível de referência para a energia potencial e as forças que agem sobre o ocupante.



Durante a descida a energia mecânica se conserva:

$E_{TF} = E_{TI} \rightarrow mgh + \frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}mV^2 \rightarrow 10 \times 30 + \frac{5^2}{2} = \frac{V^2}{2} \rightarrow V = 25m/s$

No ponto mais baixo podemos escrever:

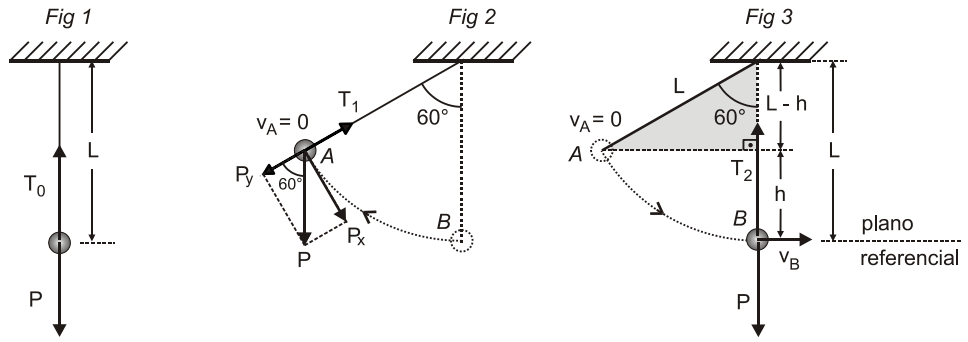
$N - P = m\frac{V^2}{R}$

Mas: $N = 3,5P$, então: $3,5P - P = m\frac{V^2}{R} \rightarrow 2,5mg = m\frac{V^2}{R}$

$\rightarrow 2,5 \times 10 = \frac{25^2}{R} \rightarrow R = \frac{625}{25} = 25m$

Resposta da questão 13:
Dados: **L** = 1,2 m; **m** = 0,2 kg; **g** = 10 m/s^2; θ = 60°.

As figuras a seguir colaboram para melhor esclarecimento na resolução.



a) Na *Fig 1*, as forças que agem na bolinha são o peso ($\vec{P}$) e a tração no fio ($\vec{T}_0$). Como a bolinha está em repouso, essas forças estão equilibradas. Assim:

$T_0 = P = m\,g = 0{,}2(10) \Rightarrow T_0 = 2{,}0$ N.

b) Na *Fig 2*, no ponto *A*, o mais alto da trajetória, a velocidade da bolinha se anula (instantaneamente), portanto a componente centrípeta da resultante também é nula ($R_c = 0$). Então:

$T_1 - P_y = R_c \Rightarrow T_1 - P\cos\theta = 0 \Rightarrow T_1 = m\,g\cos 60° = (0{,}2)(10)(0{,}5) \Rightarrow T_1 = 1{,}0$ N.

Para a segunda parte desse item, analisemos a *Fig 3*.

O grau de dificuldade desse exercício poderia ser aumentado se o valor do comprimento do fio, **L** = 1,2 m, não fosse dado. Por isso a resolução será efetuada sem esse dado.
No triângulo retângulo destacado:

$$\cos 60° = \frac{L-h}{L} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{L-h}{L} \Rightarrow L = 2L - 2h \Rightarrow 2h = L \Rightarrow h = \frac{L}{2}.$$

Desprezando efeitos do ar, o sistema é conservativo, ou seja, ocorre conservação da energia mecânica. Em relação ao plano horizontal de referência adotado, temos:

$E^A_{mec} = E^B_{mec} \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} + m\,g\,h_A = \frac{mv_B^2}{2} + m\,g\,h_B$. Mas, $v_A = 0$; $h_B = 0$ e $h_A = h = \frac{L}{2}$. Assim:

$$m\,g\frac{L}{2} = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow$$

$v_B^2 = Lg$ (equação 1)

