NUSP:

⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

Instruções:
Preencha ***completamente*** *os círculos com os dígitos do seu número USP (um em cada coluna).*
Na parte de baixo dessa folha, preencha ***completamente*** *os círculos com as respostas corretas correspondentes a cada questão.*
Use caneta esferográfica preta ou azul. Escreva apenas nas áreas designadas.

Nome:..

Assinatura:...................................

Turma:..

Professor:....................................

ESTE ESPAÇO É DE USO EXCLUSIVO DA BANCA DE CORREÇÃO

	1a Avaliação	Revisão
Questão 1		
Questão 2		
Questão 3		
Questão 4		
Questão 5		
Questão 6		
Total		

- Esta prova é contém 6 questões de múltipla-escolha (1-6) correspondendo a um total de 10 pontos.
- Não é permitido o uso de calculadora e celular durante a prova.

Marque as respostas das questões de múltipla-escolha

(1) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ
(2) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ
(3) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ
(4) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ
(5) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ
(6) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

QUESTÕES DE MÚLTIPLA-ESCOLHA (1-6)

Quando necessário, use $\pi = 3,14$, g=10 m/s^2.

(1) [1,5] Um bloco de 4 kg é empurrado a partir do repouso por uma mola comprimida, que não obedece a Lei de Hooke. A força dessa mola é dada por $F = -10x^3$, onde x se mede a partir do comprimento de equilíbrio da mola. Ao passar pela posição de equilíbrio, o bloco desprende-se passando a movimentar-se em uma região com coeficiente de atrito dinâmico de 0,25, percorrendo uma distância de 10 m até parar. A velocidade máxima atingida pelo bloco e a compressão da mola são, respectivamente:

- ☐ *(a)* $v = \sqrt{50}$ m/s e $\Delta x = \sqrt[4]{40}$ m.
- ☐ *(b)* $v = \sqrt{100}$ m/s e $\Delta x = \sqrt[4]{40}$ m.
- ☐ *(c)* $v = \sqrt{50}$ m/s e $\Delta x = \sqrt{40}$ m.
- ☐ *(d)* $v = \sqrt{100}$ m/s e $\Delta x = \sqrt[4]{60}$ m.
- ☐ *(e)* $v = \sqrt{50}$ m/s e $\Delta x = \sqrt{100}$ m.

Resolução:

Para calcular a velocidade máxima atingida pelo bloco é necessário saber o trabalho realizado:

$$W = \mu.F.d = 0,25.4.10.10 = 100 \text{ J}$$

Mas sabe-se que:

$$W = \Delta E = \frac{m.v^2}{2}$$
$$100 = \frac{4.v^2}{2}$$
$$v = \sqrt{50}\ m/s$$

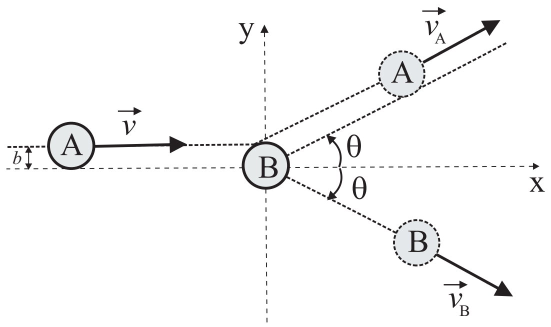
Como a força não obedece a Lei de Hooke, temos que:

$$W = \int F.dx = -\int 10x^3.dx =$$

$$W = -\frac{10x^4}{4}\Big|_{x_f}^{x_0} = 100$$
$$-\frac{5}{2}(x_0^4 - x_f^4) = 100$$
$$\frac{5}{2}x_f^4 = 100$$
$$x_f = \sqrt[4]{40}\ \text{m.}$$

Neste caso $x_f = \Delta x$ *pois* $x_0 = 0$*.*

(2) [1,5] Um corpo de massa m incide com velocidade v sobre um outro corpo igual, com um parâmetro de colisão b, como mostrado na figura. Após a colisão, os dois corpos se afastam, formando um ângulo 2θ. Para $2\theta < 90°$, o módulo da variação da energia cinética de translação (ΔT), em função da energia cinética inicial T_i, e do ângulo θ vale:



- ☐ *(a)* $|\Delta T|=\frac{T_i}{2}(1\text{-tg}^2\theta)$.
- ☐ *(b)* $|\Delta T|=\frac{T_i}{4}(1\text{+tg}^2\theta)$.
- ☐ *(c)* $|\Delta T|=\frac{T_i}{2}(1\text{+tg}^2\theta)$.
- ☐ *(d)* $|\Delta T|=T_i(1\text{-tg}^2\theta)$.
- ☐ *(e)* $|\Delta T|=\frac{T_i}{4}(1\text{-tg}^2\theta)$.

