Gabarito para Versão A

Seção 1. Múltipla escolha (10×0,5 = 5,0 pontos)

1. Um caixote de massa m está em repouso apoiado sobre um plano inclinado de um ângulo θ. Se o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície é μ_e, podemos afirmar que:

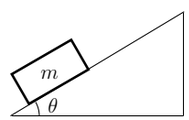
   (a) O módulo da força de atrito entre o caixote e a superfície vale $\mu_e\ m\ g\ cos\theta$

   (b) A força normal sobre o caixote é a reação ao peso deste caixote.

   (c) O módulo da força resultante que a superfície do plano inclinado faz sobre o caixote vale $m\ g\ cos\theta$

   (d) $\vec{N} + \vec{f_e} = \vec{P}$, onde $\vec{N}, \vec{f_e}, \vec{P}$ são respectivamente as forças normal, atrito estático e peso.

   [(e)] Nenhuma opção é verdadeira



2. A figura mostra o gráfico da energia potencial, $U(x)$, associada à força resultante que atua sobre uma partícula que se move em uma dimensão, onde x_0 corresponde à posição na qual a energia potencial é mínima. De acordo com a figura, afirma-se: (I) Na posição x_A a força é nula. (II) Na posição x_0 tem-se a condição de equilíbrio estável. (III) Para $x > x_0$ a força aponta para a origem. (IV) quando a partícula está na posição x_C, o módulo da força é maior que na posição x_B. Estão corretas:

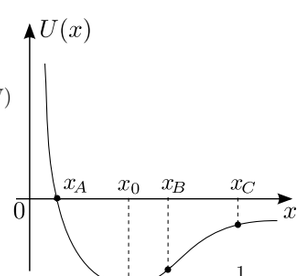
   (a) apenas (II), (III) e (IV)

   [(b)] apenas (II) e (III)

   (c) apenas (I), (II) e (IV)

   (d) apenas (I), (II) e (III)

   (e) apenas (III) e (IV)



3. Um corpo de massa m parte do repouso, a partir de uma altura h, deslizando sobre uma superfície sem atrito, atingindo uma velocidade v na base da superfície. Um outro corpo de massa $5m$ desce a mesma superfície de uma altura H, também partindo do repouso, atingindo a velocidade de $3v$ na base. A razão H/h é:

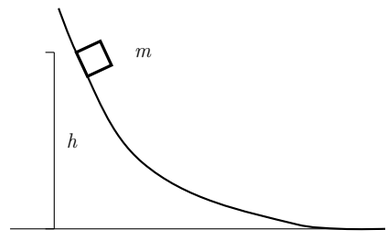
   (a) 3/5

   (b) 9/5

   (c) 3

   [(d)] 9

   (e) 15



4. Um bloco de massa m é abandonado sobre um trilho contido em um plano vertical e desliza a partir do ponto mais alto A, como representado na figura. Ao chegar no ponto B, ele já iniciou seu movimento circular. Desprezando o atrito entre o trilho e o bloco, podemos afirmar que:

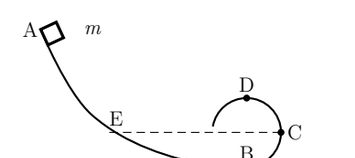
   (a) O bloco tem velocidade máxima ao passar pelo ponto C.

   (b) O módulo da força normal no ponto B é igual ao módulo da força peso.

   [(c)] O módulo da velocidade no ponto E é o mesmo que no ponto C.

   (d) O módulo da velocidade no percurso $B - C - D$ é constante.

   (e) A aceleração no ponto C é perpendicular à velocidade.



5. Um corpo de massa m está preso a um fio inextensível de massa desprezível e gira em um plano horizontal, constituindo um pêndulo cônico. Se o comprimento do fio é L e o ângulo que o fio forma com a vertical é θ, o módulo da velocidade v do corpo será:

