1. (Fuvest 2015) O sistema de *airbag* de um carro é formado por um sensor que detecta rápidas diminuições de velocidade, uma bolsa inflável e um dispositivo contendo azida de sódio (NaN_3) e outras substâncias secundárias. O sensor, ao detectar uma grande desaceleração, produz uma descarga elétrica que provoca o aquecimento e a decomposição da azida de sódio. O nitrogênio (N_2) liberado na reação infla rapidamente a bolsa, que, então, protege o motorista. Considere a situação em que o carro, inicialmente a $36\ km/h$ $(10\ m/s)$, dirigido por um motorista de $60\ kg$, para devido a uma colisão frontal.

a) Nessa colisão, qual é a variação ΔE da energia cinética do motorista?

b) Durante o $0,2\ s$ da interação do motorista com a bolsa, qual é o módulo α da aceleração média desse motorista?

c) Escreva a reação química de decomposição da azida de sódio formando sódio metálico e nitrogênio gasoso.

d) Sob pressão atmosférica de $1\ atm$ e temperatura de $27\ °C$, qual é o volume V de gás nitrogênio formado pela decomposição de $65\ g$ de azida de sódio?

Note e adote:

Desconsidere o intervalo de tempo para a bolsa inflar;
Ao término da interação com a bolsa do *airbag*, o motorista está em repouso;
Considere o nitrogênio como um gás ideal;
Constante universal dos gases: $R = 0,08\ atm\ l/(mol\ K)$;
$0\ °C = 273\ K$.

Elemento	**Massa atômica** (g/mol)
sódio	23
nitrogênio	14

2. (Fuvest 2015) Uma criança de $30\ kg$ está em repouso no topo de um escorregador plano de $2,5\ m$ 2,5 m de altura, inclinado $30°$ em relação ao chão horizontal. Num certo instante, ela começa a deslizar e percorre todo o escorregador.
Determine

a) a energia cinética E e o módulo Q da quantidade de movimento da criança, na metade do percurso;
b) o módulo F da força de contato entre a criança e o escorregador;
c) o módulo a da aceleração da criança.

Note e adote:
Forças dissipativas devem ser ignoradas.
A aceleração local da gravidade é $10\ m/s^2$.
$sen\ 30° = cos\ 60° = 0,5$
$sen\ 60° = cos\ 30° = 0,9$

3. (Uel 2015) Para colocar um pacote de $40\ kg$ sobre a carroceria de seu veículo, um entregador de encomendas utiliza uma rampa inclinada para puxá-lo. A rampa, de $3\ m$ de comprimento, está apoiada no chão e na carroceria e faz um ângulo de $20°$ com o chão, que é

plano. O coeficiente de atrito cinético entre a rampa e o pacote é $0,2$. O entregador emprega uma força sobre o pacote que o faz subir pelo plano inclinado com velocidade constante. O entregador não desliza sobre a carroceria quando puxa o pacote. Considerando o enunciado, o $\cos(20°) = 0,94$, o $\text{sen}(20°) = 0,34$ e a $g = 10\,\frac{m}{s^2}$,

a) faça o diagrama de corpo livre e calcule o trabalho realizado pelo entregador sobre o pacote até este alcançar a carroceria do veículo;

b) calcule a variação da energia potencial do pacote. Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

4. (Ufsm 2015) A tabela reproduz o rótulo de informações nutricionais de um pacote de farinha de trigo.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL (Porção de $50\,g$ ou $1/2$ xícara de farinha de trigo)		
Quantidade por porção		%VD(%)
Valor energético	$170\,kcal = 714\,kJ$	9%
Carboidratos	$36,0\,g$	12%
Proteínas	$4,9\,g$	7%
Gorduras totais	$0,7\,g$	1%
Gorduras saturadas	$0,0\,g$	0%
Gorduras trans	$0,0\,g$	—
Fibra alimentar	$1,6\,g$	6%
Sódio	$0,0\,mg$	0%
Ferro	$2,1\,mg$	15%
Ácido fólico (vit. B9)	$76\,\mu g$	19%

Considerando o Valor energético informado no rótulo, essa quantidade de energia corresponde ao trabalho realizado ao arrastar um corpo contra uma força de atrito de $50\,N$, com velocidade constante, por uma distância de, aproximadamente,

a) $3,4\,m$.
b) $14,3\,m$.
c) $1,4\,km$.
d) $3,4\,km$.
e) $14,3\,km$.

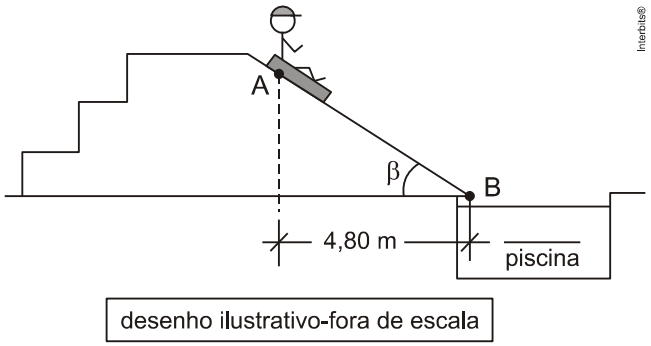
5. (Unicamp 2015) O primeiro trecho do monotrilho de São Paulo, entre as estações Vila Prudente e Oratório, foi inaugurado em agosto de 2014. Uma das vantagens do trem utilizado em São Paulo é que cada carro é feito de ligas de alumínio, mais leve que o aço, o que, ao lado de um motor mais eficiente, permite ao trem atingir uma velocidade de oitenta quilômetros por hora.

a) A densidade do aço PE $d_{aço} = 7,9\,g/cm^3$ e a do alumínio é $d_{Al} = 2,7\,g/cm^3$. Obtenha a razão $\left(\frac{\tau_{aço}}{\tau_{Al}}\right)$ entre os trabalhos realizados pelas forças resultantes que aceleram dois trens de dimensões idênticas, um feito de aço e outro feito de alumínio, com a mesma aceleração constante de módulo a, por uma mesma distância l.

b) Outra vantagem do monotrilho de São Paulo em relação a outros tipos de transporte urbano é o menor nível de ruído que ele produz. Considere que o trem emite ondas esféricas como

uma fonte pontual. Se a potência sonora emitida pelo trem é igual a $P = 1{,}2\text{mW}$, qual é o nível sonoro S em dB, a uma distância $R = 10\text{m}$ do trem? O nível sonoro S em dB é dado pela expressão $S = 10\text{dB}\log\frac{I}{I_0}$, em que I é a intensidade da inda sonora e $I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2$ é a intensidade de referência padrão correspondente ao limiar da audição do ouvido humano.