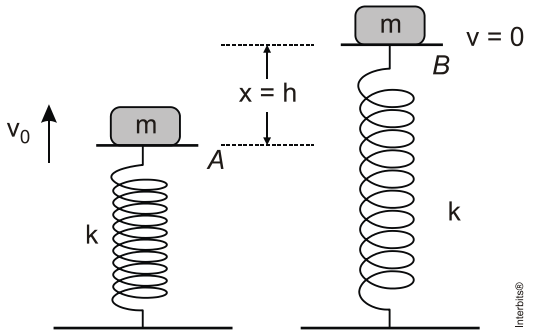
No ponto *B* da Fig 3, o raio da trajetória é **r = L**; a intensidade da resultante centrípeta é:

$R_C = T_2 - P \Rightarrow T_2 = R_c + P \Rightarrow T_2 = \frac{mv_B^2}{L} + mg$. Substituindo nessa equação a equação 1, vem:

$T_2 = \frac{m}{L}Lg + m\,g \Rightarrow T_2 = 2\,m\,g \Rightarrow T_2 = 2(0{,}2)(10) \Rightarrow T_2 = 4{,}0$ N.

Resposta da questão 14:
[B]

Considerando que o sistema seja conservativo, o bloco baixa até que sua velocidade se anule, sendo, a seguir, arremessado para cima.



Quando ele passa novamente pelo ponto de deformação nula, sua velocidade tem módulo v_0 = 2 m/s e sentido para cima.
Em relação a esse ponto (*A*), a altura máxima atingida (**h**), que é também a deformação da mola (**x = h**), quando a velocidade novamente se anula (*B*), conforme ilustra a figura, é:

$$E_{Mec}^{B} = E_{Mec}^{A} \Rightarrow \frac{k\ h^2}{2} + m\ g\ h = \frac{m\ v_0^2}{2} \Rightarrow \frac{100\ h^2}{2} + 0{,}5 \cdot 10\ h = \frac{0{,}5 \cdot 2^2}{2} \Rightarrow$$

$$50\ h^2 + 5\ h = 1 \Rightarrow 50\ h^2 + 5\ h - 1 = 0.$$

$$\therefore h = \frac{-5 \pm \sqrt{5^2 - 4 \cdot 50(-1)\cdot}}{2 \cdot 50} \Rightarrow h = \frac{-5+15}{100} = \frac{10}{100} \Rightarrow$$

$$h = 0{,}1\ m.$$

Resposta da questão 15:
[C]

Tratando-se de um sistema conservativo, a energia mecânica inicial, no lançamento, é igual à energia mecânica no ponto mais alto, que é o mesmo para as três trajetórias. Portanto, a energia potencial também é a mesma. Assim, fica na dependência da energia cinética. A partir do ponto mais alto, a trajetória de maior alcance horizontal é a III, portanto, a de maior velocidade horizontal e, consequentemente, a de maior energia cinética. Assim, a trajetória III é a que apresenta maior energia mecânica no ponto mais alto, logo, maior energia mecânica no lançamento.

Resposta da questão 16:
a) A perda de energia potencial elástica, dissipada pelo atrito, é transformada em energia térmica (calor $\rightarrow$ **Q**), absorvida pela mesa e pelo bloco, uma vez que o sistema está isolado termicamente.

$$Q = (C_b + C_m)(T - T_0) \Rightarrow E_{pot}^{in} - E_{pot}^{fin} = (C_b + C_m)(T - T_0) \Rightarrow \frac{k\ x_0^2}{2} - \frac{k\ (ax_o)^2}{2} = (C_b + C_m)(T - T_0) \Rightarrow$$

$$\frac{k\ x_0^2\left(1 - a^2\right)}{2} + \left(C_b + C_m\right)T_0 = \left(C_b + C_m\right)T.$$

Dividindo os dois membros da igualdade por (C_b + C_m), vem:

$$T = \frac{k\ x_0^2\left(1 - a^2\right)}{2\left(C_b + C_m\right)} + T_0.$$

b) As variações das energias internas da mesa e do bloco são, respectivamente:

$\Delta E_m^{int} = C_m \Delta T$ e $\Delta E_b^{int} = C_b \Delta T$.