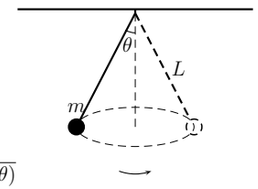
   (a) $v = \sqrt{Lg\ sen(\theta)}$

   (b) $v = \sqrt{Lg\ \cos(\theta)}$

   (c) $v = \sqrt{Lg\ tan(\theta)}$

   (d) $v = \sqrt{Lg/sen(\theta)}$

   [(e)] $v = \sqrt{Lg\ tan(\theta) sen(\theta)}$



6. Uma partícula é deslocada, sob a ação de uma força conservativa $\vec{F}$, no percurso fechado $A \to B \to C \to A$, como indica a figura. Afirma-se que para o trabalho desta força nos trechos AB, BC e CA: I) $W_{A\to B} + W_{B\to C} + W_{C\to A} = 0$, II) $W_{A\to C} = -W_{C\to A}$, III) $W_{A\to C} = W_{A\to B} + W_{B\to C}$, IV) Como a força $\vec{F}$ é conservativa o trabalho desta força é sempre positivo em qualquer trecho e sentido do percurso. A opção abaixo correta para as afirmativas I), II), III) e IV) é

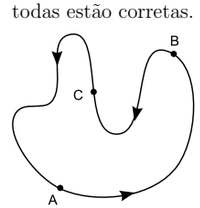
   (a) somente I) e II) estão corretas;

   (b) somente II) e IV) estão corretas;

   [(c)] somente I), II) e III) estão corretas;

   (d) somente I) e III) estão corretas;

   (e) todas estão corretas.



7. O gráfico representa a velocidade de uma partícula que se move ao longo do eixo x em função do tempo. O movimento é iniciado em um instante $t < t_0$ e em t_0 ela se encontra na origem. Das seguintes afirmativas, estão corretas:
   (I) a aceleração da partícula no instante t_0 é nula; (II) no instante t_4 a partícula volta à origem; (III) existe mais de um instante em que a aceleração é nula; (IV) a partícula muda seu sentido de deslocamento nos instantes t_0, t_2 e t_4; (V) no ponto D sua aceleração é positiva; (VI) o deslocamento entre t_1 e t_3 é maior que entre t_1 e t_2.

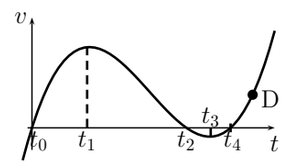
   (a) I, III e V

   [(b)] III, IV e V

   (c) II, IV, VI

   (d) IV, V e VI

   (e) I, IV, V



8. Uma partícula executa um movimento pendular num plano vertical xy, oscilando entre duas posições extremas A e B, como mostra a figura. Considerando o trajeto $A \to B$ pode-se afirmar que:

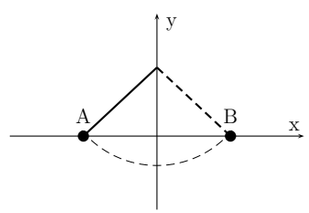
   (a) nos pontos A e B a aceleração é nula;

   (b) o vetor velocidade média entre A e B é nulo;

   (c) o vetor velocidade média entre A e B tem a direção e o sentido do eixo x negativo;

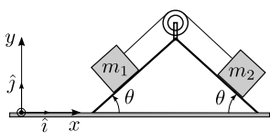
   [(d)] o vetor aceleração média entre A e B é nulo;

   (e) o vetor aceleração média entre A e B tem a direção e sentido do eixo y positivo.



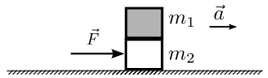
9. Dois pequenos blocos de massas m_1 e m_2 ($m_2 > m_1$) deslizam sobre uma cunha simétrica fixa no solo, como representa a figura. As duas rampas da cunha são inclinadas de um ângulo θ em relação à horizontal, e os dois blocos estão unidos por um fio inextensível, que permanece esticado durante todo o movimento. Num instante em que o bloco de massa m_1 sobe uma das rampas com velocidade de módulo v em relação ao solo, o vetor velocidade do bloco de massa m_2 em relação ao de massa m_1 é

(a) $-2\,v\,sen\theta\,\hat{\jmath}$
(b) $-2\,v\,cos\theta\,\hat{\imath}$
(c) $v\,(cos\theta\,\hat{\imath} - sen\theta\,\hat{\jmath})$
(d) $2\,v\,sen\theta\,\hat{\imath}$
(e) $v\,(2\,sen\theta\,\hat{\imath} - cos\theta\,\hat{\jmath})$



10. Um conjunto de dois blocos de massas m_1 e m_2 é colocado sobre um plano horizontal e liso (sem atrito). Ao aplicar-se uma força $\vec{F}$ horizontal de módulo constante sobre o bloco de massa m_2 o conjunto move-se com aceleração constante de módulo a (não há movimento relativo entre os blocos), como mostra a figura. Se f é o módulo da força de atrito entre os blocos, a opção correta é,

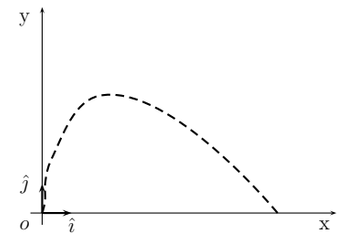
(a) $f = m_1 a$;
(b) $f = (m_1 + m_2)a$;
(c) $f = |\vec{F}|$;
(d) $f = |\vec{F}| - m_1 a$;
(e) $f = |\vec{F}| - m_1 g$.