6. (Espcex (Aman) 2015) Em um parque aquático, um menino encontra-se sentado sobre uma prancha e desce uma rampa plana inclinada que termina em uma piscina no ponto B, conforme figura abaixo. O conjunto menino-prancha possui massa de 60 kg, e parte do repouso do ponto A da rampa. O coeficiente de atrito cinético entre a prancha e a rampa vale $0{,}25$ e β é o ângulo entre a horizontal e o plano da rampa. Desprezando a resistência do ar, a variação da quantidade de movimento do conjunto menino-prancha entre os pontos A e B é de



Dados: intensidade da aceleração da gravidade g=10 m/s2
considere o conjunto menino-prancha uma partícula
$\cos\beta = 0{,}8$
$\text{sen}\,\beta = 0{,}6$

a) $40\sqrt{3}\ \text{N}\times\text{s}$
b) $60\sqrt{3}\ \text{N}\times\text{s}$
c) $70\sqrt{3}\ \text{N}\times\text{s}$
d) $180\sqrt{3}\ \text{N}\times\text{s}$
e) $240\sqrt{3}\ \text{N}\times\text{s}$

7. (Fuvest 2015) O espelho principal de um dos maiores telescópios refletores do mundo, localizado nas Ilhas Canárias, tem 10 m de diâmetro e distância focal de 15 m. Supondo que, inadvertidamente, o espelho seja apontado diretamente para o Sol, determine:

a) o diâmetro D da imagem do Sol;
b) a densidade S de potência no plano da imagem, em W/m^2;
c) a variação ΔT da temperatura de um disco de alumínio de massa $0{,}6\text{ kg}$ colocado no plano da imagem, considerando que ele tenha absorvido toda a energia incidente durante 4 s.

Note e adote:
$\pi = 3$
O espelho deve ser considerado esférico.
Distância Terra $-$ Sol $= 1{,}5\times10^{11}$ m.

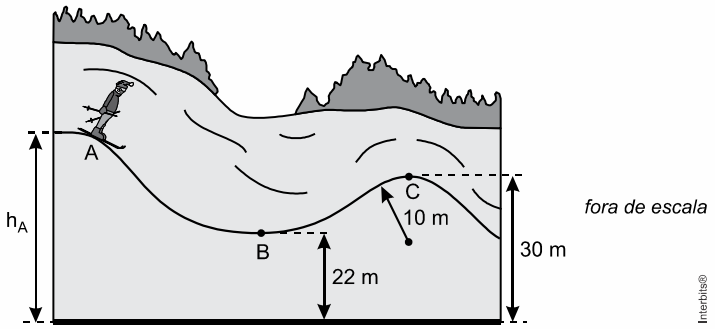
Diâmetro do Sol $= 1{,}5 \times 10^9$ m.
Calor específico do Al $= 1\,J/(g\,K)$. Calor específico do Al = 1 J/(g K).
Densidade de potência solar incidindo sobre o espelho principal do telescópio $= 1\,kW/m^2$.
O diâmetro do disco de alumínio é igual ao da imagem do Sol.
Desconsidere perdas de calor pelo disco de alumínio.

8. (Fuvest 2015) A energia necessária para o funcionamento adequado do corpo humano é obtida a partir de reações químicas de oxidação de substâncias provenientes da alimentação, que produzem aproximadamente $5\,kcal$ por litro de O_2 consumido. Durante uma corrida, um atleta consumiu 3 litros de O_2 por minuto.

Determine
a) a potência P gerada pelo consumo de oxigênio durante a corrida;
b) a quantidade de energia E gerada pelo consumo de oxigênio durante 20 minutos da corrida;
c) o volume V de oxigênio consumido por minuto se o atleta estivesse em repouso, considerando que a sua taxa de metabolismo basal é 100 W.

Note e adote:
$1\,cal = 4$ J.

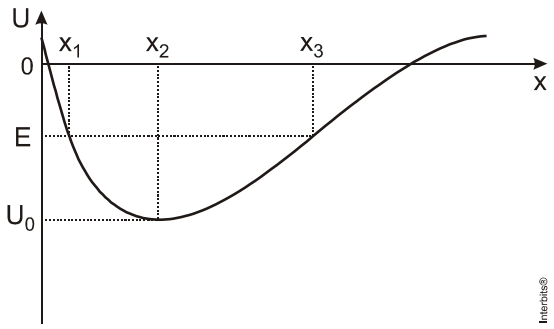
9. (Unifesp 2015) Uma pista de esqui para treinamento de principiantes foi projetada de modo que, durante o trajeto, os esquiadores não ficassem sujeitos a grandes acelerações nem perdessem contato com nenhum ponto da pista. A figura representa o perfil de um trecho dessa pista, no qual o ponto C é o ponto mais alto de um pequeno trecho circular de raio de curvatura igual a 10 m.



Os esquiadores partem do repouso no ponto A e percorrem a pista sem receber nenhum empurrão, nem usam os bastões para alterar sua velocidade. Adote $g = 10\,m/s^2$ e despreze o atrito e a resistência do ar.

a) Se um esquiador passar pelo ponto B da pista com velocidade $10\sqrt{2}$ m/s, com que velocidade ele passará pelo ponto C?
b) Qual a maior altura h_A do ponto A, indicada na figura, para que um esquiador não perca contato com a pista em nenhum ponto de seu percurso?

10. (Fuvest 2015) A figura abaixo mostra o gráfico da energia potencial gravitacional U de uma esfera em uma pista, em função da componente horizontal x da posição da esfera na pista.



A esfera é colocada em repouso na pista, na posição de abscissa $x = x_1$, tendo energia mecânica $E < 0$. A partir dessa condição, sua energia cinética tem valor

Note e adote:
- desconsidere efeitos dissipativos.

a) máximo igual a $|U_0|$.

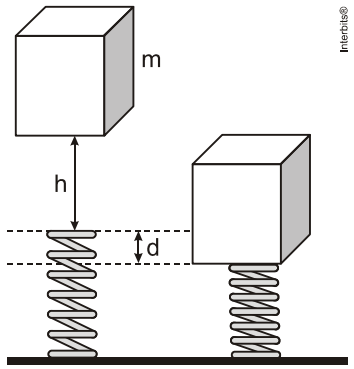
b) igual a $|E|$ quando $x = x_3$.

c) mínimo quando $x = x_2$.

d) máximo quando $x = x_3$.

e) máximo quando $x = x_2$.

11**.** (Fuvest 2015) No desenvolvimento do sistema amortecedor de queda de um elevador de massa m, o engenheiro projetista impõe que a mola deve se contrair de um valor máximo d, quando o elevador cai, a partir do repouso, de uma altura h, como ilustrado na figura abaixo. Para que a exigência do projetista seja satisfeita, a mola a ser empregada deve ter constante elástica dada por



Note e adote:
- forças dissipativas devem ser ignoradas;
- a aceleração local da gravidade é g.

a) $2\,m\,g\,(h+d)\,/\,d^2$

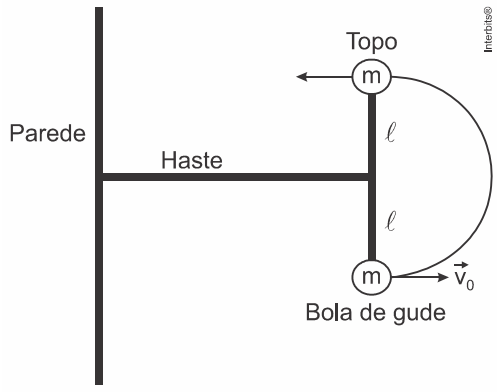
b) $2\,m\,g\,(h-d)\,/\,d^2$

c) $2\,m\,g\,h\,/\,d^2$

d) $m\,g\,h\,/\,d$

e) $m\,g\,/\,d$

12**.** (G1 - ifsc 2015) A figura desta questão mostra uma bola de gude, de massa m, presa por uma barra rígida de massa desprezível, de comprimento l, a uma haste engastada na parede.