Dividindo membro a membro:

$$\frac{\Delta E_m^{int}}{\Delta E_b^{int}} = \frac{C_m \ \Delta T}{C_b \ \Delta T} \Rightarrow \frac{\Delta E_m^{int}}{\Delta E_b^{int}} = \frac{C_m}{C_b}.$$

c) Como não há atrito entre a mesa e o piso, a resultante das forças externas sobre o sistema é nula, assim não há variação da posição do centro de massa. Ou seja, quando o bloco está se deslocando num sentido, a mesa está se deslocando em sentido oposto, de modo que o centro de massa do sistema permanece em repouso.

Resposta da questão 17:
[D]

Como em qualquer prova, é importante resolver as questões no menor tempo possível. Nessa questão o estudante poderia ter usado astúcia e perceber que nas alternativas dadas, as funções **U(x)** se repetem, mas a resposta para segunda pergunta (o valor da constante elástica) apresenta valores diferentes em todas elas. Bastaria, então, resolver só a essa pergunta, e pronto!!!

Senão, vejamos:

No gráfico lemos que para a deformação $\Delta x = (2,4 - 2,0) = 0,4$, a energia potencial elástica é $U = (0,3 - 0,1) = 0,2$.

Mas a expressão da energia potencial elástica é

$$U = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2 \Rightarrow k = \frac{2U}{(\Delta x)^2} \Rightarrow k = \frac{2(0,2)}{0,4^2} = \frac{0,4}{0,16} = \frac{40}{16} = \frac{5}{2} \Rightarrow$$

$k = 2,50$ eV/Å^2.

Como já dito, é desnecessário resolver a segunda parte dessa questão, pois apenas a opção (D) traz esse valor.

Porém, a finalidade aqui é resolver a questão. Então vamos encontrar a função U(x).

Analisando as opções, o examinador sugere que usemos a forma canônica da função do 2° grau.

Lembremos, então, essa forma:

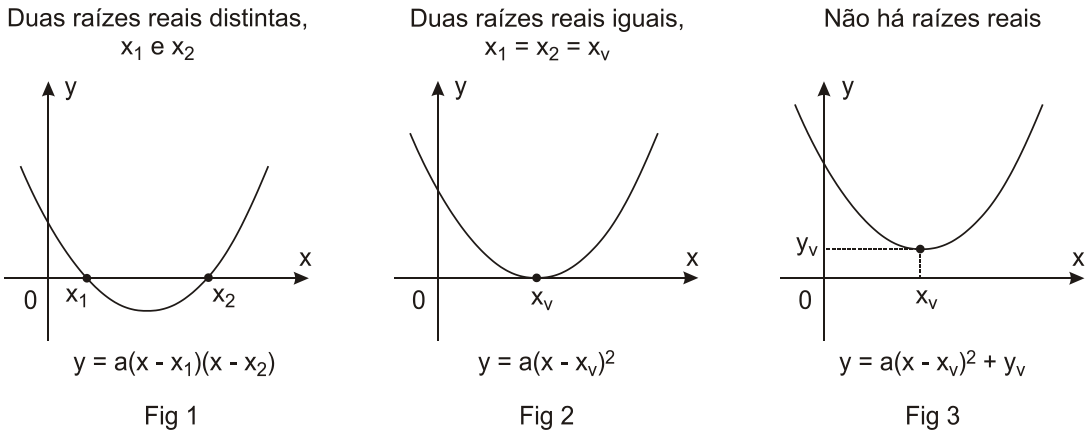


Fig 1 Fig 2 Fig 3

A resolução da função pedida enquadra-se no esquema da Fig. 3. Então a função pode ser escrita como:

$U(x) = a(x - x_v)^2 + U_v$.

Do gráfico:

$X_v = 2$; $U_v = 0,1$ e para $x = 2,4$ temos $y = 0,3$. Substituindo esses valores:

$0,3 = a(2,4 - 2)^2 + 0,1 \Rightarrow 0,3 - 0,1 = a(0,4)^2 \Rightarrow 0,2 = 0,16\,a \Rightarrow a = \frac{0,2}{0,16} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4} \Rightarrow a = 1,25$.