Seção 2. Questões discursivas (2×2,5 = 5,0 pontos)

Não serão consideradas respostas sem justificativa; expresse-as somente em função dos dados fornecidos.

1. A figura representa a trajetória do lançamento vertical de um projétil de massa m, a partir do solo, com velocidade inicial $\vec{v}(0) = v_0\,\hat{\jmath}$, com $v_0 > 0$. Além de estar sujeito à aceleração da gravidade, durante o voo o projétil também sofre a ação de um vento que sopra na direção horizontal e que imprime uma aceleração constante adicional $\vec{a}_v$ ao projétil, da forma $\vec{a}_v = a_1\,\hat{\imath}$, onde $a_1 > 0$. Nas soluções dos ítens abaixo, utilize quando necessário os unitários $\hat{\imath}$ e $\hat{\jmath}$ associados ao sistema de eixos coordenados OXY, e as quantidades m, v_0, a_1 e o módulo g da aceleração da gravidade local.



a) Determine os vetores velocidade $\vec{v}\,(t)$ e posição $\vec{r}\,(t)$ do projétil em função do tempo, durante seu voo.

b) Calcule a altura máxima atingida pelo projétil.

c) Determine a que distância do ponto de lançamento o projétil atinge o solo.

d) Qual o trabalho realizado pela resultante das forças que atuam no projétil, entre o instante de lançamento e o instante em que o projétil atinge a altura máxima?

Resolução:

1. O projétil é submetido a uma aceleração resultante $\vec{a} = \vec{a}_v + \vec{g} = a_1\,\hat{\imath} - g\,\hat{\jmath}$.

a)valor=1,0 ponto Considerando as condições iniciais do movimento, $\vec{r}(0) = 0$ e $\vec{v}(0) = v_0\,\hat{\jmath}$, e levando-se em conta que a aceleração $\vec{a}$ é constante,

$$\vec{v}(t) = \vec{v}(0) + \vec{a}\,t = v_0\,\hat{\jmath} + (a_1\,\hat{\imath} - g\,\hat{\jmath})\,t = a_1 t\,\hat{\imath} + (v_0 - gt)\,\hat{\jmath}$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}(0) + \vec{v}(0)\,t + \frac{1}{2}\vec{a}\,t^2 = v_0\,t\,\hat{\jmath} + \frac{1}{2}\,(a_1\,\hat{\imath} - g\,\hat{\jmath})\,t^2 = \frac{1}{2}\,a_1\,t^2\,\hat{\imath} + (v_0\,t - \frac{1}{2}\,g\,t^2)\,\hat{\jmath}$$

b)valor=0,5 pontos A altura máxima h_{max} é atingida no instante $t = t_m$ que satisfaz à condição $v_y(t_m) = 0$:

$$v_0 - g\,t_m = 0 \Rightarrow t_m = v_0/g\ .$$

Logo,

$$h_{max} = y(t_m) = v_0\,t_m - \frac{1}{2}\,g\,t_m^2 = \frac{v_0^2}{2\,g}$$

c)valor=0,5 ponto O projétil atinge o solo no instante $t = t_f > 0$ que anula a coordenada $y(t)$. Para determinar o alcance do projétil, basta calcular $x(t_f)$:

$$y(t_f) = 0 \Rightarrow v_0 - \frac{1}{2}\,g\,t_f = 0 \Rightarrow t_f = 2\,v_0/g$$

$$x(t_f) = \frac{1}{2}\,a_1\,t_f^2 = \frac{2\,v_0^2 a_1}{g^2}$$

d)valor=0,5 ponto Pelo teorema trabalho-energia, o trabalho realizado pela força resultante $\vec{F}$ que atua no projétil entre os instantes $t = 0$ e $t = t_m$ é dado por

$$W^{(\vec{F})}_{(0\to t_m)} = \frac{1}{2}\,m\,[v(t_m)^2 - v(0)^2] = \frac{1}{2}m\,[(a_1\,t_m)^2 + (v_0 - g\,t_m)^2 - v_0^2] = -\frac{1}{2}\,m\,v_0^2\,(1 - \frac{a_1^2}{g^2})$$