Considerando a aceleração da gravidade constante e igual g, e desprezando a resistência do ar, é CORRETO afirmar que a menor velocidade v_0 para que a bola de gude consiga chegar ao topo é:

a) $v_0 = \sqrt{gl}$

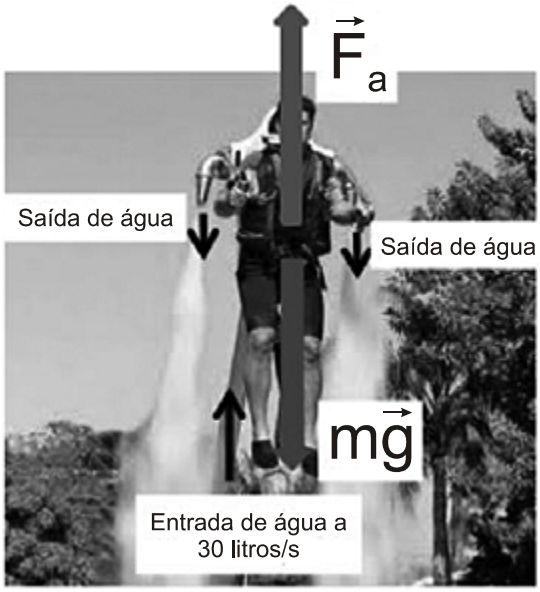
b) $v_0 = \sqrt{5gl}$

c) $v_0 = 2\sqrt{gl}$

d) $v_0 = \sqrt{gl\,m}$

e) $v_0 = \sqrt{\frac{gl}{m}}$

13. (Unicamp 2015) Jetlev é um equipamento de diversão movido a água. Consiste em um colete conectado a uma mangueira que, por sua vez, está conectada a uma bomba de água que permanece submersa. O aparelho retira água do mar e a transforma em jatos para a propulsão do piloto, que pode ser elevado a até 10 metros de altura (ver figura abaixo).



a) Qual é a energia potencial gravitacional, em relação à superfície da água, de um piloto de 60km, quando elevado a 10 metros de altura?

b) Considere que o volume de água por unidade de tempo que entra na mangueira na superfície da água é o mesmo que sai nos jatos do colete, e que a bomba retira água do mar a uma taxa de $30\ \text{litros}/\text{s}$. Lembre-se que o Impulso $\vec{I}$ de uma força constante $\vec{F}$, dado pelo produto desta força pelo intervalo de tempo Δt de sua aplicação $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$, é igual, em módulo,

à variação da quantidade de movimento ΔQ do objeto submetido a esta força. Calcule a diferença de velocidade entre a água que passa pela mangueira e a que sai nos jatos quando o colete propulsor estiver mantendo o piloto de $m = 60kg$ em repouso acima da superfície da água. Considere somente a massa do piloto e use a densidade da água $\rho = 1kg/litro$.

14**.** (Uel 2015) Além do flogístico, outro conceito que surge na origem da compreensão da termodinâmica é o calórico, fluido elástico que permearia todas as substâncias e se moveria de um corpo a outro através de processos de atração e repulsão. Conde Rumford, ao estudar a perfuração de canhões sob a água, concluiu que aparentemente haveria calórico ilimitado sendo expelido dos blocos metálicos ao longo do processo de usinagem, fato que contraria a premissa de que tal substância não poderia ser criada, somente conservada. Tais observações iniciaram a derrocada do conceito de calórico.

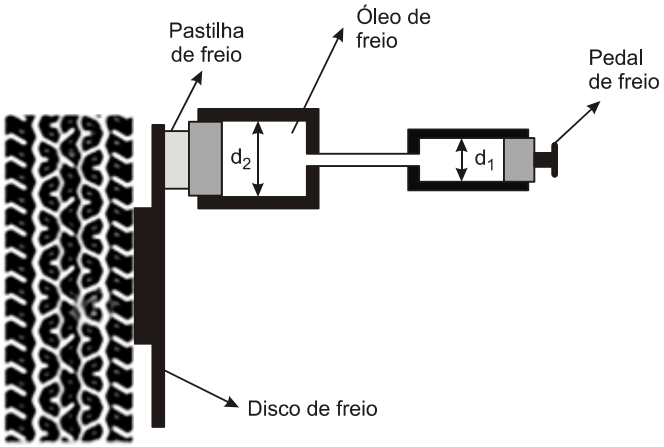
De acordo com a Física atual, é correto afirmar que o fenômeno observado por Rumford diz respeito à
a) combustão das moléculas da água.
b) combustão dos blocos de metal.
c) conversão de flogístico em calórico.
d) conversão de energia cinética em calor.
e) troca de calor entre a água e o metal.

15**.** (Uerj 2015) Um carro, em um trecho retilíneo da estrada na qual trafegava, colidiu frontalmente com um poste. O motorista informou um determinado valor para a velocidade de seu veículo no momento do acidente. O perito de uma seguradora apurou, no entanto, que a velocidade correspondia a exatamente o dobro do valor informado pelo motorista.
Considere Ec_1 a energia cinética do veículo calculada com a velocidade informada pelo motorista e Ec_2 aquela calculada com o valor apurado pelo perito.
A razão $\frac{Ec_1}{Ec_2}$ corresponde a:
a) $\frac{1}{2}$
b) $\frac{1}{4}$
c) 1
d) 2

16**.** (G1 - ifsc 2015) Um livro de Física foi elevado do chão e colocado sobre uma mesa. É CORRETO afirmar que a energia utilizada para conseguir tal fato:
a) Transforma-se em calor durante a subida.
b) Fica armazenada no livro sob a forma de energia potencial gravitacional.
c) Transforma-se em energia cinética.
d) Fica armazenada no corpo sob a forma de energia química.
e) A energia se perdeu para o meio.

17**.** (Uerj 2015) Um esquiador, com $70kg$ de massa, colide elasticamente contra uma árvore a uma velocidade de $72km/h$.
Calcule, em unidades do SI, o momento linear e a energia cinética do esquiador no instante da colisão.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
A figura abaixo mostra, de forma simplificada, o sistema de freios a disco de um automóvel. Ao se pressionar o pedal do freio, este empurra o êmbolo de um primeiro pistão que, por sua vez, através do óleo do circuito hidráulico, empurra um segundo pistão. O segundo pistão pressiona uma pastilha de freio contra um disco metálico preso à roda, fazendo com que ela diminua sua velocidade angular.