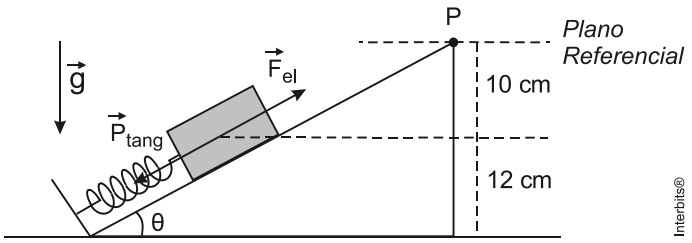
A função pedida é, então:

$U(x) = 1,25(x - 2)^2 + 0,1$ ou, invertendo a ordem:

$U(x) = 0,10 + 1,25(x - 2,0)^2$.

Resposta da questão 18:
[A]

Dados: **P** = 10 N; **h** = –10 cm = –0,1 m; **k** = 100 N/m
Analisemos a figura a seguir:



Como o bloco está em equilíbrio, a resultante das forças sobre ele é nula. Ou seja, a força elástica é equilibrada pela componente tangencial do peso. Assim:

$$F_{el} = P_{tang} \Rightarrow k\,x = P\,\text{sen}\theta \Rightarrow x = \frac{P\text{sen}\theta}{k} = \frac{10(0,8)}{100} \Rightarrow x = 8 \times 10^{-2}\text{ m}.$$

Como centro de massa do bloco está abaixo de plano referencial, sua energia potencial gravitacional é negativa.
Fazendo a soma pedida das energias:

$$E_{Pot}^{el} + E_{Pot}^{grav} = \frac{k\,x^2}{2} - P\,h = \frac{100\left(8 \times 10^{-2}\right)^2}{2} - 10(0,1) = 0,32 - 1 \Rightarrow$$

$$E_{Pot}^{el} + E_{Pot}^{grav} = -0,68\text{ J}.$$

Resposta da questão 19:
[D]

a) Errada. Calculemos a potência do cérebro (P_{cer})

$$P_{cer} = \frac{(0,2 \times 2400 \times 1000 \times 4)\text{ J}}{(24 \times 3600)\text{ s}} = 22,2\text{ W}.$$

b) Errada. A energia liberada por 300 g de carboidrato é 300×4 = 1200 kcal.

c) Errada. $E_p = mgh = 1000 \times 10 \times 10 = 10^5$ J = 25 kcal.

d) Correta. $P_{corpo} = \frac{(2400 \times 1000 \times 4)\text{ J}}{(24 \times 3600)\text{ s}} = 111,1\text{ W} \cong 110\text{ W}.$

Resposta da questão 20:
[D]

Dados: **E** = 94.684.781 MWh $\cong 9{,}5 \times 10^7$ MWh = $9{,}5 \times 10^{13}$ Wh; **L** = $0{,}45 \times 10^8$ J/kg.

Transformando essa quantidade de energia em joules:

E = $9{,}5 \times 10^{13}$ Wh = ($9{,}5 \times 10^{13}$ W) $\times$ ($3{,}6 \times 10^3$ s) = $3{,}4 \times 10^{17}$ J.

Para o Petróleo:

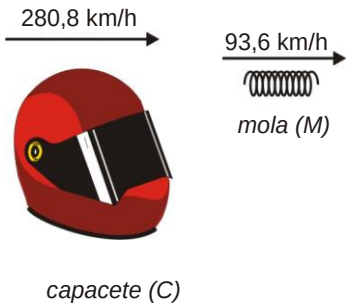
$E = m\,L \Rightarrow m = \dfrac{E}{L} = \dfrac{3{,}4 \times 10^{17}}{0{,}45 \times 10^8} = 7{,}5 \times 10^9$ kg = $7{,}5 \times 10^6$ toneladas $\Rightarrow$
m = 7,5 milhões de toneladas.

Resposta da questão 21:
[B]

Dados: **m** = 0,8 kg; $\mathbf{v}_0$ = 93,6 km/h = 26 m/s;. **v** = 280,8 km/h = 78 m/s.