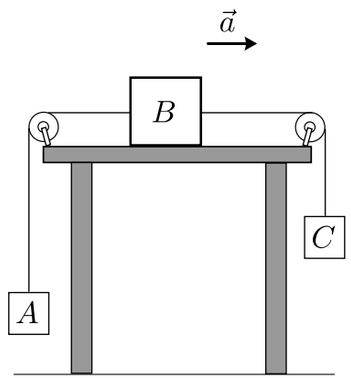
■

2. A figura mostra três blocos A, B e C de massas respectivas m_A, m_B e m_C. O bloco B está sobre uma mesa horizontal com a qual tem coeficiente de atrito cinético μ. Nele estão presas as extremidades de dois fios ideais horizontais que passam por duas roldanas ideais, uma de cada lado do bloco, e as outras extremidades dos fios estão presas aos blocos A e C. As massas dos blocos são tais que o bloco B sobre a mesa se desloca para a direita, com a aceleração também para a direita, de módulo desconhecido e denotada por $\vec{a}$, como indicado na figura; os fios permanecem tensos durante todo o movimento. Considere como dados m_A, m_B, m_C, μ e o módulo g da aceleração da gravidade.

a) Faça o diagrama de forças sobre o bloco B, identificando cada uma das forças.

b) Determine o módulo a da aceleração do bloco B.

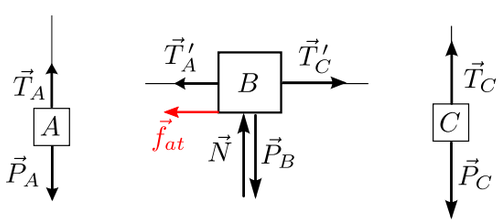
c) Qual deve ser a massa m_C do bloco C para que os blocos se desloquem com velocidades constantes?



Resolução:

a) valor=0,5 ponto

De acordo com a figura temos:



$\vec{N}$ a força que a mesa exerce sobre o bloco B, $\vec{P}_B$ a força gravitacional exercida pela Terra, $\vec{f}_{at}$ a força de atrito entre as superfícies do bloco e da mesa e $\vec{T}'_A$ e $\vec{T}'_C$ as reações das trações devido ao tracionamento dos fios pelos blocos A e C respectivamente.

b) valor=1,7 pontos

O módulo a da aceleração do bloco B.

Aplicando a segunda Lei de Newton para cada bloco temos de acordo com as forças representadas no diagrama,

$$\text{Bloco A}: \quad \vec{T}_A + \vec{P}_A = m_A\vec{a}_A$$

$$\text{Bloco B}: \quad \vec{T}'_A + \vec{N} + \vec{f}_{at} + \vec{P}_B + \vec{T}'_C = m_B\vec{a}_B$$

$$\text{Bloco C}: \quad \vec{T}_C + \vec{P}_C = m_C\vec{a}_C$$

Como os fios que ligam os blocos entre si são ideais temos: $|\vec{T}_A| = |\vec{T}'_A| = T_A$, $|\vec{T}_C| = |\vec{T}'_C| = T_C$
e como os blocos adquirem a mesma aceleração $|\vec{a}_A| = |\vec{a}_B| = |\vec{a}_C| = a$, podemos reescrever as equações na direção dos respectivos movimentos,

$$(i) \quad \begin{cases} T_A - P_A = m_A a \\ T_C - T_A - f_{at} = m_B a \\ P_C - T_C = m_C a \end{cases} \qquad \text{e} \qquad (ii) \quad N - m_B g = 0$$

A solução do sistema de equações (i) permite obter a aceleração do bloco B, de (ii) e com a substituição de $|\vec{f}_{at}| = \mu|\vec{N}| = \mu m_B g$,

$$a = \frac{(m_C - m_A - \mu m_B)g}{(m_A + m_B + m_C)}$$

c) valor=0,3 ponto

Para que o bloco B mova-se com velocidade constante, a aceleração a dos blocos deve ser nula. Assim,

$$0 = \frac{(m_C - m_A - \mu m_B)g}{(m_A + m_B + m_C)} \qquad \rightarrow \qquad m_C = m_a + \mu m_B$$

■