18. (Unicamp 2015) Qual o trabalho executado pela força de atrito entre o pneu e o solo para parar um carro de massa $m = 1.000\ \text{kg}$, inicialmente a $v = 72\ \text{km/h}$, sabendo que os pneus travam no instante da frenagem, deixando de girar, e o carro desliza durante todo o tempo de frenagem?

a) $3,6 \times 10^4$ J.

b) $2,0 \times 10^5$ J.

c) $4,0 \times 10^5$ J.

d) $2,6 \times 10^6$ J.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
Se precisar, utilize os valores das constantes aqui relacionadas.

Constante dos gases: $R = 8\ \text{J/(mol} \times \text{K)}$.
Pressão atmosférica ao nível do mar: $P_0 = 100\ \text{kPa}$.
Massa molecular do $CO_2 = 44\ \text{u}$.
Calor latente do gelo: $80\ \text{cal/g}$.
Calor específico do gelo: $0,5\ \text{cal/(g} \times \text{K)}$.
$1\ \text{cal} = 4 \times 10^7\ \text{erg}$.
Aceleração da gravidade: $g = 10,0\ \text{m/s}^2$.

19. (Ita 2015) Uma pequena esfera metálica, de massa m e carga positiva q, é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial v_0 em uma região onde há um campo elétrico de módulo E, apontado para baixo, e um gravitacional de módulo g, ambos uniformes. A máxima altura que a esfera alcança é

a) $\dfrac{v^2}{2g}$.

b) $\dfrac{qe}{mv_0}$.

c) $\dfrac{v_0}{qmE}$.

d) $\dfrac{mv_0^2}{2(qE + mg)}$.

e) $\sqrt{\frac{3mEqv_0}{8g}}$.

20**.** (Ita 2015) Uma massa puntiforme é abandonada com impulso inicial desprezível do topo de um hemisfério maciço em repouso sobre uma superfície horizontal. Ao descolar-se da superfície do hemisfério, a massa terá percorrido um ângulo θ em relação à vertical. Este experimento é realizado nas três condições seguintes, I, II e III, quando são medidos os respectivos ângulos θ_I, θ_{II} e θ_{III} :

I. O hemisfério é mantido preso à superfície horizontal e não há atrito entre a massa e o hemisfério.
II. O hemisfério é mantido preso à superfície horizontal, mas há atrito entre a massa e o hemisfério.
III. O hemisfério e a massa podem deslisar livremente pelas respectivas superfícies.

Nestas condições, pode-se afirmar que
a) $\theta_{II} < \theta_I$ e $\theta_{III} < \theta_I$.
b) $\theta_{II} < \theta_I$ e $\theta_{III} > \theta_I$.
c) $\theta_{II} > \theta_I$ e $\theta_{III} < \theta_I$.
d) $\theta_{II} > \theta_I$ e $\theta_{III} > \theta_I$.
e) $\theta_I = \theta_{III}$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Considere os dados abaixo para resolver a(s) questão(ões) quando for necessário.

Constantes físicas

Aceleração da gravidade: $g = 10\,m/s^2$

Densidade da água: $r = 1{,}0\,g/cm^3$

21**.** (G1 - cftmg 2015) As afirmativas a seguir referem-se à energia mecânica de um corpo em movimento e a seu princípio de conservação. Assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

I. Para um corpo de massa m, quanto maior sua velocidade, maior será sua energia cinética.
II. Para um valor fixo de energia cinética, quanto maior a massa do corpo, menor será sua velocidade.
III. Para um corpo de massa *m* lançado verticalmente a uma altura h, quanto maior a altura atingida, maior será sua energia mecânica.

A sequência correta encontrada é
a) V - F - V.
b) V - V - F.
c) V - F - F.
d) V - V - V.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]
Dados: $m = 60\ \text{kg};\ v = 0;\ v_0 = 10\ \text{m/s};\ \Delta t = 0,2\ \text{s}.$

a) A variação da energia cinética (ΔE) é:

$$\Delta E = E - E_0 = \frac{m}{2}\left(v^2 - v_0^2\right) = \frac{60}{2}\left(0^2 - 10^2\right) \Rightarrow \Delta E = -3.000\ \text{J}.$$

b) Calculando o módulo da aceleração:

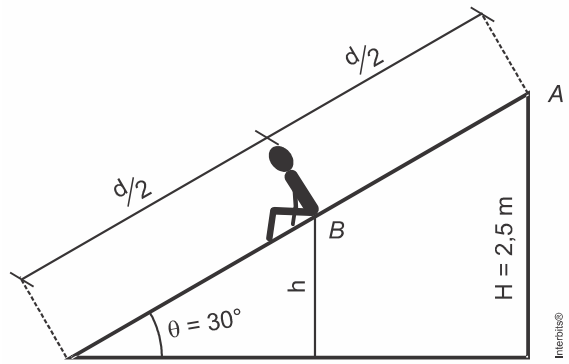
$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|0 - 10|}{0,2} \Rightarrow |a| = 50\ \text{m/s}^2.$$

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]
c) Reação química de decomposição da azida de sódio formando sódio metálico e nitrogênio gasoso: $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$.

d) Cálculo do volume V de gás nitrogênio formado pela decomposição de $65\ \text{g}$ de azida de sódio sob pressão atmosférica de $1\ \text{atm}$ e temperatura de $27\ °\text{C}$:

$NaN_3 = 65$
$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$
$2 \times 65\ \text{g}$ ———— 3 mols
$65\ \text{g}$ ———— $1,5$ mol
$T = 27 + 273 = 300\ \text{K}$
$R = 0,08\ \text{atm.l.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
$P \times V = n \times R \times T$
$1 \times V = 1,5 \times 0,08 \times 300$
$V_{N_2} = 36\ \text{L}$

Resposta da questão 2:
a) Dados: $m = 30\ \text{kg};\ g = 10\ \text{m/s}^2;\ H = 2,5\ \text{m}.$
Analisemos a figura a seguir:



Por semelhança de triângulos:

$$\frac{h}{H} = \frac{d/2}{d} \Rightarrow h = \frac{H}{2} = \frac{2,5}{2} \Rightarrow h = 1,25\ \text{m}.$$

O sistema é conservativo. Com referencial na base do plano, vem:

$$E_{Mec}^{A} = E_{Mec}^{B} \Rightarrow E_{Cin}^{A} + E_{Pot}^{A} = E_{Cin}^{B} + E_{Pot}^{B} \Rightarrow 0 + m\,g\,H = E_{Cin}^{B} + m\,g\,h \Rightarrow$$

$$E = E_{Cin}^{B} = m\,g\,(H - h) = 30 \times 10 \times 1{,}25 \Rightarrow \boxed{E = 375\ \text{J.}}$$