A banca examinadora não foi clara no enunciado da questão, quanto aos dados da velocidade da mola.
Obviamente, que a velocidade final da mola dada como 0,0 km/h é em relação ao capacete, pois no choque, a mola para, mas não em relação ao solo, mas sim em relação ao capacete, quando adquire a mesma velocidade que ele, que é a velocidade do carro, de 280,8 km/h.

Portanto, no choque, a velocidade da mola passa de 26 m/s para 78 m/s.
A força média sobre o capacete tem a mesma intensidade da força média sobre a mola ação-reação). Seja essa força a resultante sobre a mola.



Pelo teorema do impulso:

$$I_F = \Delta Q \;\Rightarrow\; F\Delta t = m(v - v_0) \;\Rightarrow\; F = \frac{m(v - v_0)}{\Delta t} \;\Rightarrow$$

$$F = \frac{0{,}8(78 - 26)}{0{,}026} = \frac{41{,}6}{0{,}026} \;\Rightarrow\; F = 1.600 \text{ N.}$$

Resposta da questão 22:
[C]

Dados: massa da mala $\rightarrow m_1$ = 20 kg; velocidade da mala $\rightarrow v_1$ = 4 m/s; massa do carrinho $\rightarrow m_2$ = 60 kg; velocidade do carrinho $\rightarrow v_2$ = 0; velocidade final do sistema ($m_1 + m_2$) $\rightarrow$ V

Trata-se de um sistema mecanicamente isolado apenas na direção horizontal. Assim, só há conservação da Quantidade de Movimento (ou Momento Linear) apenas nessa direção.
$Q_{antes} = Q_{depois} \Rightarrow m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)V \Rightarrow 20(4) + 60(0) = (20 + 60)V \Rightarrow 80 = 80V \Rightarrow V = 1$ m/s.

Quanto a Energia Mecânica, seria desnecessário cálculo, pois podemos analisar esse caso como uma colisão inelástica (os corpos seguem juntos), onde há dissipação de Energia Mecânica (a Energia Mecânica só se conserva em choques perfeitamente elásticos). Para confirmar:

$$E_{Mec}^{antes} = \frac{1}{2}m_1v_1^1 = \frac{1}{2}(20)(4)^2 = 160\text{ J};\ E_{Mec}^{depois} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = \frac{1}{2}(80)(1)^2 = 40\text{ J}.$$

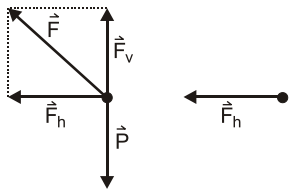
Portanto, foram dissipados 120 J, o que significa que a Energia Mecânica diminui.

Resposta da questão 23:
Dados: **M** = 40 kg; **m** = 8 kg; **a** = 2 m/s^2.

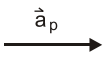
a) No menino agem duas forças: a força peso ($\vec{P}$) e a força de contato com a prancha ($\vec{F}$). Essa força tem duas componentes: $\vec{F}_v$, que é própria Normal, e $\vec{F}_h$, que é força responsável pela aceleração do menino.

Assim, do princípio fundamental da dinâmica (2ª lei de Newton):

$F_h = M\,a \Rightarrow F_h = 40(0,2) \Rightarrow F_h = 8{,}0$ N.



b) Pelo princípio da ação reação, a componente horizontal da força que o menino exerce na prancha também tem intensidade 8 N, porém em sentido oposto, que é também o sentido da aceleração, como mostrado na figura a seguir.



Usando novamente o princípio fundamental, agora para a prancha, vem:

$F_h = m\,a_p \Rightarrow 8 = 8\,a_p \Rightarrow a_p = 1{,}0$ m/s^2.