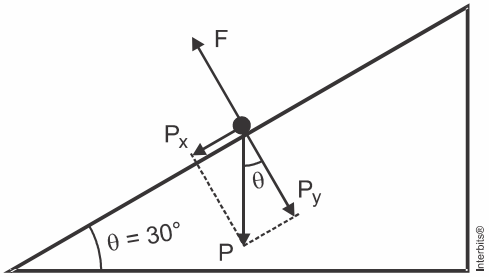
Calculando a velocidade e a quantidade de movimento (**Q**) no ponto *B*:

$$\frac{m\,v_B^2}{2} = E \Rightarrow v_B^2 = \frac{2\,E}{m} = \frac{2 \times 375}{30} = 25 \Rightarrow v_B = 5\ \text{m/s.}$$

$$Q = m\,v_B = 30 \times 5 \Rightarrow \boxed{Q = 150\ \text{kg} \times \text{m/s.}}$$

b) Dados: $m = 30\ \text{kg};\ g = 10\ \text{m/s}^2;\ \cos 30° = 0{,}9.$

Como não há atritos a considerar, a força de contato entre o escorregador e a criança é a força normal, de intensidade **F**.



$$F = P_y = P\cos\theta = m\,g\cos 30° = 30 \times 10 \times 0{,}9 \Rightarrow \boxed{F = 270\ \text{N.}}$$

c) Dados: $m = 30\ \text{kg};\ g = 10\ \text{m/s}^2;\ \text{sen}\,30° = 0{,}5.$

A força resultante sobre a criança é a componente tangencial do peso, $\mathbf{P_x}$.

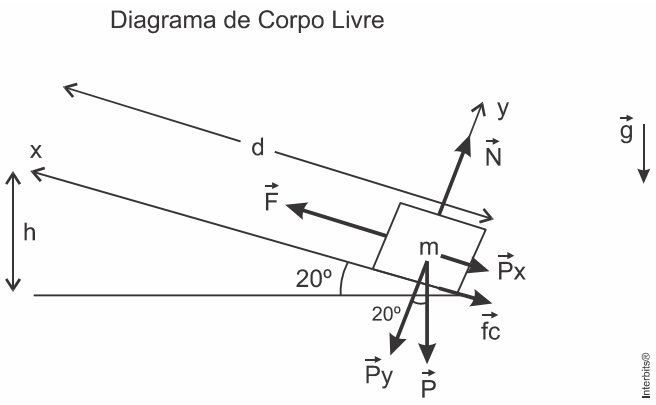
$$F_{res} = P_x = m\,g\,\text{sen}\,\theta \Rightarrow \cancel{m}\,a = \cancel{m}\,g\,\text{sen}\,30° = 10 \times 0{,}5 \Rightarrow \boxed{a = 5\ \text{m/s}^2.}$$

Resposta da questão 3:

a) Para o diagrama de corpo livre abaixo ilustrado, temos as forças:

F = força aplicada;
P = força peso;
N = força normal;
f_c = força de atrito cinético;

Obs.: As forças P_x e P_y são decorrentes da decomposição da força peso na direção do plano inclinado (eixo x) e na direção perpendicular à superfície (eixo y).



O trabalho realizado pelo homem para arrastar o pacote pela rampa é dado pela equação
$W = F \times d$

Onde,
$W =$ trabalho em joules (J)
$F =$ força em newtons (N)
$d =$ distância da rampa em metros (m)

Como a operação se realiza em velocidade constante, temos que a Força Resultante é nula, e, portanto através do diagrama de corpo livre verificamos que no eixo x, temos
$F = P_x + f_c$

E no eixo y
$N = P_y$

Como $P_x = P\,\text{sen}\theta = mg\,\text{sen}\theta$ e $P_y = P\cos\theta = mg\cos\theta$

A força de atrito cinético é dada por $f_c = \mu_c N = \mu_c\, mg\cos\theta$

Finalmente ficamos com a expressão final para a força F
$F = mg\,\text{sen}\theta + \mu_c\, mg\cos\theta = mg(\text{sen}\theta + \mu_c \cos\theta)$

E o trabalho será o produto da força F pela distância d
$W = mgd(\text{sen}\theta + \mu_c \cos\theta)$

Substituindo os valores
$W = 40\text{kg} \times 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 3\text{m}(0{,}34 + 0{,}20 \times 0{,}94) = 633{,}6\text{J}$

b) A variação da Energia Potencial Gravitacional (U) é dada pela expressão
$U = mgh$

Em que $h = d\,\text{sen}\theta$ usando a trigonometria
Logo,
$U = 40\text{kg} \times 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 3\text{m} \times 0{,}34 = 408\text{J}$

Resposta da questão 4:
[E]

Em módulo, o trabalho da força de atrito (W_{Fat}) deve ser igual ao valor energético.

$$\left|W_{Fat}^{v}\right| = F_{at}\,\Delta S \;\Rightarrow\; \Delta S = \frac{\left|W_{Fat}^{v}\right|}{F_{at}} = \frac{714 \times 10^3}{50} \;\Rightarrow\; \Delta S = 14{,}28 \times 10^3\ \text{m} \;\Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta S \cong 14{,}3\ \text{km}.}$$

Resposta da questão 5:
a) $\tau_{res} = F_{res}\,\Delta S\cos\alpha = m\,a\,\Delta S\cos\alpha \;\Rightarrow\; \tau_{res} = d\,V a\,\Delta S\cos\alpha$
Como os volumes, as acelerações e as distâncias são iguais para os dois trens e $\cos\alpha = 1$, vem:

$$\frac{\tau_{aço}}{\tau_{Al}} = \frac{d_{aço\ V\ a\ \Delta S}}{d_{Al\ V\ a\ \Delta S}} \Rightarrow \frac{\tau_{aço}}{\tau_{Al}} = \frac{d_{aço}}{d_{Al}} = \frac{7,9}{2,7} \Rightarrow \boxed{\frac{\tau_{aço}}{\tau_{Al}} = 2,93.}$$

b) Dados: $P = 1,2\ mW = 1,2 \times 10^{-3}\ W;\ R = 10\ m;\ \pi = 3.$

A intensidade da onda é a razão entre a potência da fonte (P) e a área abrangida (A).
Como são ondas esféricas:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2} \Rightarrow \frac{1,2 \times 10^{-3}}{4 \times 3 \times 10^2} \Rightarrow I = 10^{-6}\ W/m^2$$

$$S = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 10 \times 6 \Rightarrow \boxed{S = 60\ dB.}$$

Resposta da questão 6:
[E]

Na Figura 1, calculamos a altura (**h**) e a distância percorrida (ΔS) percorrida pelo menino.

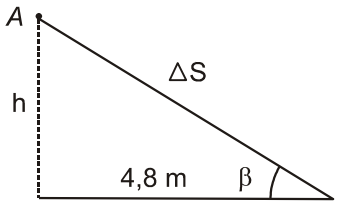


Figura 1

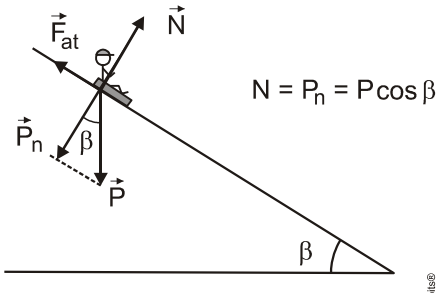


Figura 2

Interbits®

$$\begin{cases} tg\,\theta = \dfrac{h}{4,8} \Rightarrow \dfrac{0,6}{0,8} = \dfrac{h}{4,8} \Rightarrow h = \dfrac{3 \times 4,8}{4} \Rightarrow h = 3,6\ m. \\ sen\,\theta = \dfrac{h}{\Delta S} \Rightarrow 0,6 = \dfrac{3,6}{\Delta S} \Rightarrow \Delta S = \dfrac{3,6}{0,6} \Rightarrow \Delta S = 6\ m. \end{cases}$$

Aplicando o Teorema da Energia Cinética na Figura 2.

$$W_R^v = \Delta E_C \Rightarrow W_P^r + W_N^r + W_{Fat}^r = \frac{m\,v^2}{2} - \frac{m\,v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$m\,g\,h + 0 + F_{at}\ \Delta S = \frac{m\,v^2}{2} - 0 \Rightarrow \cancel{m}\,g\,h - \mu\,\cancel{m}\,g\cos\beta\ \Delta S = \frac{\cancel{m}\,v^2}{2} \Rightarrow$$

$$\cancel{m}\,g\,h - \mu\,\cancel{m}\,g\cos\beta\ \Delta S = \frac{\cancel{m}\,v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2\left(g\,h - \mu\,g\,\Delta S\cos\beta\right)} \Rightarrow$$

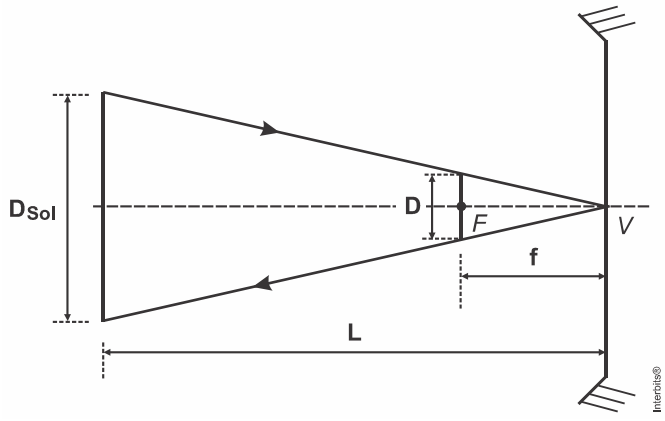
$$v = \sqrt{2\left[(10 \times 3,6) - (0,25 \times 10 \times 6 \times 0,8)\right]} = \sqrt{48} \Rightarrow v = 4\sqrt{3}\ m/s.$$

Calculando o módulo da variação da Quantidade de Movimento:

$$\Delta Q = m\left(v - v_0\right) = 60\left(4\sqrt{3} - 0\right) \Rightarrow \boxed{\Delta Q = 240\sqrt{3}\ kg \times m\ s^{-1}.}$$

Resposta da questão 7:
Dados: $f = 15\ m;\ D = 1,5 \times 10^9 m;\ L = 1,5 \times 10^{11} m.$

a) O Sol comporta-se como objeto impróprio para o espelho, portanto a imagem forma-se no foco principal. Assim, p' = 15 m, conforme ilustra a figura.



Sendo **D** o diâmetro da imagem, por semelhança de triângulos:

$$\frac{D}{D_{Sol}} = \frac{f}{L} \Rightarrow \frac{D}{1{,}5\times10^{9}} = \frac{15}{1{,}5\times10^{11}} \Rightarrow D = \frac{15}{10^{2}} \Rightarrow$$

$$\boxed{D = 0{,}15 \text{ m.}}$$

b) Dados: $D_E = 10$ m; $S_1 = 1$ kW/m^2.

A densidade de potência (**S**) é a razão entre a potência recebida e a área de captação (**A**).
Pela conservação da energia:

$$S = \frac{P}{A} \Rightarrow P = A\,S \left\{ \begin{matrix} P_1 = A_1\,S_1 \\ P_2 = A_2\,S \end{matrix} \right\rangle \Rightarrow \frac{\pi\,D_E^2}{4}\times S_1 = \frac{\pi\,D^2}{4} S \Rightarrow$$

$$S = \frac{D_E^2\,S_1}{D^2} = \frac{100\times1.000}{0{,}15^2} \Rightarrow$$

$$\boxed{S = 4{,}44\times10^{6} \text{ W/m}^2.}$$

c) Dados: $m = 0{,}6$ kg $= 600$ g; $\Delta t = 4$ s; $c = 1$ J / g×K.

Como todo calor recebido é usado no aquecimento do disco de alumínio, temos:

$$Q = P\,\Delta t \Rightarrow m\,c\,\Delta T = A_1\,S_1\,\Delta t \Rightarrow \Delta T = \frac{A_1\,S_1\,\Delta t}{m\,c} \Rightarrow$$

$$\Delta T = \frac{3\times\frac{10^2}{4}\times1.000\times4}{600\times1} \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta T = 500 \text{ K.}}$$

Resposta da questão 8:

a) Dados: $E/V = \frac{5 \text{ kcal}}{\text{L}}$; $V/\Delta t = \frac{3 \text{ L}}{\text{min}}$; 1 cal = 4 J.

$$P = \frac{E}{V}\times\frac{V}{\Delta t} = \frac{5 \text{ kcal}}{\text{L}}\times\frac{3 \text{ L}}{\text{min}} = 15\ \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = \frac{(15\times4)\text{ kJ}}{60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{P = 1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W.}}$$

b) Dados: $\Delta t = 20$ min $= 1.200$ s.

$$E = P\,\Delta t = 1.000\times1.200 \Rightarrow \boxed{E = 1{,}2\times10^{6} \text{ J.}}$$

c) Dados: $P_b = 100\ \text{W}$; $E/V = \dfrac{5\ \text{kcal}}{\text{L}}$; $\Delta t = 1\ \text{min} = 60\ \text{s}$; $1\ \text{cal} = 4\ \text{J}$.

A energia basal consumida em 1 min é:

$E_b = P_b\,\Delta t = 100 \times 60 = 6.000\ \text{J} = 1.500\ \text{cal} = 1{,}5\ \text{kcal}.$

O volume consumido de O_2 pode ser obtido por proporção direta:

$$\left.\begin{cases} 5\ \text{kcal} \rightarrow 1\ \text{L} \\ 1{,}5\ \text{kcal} \rightarrow V \end{cases}\right\rangle \Rightarrow V = \frac{1{,}5}{5} \Rightarrow \boxed{V = 0{,}3\ \text{L}.}$$

Resposta da questão 9:

a) Usando a conservação da energia mecânica entre os pontos *B* e *C*, com referencial em *B*, vem:

$$E_{mec}^{B} = E_{mec}^{C} \Rightarrow \frac{\cancel{m} v_B^2}{2} = \cancel{m} g h_{BC} + \frac{\cancel{m} v_C^2}{2} \Rightarrow v_C^2 = v_B^2 - 2 g h_{BC} \Rightarrow$$

$$v_C = \sqrt{\left(10 \times \sqrt{2}\right)^2 - 2 \times 10 \times 10} = \sqrt{400} \Rightarrow \boxed{v_C = 2\sqrt{10}\ \text{m/s}.}$$

b) Se o esquiador passar pelo ponto *C* na iminência de perder o contato com a pista, na iminência de voar, a normal nesse ponto deve ser nula. Então a resultante centrípeta é seu próprio peso.