Resposta da questão 24:
[B]

Dados: $\mathbf{m_1}$ = 800 kg; $\mathbf{v_1}$ = 90 km/h = 25 m/s; $\mathbf{m_2}$ = 450 kg e $\mathbf{v_2}$ = 120 km/h = $\frac{120}{3{,}6} = \frac{1.200}{36} = \frac{100}{3}$ m/s. (Nunca se deve fazer uma divisão que dá dízima no meio da solução de um exercício. Carrega-se a fração. Se na resposta final a dízima persistir, aí sim, fazem-se as contas e os arredondamentos. Note-se que se fosse feita a divisão nessa questão, obtendo 33,3 m/s para v_2, teríamos um tremendo trabalho e não chegaríamos a resposta exata.)

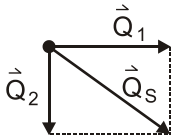
Calculemos os módulos das quantidades de movimento dos dois veículos antes da colisão:

$Q_1 = m_1\,v_1 = 800\,(25) = 20 \times 10^3$ kg.m/s; $Q_2 = m_2\,v_2 = 450\left(\frac{100}{3}\right) = 15 \times 10^3$ kg.m/s.

Sendo a colisão inelástica, os veículos seguem juntos com massa total:
$M = m_1 + m_2 \Rightarrow M = 800 + 450 = 1250$ kg.
O módulo da quantidade de movimento do sistema após a colisão é, então:

$Q_S = M\,v = 1250\,v$.

Como quantidade de movimento é uma grandeza vetorial, como mostra o esquema, vem:



$$Q_S^2 = Q_1^2 + Q_2^2 \Rightarrow (1.250\ \ v)^2 = \left(20\times10^3\right)^2 + \left(15\times10^3\right)^2 \Rightarrow$$

$$(1.250\ \ v)^2 = 400\times10^6 + 225\times10^6 \Rightarrow$$

$$(1.250\ \ v)^2 = 625\times10^6\,.$$

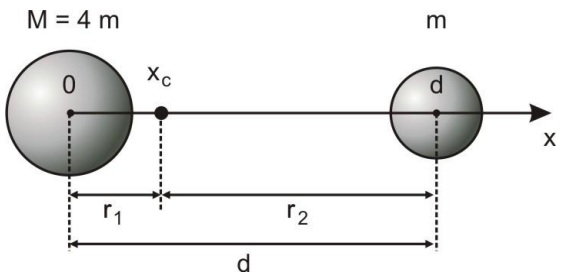
Extraindo a raiz quadrada de ambos os membros, vem:

$$1.250\ \ v = 25\times10^3 \Rightarrow v = \frac{25.000}{1.250} \Rightarrow$$

V = 20 m/s.

Resposta da questão 25:
[C]

I. Correta. Calculemos a posição do centro de massa (x_c) do sistema, em relação ao centro planeta maior.



$$x_c = \frac{4m(0)+m(d)}{4m+m} = \frac{m(d)}{5m} = \frac{d}{5} = 0{,}2d.$$

Assim: $r_1 = 0{,}2d$ e $r_2 = 0{,}8d$, ou seja: $r_2 = 4r_1$.

II. Correta. Os planetas giram com centros alinhados, portanto têm mesma velocidade angular (ω)

$v_1 = \omega r_1$ e $v_2 = \omega r_2$. Como $r_2 = 4r_1 \Rightarrow v_2 = 4v_1$.

III. Errada. Se os planetas têm mesma velocidade angular, eles também têm mesmo período.

Resposta da questão 26:
[E]

Analisando cada uma das opções:

a) **Falsa**. De acordo com a Lei de Newton da Gravitação, as forças gravitacionais trocadas entre duas massas **M** e **m**, distantes **r** entre si, é:

$F = G\frac{M\,m}{r^2}$, sendo **G** a constante de gravitação universal.