$$R_{cent} = P \Rightarrow \frac{\cancel{m} v_C^2}{r} = \cancel{m} g \Rightarrow v_C = \sqrt{r g} = \sqrt{10 \times 10} \Rightarrow v_C = 10\ \text{m/s}.$$

Usando a conservação da energia mecânica entre *A* e *C*, com referencial em *C*, vem:

$$E_{mec}^{A} = E_{mec}^{C} \Rightarrow \cancel{m} g\left(h_A - h_C\right) = \frac{\cancel{m} v_C^2}{2} \Rightarrow h_A - h_C = \frac{v_C^2}{2 g} \Rightarrow h_A = \frac{10^2}{20} + 30$$

$$\boxed{h_A = 35\ \text{m}.}$$

Resposta da questão 10:

[E]

A energia cinética é máxima no ponto onde a energia potencial é mínima. Isso ocorre no ponto de abscissa $x = x_2$.

Resposta da questão 11:

[A]

No ponto de compressão máxima, a velocidade é nula. Adotando esse ponto como referencial de altura, nele, a energia potencial gravitacional também é nula. Assim, aplicando a conservação da energia mecânica.

$$E_{Mec}^{i} = E_{Mec}^{f} \Rightarrow m\,g\left(h + d\right) = \frac{k\,d^2}{2} \Rightarrow \boxed{k = \frac{2\,m\,g\left(h + d\right)}{d^2}.}$$

Resposta da questão 12:

[C]

Tomando como referência de altura o ponto de partida da bola e considerando o sistema como conservativo, usando a conservação da Energia Mecânica, temos:

$$\frac{\cancel{m} v_0^2}{2} = \cancel{m} g\,2l \Rightarrow v_0^2 = 4\,g\,l \Rightarrow \boxed{v_0 = 2\sqrt{g l}.}$$

Resposta da questão 13:
a) Dados: $m = 60$ kg; $g = 10$ m/s^2; $h = 10$ m.

$$E_{pot} = m\,g\,h = 60 \times 10 \times 10 \Rightarrow \boxed{E_{pot} = 6.000 \text{ J.}}$$

b) $\dfrac{V}{\Delta t} = 30\ \dfrac{L}{s} \Rightarrow \dfrac{m_a}{\Delta t} = 30\dfrac{kg}{s}$; $m = 60$ kg; $g = 10$ m/s^2.

O piloto está em equilíbrio: $\left|\vec{F}_a\right| = P = m\,g = 60 \times 10 \Rightarrow \left|\vec{F}_a\right| = 600$ N.

$$\Delta Q = \left|\vec{F}_a\right| \Delta t \Rightarrow m_a\,\Delta v = \left|\vec{F}_a\right| \Delta t \Rightarrow \frac{m_a}{\Delta t}\Delta v = \left|\vec{F}_a\right| \Rightarrow 30\,\Delta v = 600 \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta v = 20 \text{ m/s.}}$$

Resposta da questão 14:
[D]

Devido ao atrito, ocorre conversão de energia cinética em energia térmica.

Resposta da questão 15:
[B]

$$\left.\begin{cases} Ec_1 = \dfrac{m\,v^2}{2} \\ Ec_2 = \dfrac{m\,(2\,v)^2}{2} \Rightarrow Ec_2 = 4\dfrac{m\,v^2}{2} \end{cases}\right\rangle \Rightarrow \frac{Ec_1}{Ec_2} = \frac{1}{4}.$$

Resposta da questão 16:
[B]

A força que elevou o livro realizou trabalho contra a força peso, que é uma força conservativa. Forças conservativas armazenam na forma de **<u>energia potencial</u>** o trabalho que uma força qualquer realiza contra elas.

Resposta da questão 17:
Dados: $m = 70$ kg; $v = 72$ km/h $= 20$ m/s.

$$\begin{cases} p = m\,v = 70 \times 20 \Rightarrow \boxed{p = 1.400 \text{ kg} \times \text{m/s.}} \\ E_C = \dfrac{m\,v^2}{2} = \dfrac{70(20)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_C = 14.000 \text{ J.}} \end{cases}$$

Resposta da questão 18:
[B]

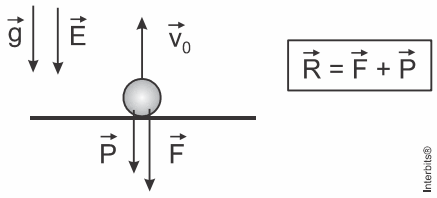
Como a força de atrito é a resultante das forças, podemos aplicar o teorema da energia cinética.

$$W_{Fat}^{v} = E_{cin}^{final} - E_{cin}^{inicial} = 0 - \frac{m\,v^2}{2} = 0 - \frac{1.000 \times 20^2}{2} = -2 \times 10^5 \text{ J} \Rightarrow$$

$$\boxed{\left|W_{Fat}^{v}\right| = 2 \times 10^5 \text{ J.}}$$

Resposta da questão 19:
[D]

Como a carga é positiva, a força elétrica tem o mesmo sentido do vetor campo elétrico. A figura ilustra a situação.



1ª) Solução: Aplicando o teorema da energia cinética:

$$W_R^v = \Delta E_{cin} \Rightarrow (F+P)h\cos 180° = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow -(q E + m g)h = 0 - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\boxed{h = \frac{m v_0^2}{2(q E + m g)}.}$$

2ª) Solução: Como as forças são constantes, o movimento é uniformemente variado:
Calculando o módulo da aceleração pelo princípio fundamental:

$$R = m a \Rightarrow (F+P) = m a \Rightarrow (q E + m g) = m a \Rightarrow a = \frac{q E + m g}{m}.$$

Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta S \Rightarrow 0 = v_0^2 - 2\frac{q E + m g}{m} h \Rightarrow \boxed{h = \frac{m v_0^2}{2(q E + m g)}.}$$

Resposta da questão 20:
[C]

<u>Condição I - Hemisfério fixo e a descida é sem atrito.</u>

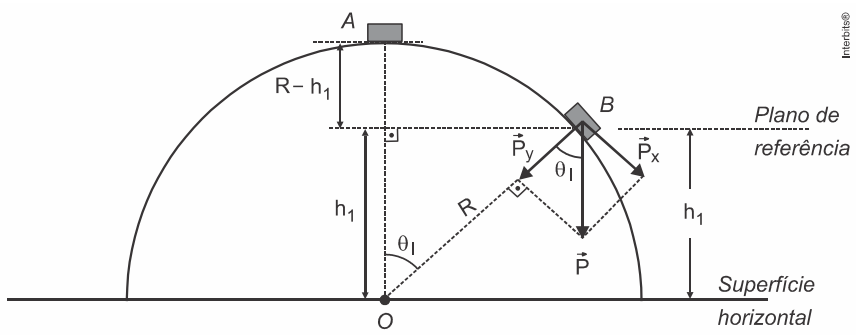


Figura 1

Aplicando a conservação da energia mecânica, considerando o plano de referência mostrado na Figura 1:

$$E_{mec}^A = E_{mec}^B \Rightarrow \cancel{m} g(R - h_1) = \frac{\cancel{m} v_B^2}{2} \Rightarrow v_B^2 = 2g(R - h_1) \quad (I).$$