Aplicando essa expressão para as duas situações propostas, temos:

$F_{JG} = G\frac{M_J m_G}{r_G^2}$ e $F_{JI} = G\frac{M_J m_I}{r_I^2}$. Fazendo a razão entre essas forças:

$$\frac{F_{JG}}{F_{JI}} = \frac{m_G}{r_G^2} \times \frac{r_I^2}{m_I} = \frac{15}{10^2} \times \frac{4^2}{9} = \frac{15 \times 16}{900} = \frac{4}{15} \Rightarrow F_{JG} = 0{,}27\,F_{JI}.$$

b) **Falsa**. Pela terceira lei de Kepler (lei dos períodos), o período orbital (**T**) só depende do raio (**r**) da órbita: $T^2 = k\,r^3$; independe da massa do satélite.

c) **Falsa**. Basta comparar os valores mostrados na tabela.

d) **Falsa**. A velocidade angular (**ω**) é inversamente proporcional ao período: $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

e) **Verdadeira**. Pela lei dos períodos:

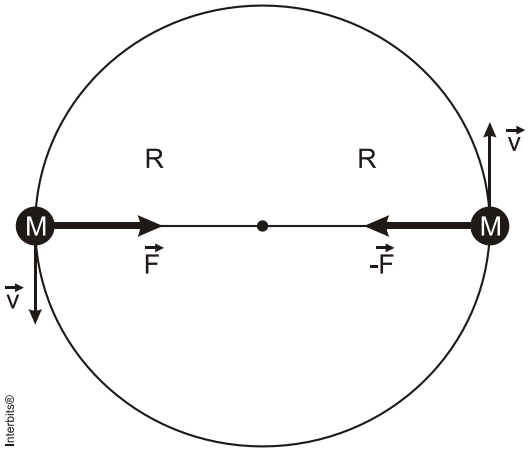
$\left(\frac{T_E}{T_I}\right)^2 = \left(\frac{r_E}{r_I}\right)^3$. Substituindo os valores dados na tabela:

$$\left(\frac{T_E}{T_I}\right)^2 = \left(\frac{6}{4}\right)^3 = \left(\frac{3}{2}\right)^3 \Rightarrow \frac{T_E}{T_i} = \sqrt{3{,}375} \Rightarrow T_E = 1{,}84\,T_I \Rightarrow$$

$T_E \cong 2\,T_I$

Resposta da questão 27:
[E]

A figura mostra as forças que agem em cada estrela.



A força de atração gravitacional é dada pela expressão: $F = G\frac{m_1.m_2}{d^2}$

$$F = G\frac{M.M}{(2R)^2} = \frac{GM^2}{4R^2}$$

A força de atração é a centrípeta:

$$\frac{GM^2}{4R^2} = \frac{MV^2}{R} \rightarrow V^2 = \frac{GM}{4R} \rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{4R}}$$

Mas: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \frac{2\pi R}{T} = \sqrt{\frac{GM}{4R}} \rightarrow T = 2\pi R\sqrt{\frac{4R}{GM}} = 4\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

Resposta da questão 28:
[D]

A atração gravitacional entre massas não depende de nenhuma rotação.

Resposta da questão 29:
[B]

Dado: $R_T = 10^6 R_p$

Calculemos primeiramente a aceleração da gravidade na superfície de um planeta esférico e homogêneo em função da sua densidade.

Da lei de Newton da gravitação: $g = \frac{G\,M}{R^2}$.

Lembrando que: $M = \rho V$ e que $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, vem:

$$g = \frac{G\,\rho}{R^2}V \Rightarrow g = \frac{G\,\rho}{R^2}\left(\frac{4}{3}\pi\,R^3\right) \Rightarrow g = \frac{4}{3}\pi\,G\,\rho\,R.$$

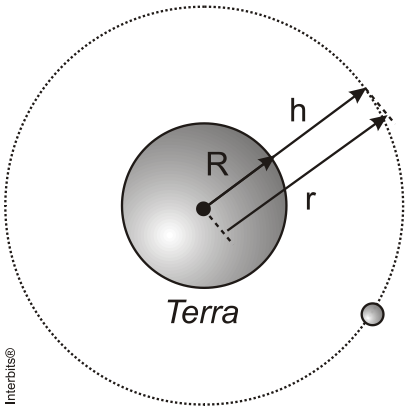
Como $g_P = g_T$, temos:

$$\frac{4}{3}\pi\,G\,\rho_P R_P = \frac{4}{3}\pi\,G\,\rho_T R_T \Rightarrow \frac{\rho_P}{\rho_T} = \frac{R_T}{R_P} = \frac{10^6\,R_P}{R_P} \Rightarrow$$

$$\frac{\rho_P}{\rho_T} = 10^6.$$

Resposta da questão 30:
[A]

Dados: **R =** $6{,}4 \times 10^6$ m; $\left[\frac{GM}{4\pi^2}\right]^{\frac{1}{3}} = 2{,}2 \times 10^4$ m.s$^{-2/3}$; **T** = 24 h = (24 × 3.600)s; (24 × 3.600 s)$^{2/3}$ = $2{,}2 \times 10^3$ s$^{2/3}$.



A força gravitacional sobre o satélite tem a função de resultante centrípeta.
Assim:

$R_{cent} = F_{grav} \Rightarrow \dfrac{\cancel{m}\, v^2}{\cancel{r}} = \dfrac{G\, M\, \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}}$.

Mas: $v = \dfrac{\Delta S}{\Delta t} = \dfrac{2\pi r}{T}$. Então:

$$\left[\frac{2\pi r}{T}\right]^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r} \Rightarrow r^3 = \frac{G\,M\,T^2}{4\pi^2} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{G\,M\,T^2}{4\pi^2}} \Rightarrow$$

$r = \left[\dfrac{G\,M}{4\pi^2}\right]^{\frac{1}{3}} [T]^{\frac{2}{3}}$. Substituindo os dados, temos:

$r = (2{,}2\ 10^4) \times (2 \times 10^3) \Rightarrow 4{,}4 \times 10^7$ m $= 44 \times 10^6$ m.

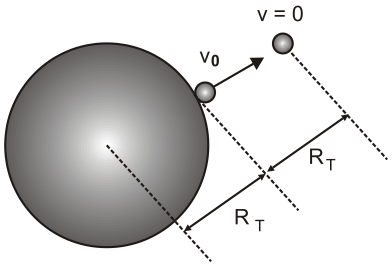
Da figura:
$r = R + h \Rightarrow h = r - R = 44 \times 10^6 - 6{,}4 \times 10^6 = 37{,}6 \times 10^6$ m $= 37{,}6 \times 10^3$ km $\Rightarrow$
h = 37.600 km.

Resposta da questão 31:
[C]

Como há variação do campo gravitacional durante o movimento, não podemos usar a expressão simplificada da energia potencial gravitacional: $E_P = mgh$.

A expressão a ser usada é a da energia potencial com referencial no infinito:
$E_P = -\dfrac{GMm}{r}$, sendo **M** a massa da Terra, **m** a massa da partícula lançada e **r** a distância da partícula ao centro da Terra.

A figura a seguir ilustra a situação descrita



Pela conservação da energia mecânica:

$$E_{mec}^{sup} = E_{mec}^{final} \Rightarrow -\frac{GMm}{R_T} + \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{GMm}{2R_T} \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = -\frac{GMm}{2R_T} + \frac{GMm}{R_T} \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = \frac{GM}{2R_T} \Rightarrow$$

$v_0^2 = \dfrac{GM}{R_T}$. Multiplicando e dividindo por R_T:

$$v_0^2 = \frac{GM}{R_T} \times \frac{R_T}{R_T} \Rightarrow v_0^2 = \left(\frac{GM}{R_T^2}\right) R_T.$$

Mas $\dfrac{GM}{R_T^2}$ = g (intensidade do campo gravitacional na superfície terrestre). Assim:

$v_0^2 = g\, R_T \Rightarrow v_0 = \sqrt{g\, R_T}$.

Resposta da questão 32:
[C]

As equações de velocidades são: $v_1 = a_1t$ e $v_2 = a_2t \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{a_1t}{a_2t} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{7}{8} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{7}{8} \Rightarrow v_1 = \frac{7}{8}v_2$.

$E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow 640 = \frac{1}{2}(39,2)v_2^2 \Rightarrow v_2^2 = \frac{640}{19,6} = \frac{6400}{196} \Rightarrow v_2 = \frac{80}{14} = \frac{40}{7}\ m/s$.

Como $v_1 = \frac{7}{8}v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{7}{8} \times \frac{40}{7} \Rightarrow v_1 = 5$ m/s.