No ponto *B*, onde ocorre o descolamento, a normal se anula. Assim, a resultante centrípeta é a componente radial do peso $(\vec{P}_y)$.

$$P_y = R_{cent} \Rightarrow \cancel{m}\, g \cos\theta_I = \frac{\cancel{m}\, v_B^2}{R} \Rightarrow v_B^2 = R\, g \cos\theta_I \quad \text{(II)}.$$

Mas

$$\cos\theta_I = \frac{h_1}{R} \quad \text{(III)}.$$

Substituindo (III) em (II):

$$v_B^2 = \cancel{R}\, g \frac{h_1}{\cancel{R}} \Rightarrow v_B^2 = g\, h_1 \qquad \text{(IV)}.$$

Igualando (IV) e (II):

$$\cancel{g}\, h_1 = 2\, \cancel{g} \left(R - h_1\right) \Rightarrow h_1 + 2\, h_1 = 2\, R = \Rightarrow h_1 = \frac{2}{3} R \quad (V).$$

Substituindo (V) em (III):

$$\cos\theta_I = \frac{\left(2/3\right) R}{R} \Rightarrow \cos\theta_I = \frac{2}{3} \quad \text{(VI)}.$$

Condição II - Hemisfério fixo e a descida é com atrito.

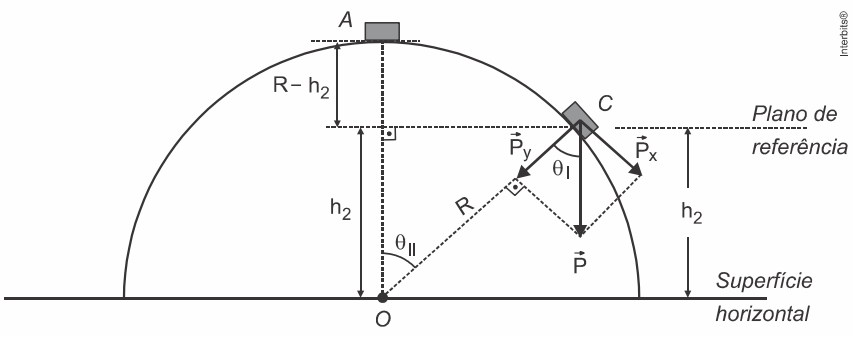


Figura 2

Como o sistema é não conservativo, a energia mecânica dissipada (**E_d**) entre *A* e *C* (ponto de descolamento) é igual à diferença positiva entre energia mecânica inicial e a final.
Considerando o plano de referência indicado na Figura 2, temos:

$$E_d = E_{mec}^{A} - E_{mec}^{C} \Rightarrow E_d = m\,g\left(R - h_2\right) - \frac{m\,v_C^2}{2} \Rightarrow v_C^2 = \frac{2\,\cancel{m}\,g\left(R - h_2\right)}{\cancel{m}} - \frac{2\,E_d}{m} \Rightarrow$$

$$v_C^2 = 2\,g\,R - 2\,g\,h_2 - \frac{2\,E_d}{m} \quad (\text{VII}).$$

Repetindo o mesmo procedimento da condição anterior, para o novo ponto de descolamento (*C*), obtemos:

$$P_y = R_{cent} \Rightarrow \cancel{m}\,g\cos\theta_{II} = \frac{\cancel{m}\,v_B^2}{R} \Rightarrow v_B^2 = R\,g\cos\theta_{II} \quad (\text{VIII}).$$

Mas

$$\cos\theta_{II} = \frac{h_2}{R} \quad (\text{IX}).$$

Substituindo (IX) em (VIII):

$$v_B^2 = \cancel{R}\,g\,\frac{h_2}{\cancel{R}} \Rightarrow v_B^2 = g\,h_2 \quad (\text{X}).$$

Igualando (X) e (VII):

$$g\,h_2 = 2\,g\,R - 2\,g\,h_2 - \frac{2\,E_d}{m} \Rightarrow 3\,g\,h_2 = 2\,g\,R - \frac{2\,E_d}{m} \Rightarrow h_2 = \frac{2\,\cancel{g}\,R}{3\,\cancel{g}} - \frac{2\,E_d}{3\,m\,g} \Rightarrow$$

$$h_2 = \frac{2}{3}\left(R - \frac{2\,E_d}{3\,m\,g}\right) \quad (\text{XI}).$$

• ***Nota**: como era de se esperar, a condição I é um caso particular da condição II, para quando não há atrito (**$E_d = 0$**).*

Comparando (V) e (XI) $\Rightarrow h_2 < h_1 \Rightarrow \cos\theta_{II} < \cos\theta_I \Rightarrow \boxed{\theta_{II} > \theta_I.}$

Condição III - Hemisfério livre e a descida é sem atrito.
Nessa condição, na direção horizontal, o sistema é mecanicamente isolado. Assim, durante a descida, nessa direção, o hemisfério ganha velocidade para a esquerda e a massa ganha um adicional de velocidade para a direita. Então, ao passar por um mesmo ponto do hemisfério, antes do descolamento, a velocidade na condição III é maior do que na condição I.
De acordo com a equação (IV), a velocidade e a altura no ponto de descolamento seguem a expressão:

$v^2 = gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{g} \Rightarrow$ Quanto maior a velocidade, mais alto é o ponto de descolamento.

Sendo h_3 a altura do ponto de descolamento na condição III, esse raciocínio nos leva a concluir que: $h_3 > h_1 \Rightarrow \cos\theta_{III} > \cos\theta_I \Rightarrow \boxed{\theta_{III} < \theta_I.}$

Resposta da questão 21:
[D]

[I] **Correta.** Para um corpo de massa m, quanto maior for sua velocidade, maior será sua energia cinética, pois a energia cinética é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade de acordo com a expressão: $E_{cin} = \frac{m}{2} v^2$.

[II] **Correta.** Para um valor fixo de energia cinética, quanto maior a massa do corpo, menor será sua velocidade. De acordo com a mesma expressão acima: $v = \sqrt{\frac{2E_{cin}}{m}}$. Para um valor fixo de energia cinética, a velocidade é inversamente proporcional à raiz quadrada da massa.

[III] **Correta.** Para um corpo de massa *m* lançado verticalmente a uma altura h, quanto maior a altura atingida, maior será sua energia mecânica, pois no ponto de altura máxima de um lançamento vertical a energia mecânica é diretamente proporcional à máxima altura atingida.