Resolução:
Pela Conservação do Momento Linear, temos:

Em x: $m_A.v = m_A.v_A cos(\theta) + m_B.v_B cos(\theta)$
$v = v_A cos(\theta) + v_A cos(\theta) \Longrightarrow v_A = \frac{v}{2cos(\theta)}$

Em y: $0 = m_A.v_A sen(\theta) - m_B.v_B sen(\theta) \Longrightarrow v_A = v_B$

Calculando a variação da energia cinética:
$T_i = \frac{mv^2}{2}$; $T_f = \frac{m}{2}\left(\frac{v}{2cos(\theta)}\right)^2.2$
$\Delta T = \left(\frac{mv^2}{4cos(\theta)^2} - \frac{mv^2}{2}\right) = \frac{mv^2}{2}\left[\frac{1}{2cos^2(\theta)} - 1\right)$
$\Delta T = T_i\left[\frac{1}{2cos^2(\theta)} - 1\right] = T_i\left[\frac{1-cos^2(\theta).2}{2cos^2(\theta)}\right]$

$$\Delta T = T_i \left[\frac{sen^2(\theta) - cos^2(\theta)}{2cos^2(\theta)}\right]$$
$$\Delta T = \frac{T_i}{2}\left[tg^2(\theta) - 1\right]$$

Em módulo: $|\Delta T| = \frac{T_i}{2}(1 - tg^2\theta)$.

(3) [1,5] Uma pequena bolinha de massa m=100 g foi arremessada de uma altura h=1 m para baixo a uma velocidade inicial v_0=4 m/s. Se ela afunda d=10 cm, a força média exercida pela areia sobre a bolinha até ela entrar em repouso é:

- ☐ *(a)* 4 N.
- ☐ *(b)* 9 N.
- ☐ *(c)* 19 N.
- ☐ *(d)* 24 N.
- ☐ *(e)* 29 N.

Resolução:

Durante a queda: sistema conservativo, e por isso energia mecânica no momento que é solto é igual à energia mecânica no momento do impacto.

$$E_M = mgh + \frac{mv_0^2}{2} = 1 + 0,8 = 1,8\text{ J}$$

Essa energia foi dissipada no impacto. Além disso, o sistema ainda perde mais um pouco de energia potencial devido a distância que afundou:

$$\Delta E_M = \tau$$
$$-mgd - E_{Mi} = \int F \cdot dy$$

Como F é para cima e dy para baixo, $F \cdot dy = -Fdy$. Assumindo F constante para calcular a média:

$$-0,1 - 1,8 = -F\int dy = -Fd$$
$$F = \frac{1,9}{0,1} = 19\text{ N.}$$

(4) [2,0] Num circo um acrobata está balançando no trapézio. Em uma determinada acrobacia ele começa do repouso, fazendo um ângulo de 53° com a vertical, e no ponto inferior do movimento ele segura um outro acrobata, levando-o consigo no restante do movimento. Se o segundo acrobata tem massa m_2=50 kg, e o ângulo máximo com a vertical que eles atingem juntos é de 37°, a massa do primeiro acrobata é:

- ▢ *(a)* $50(\sqrt{2}+1)$ kg.
- ▢ *(b)* $50\sqrt{2}$ kg.
- ▢ *(c)* 100 kg.
- ▢ *(d)* $100\sqrt{2}$ kg.
- ▢ *(e)* $100(\sqrt{2}+1)$ kg.

Resolução:

Considerando como zero da energia potencial gravitacional o ponto inferior do movimento.

No início do movimento ele só tem energia potencial:

$$E_M = m_1 gh = m_1 g(R - R\cos\theta_1) = m_1 gR(1-0,6) = 4m_1 R$$

No ponto inferior, antes de pegar o outro acrobata, ele só tem energia cinética:

$$E_M = 4m_1 R = \frac{m_1 v_i^2}{2}$$
$$v_i^2 = 8R$$
$$v_i = \sqrt{8R}$$

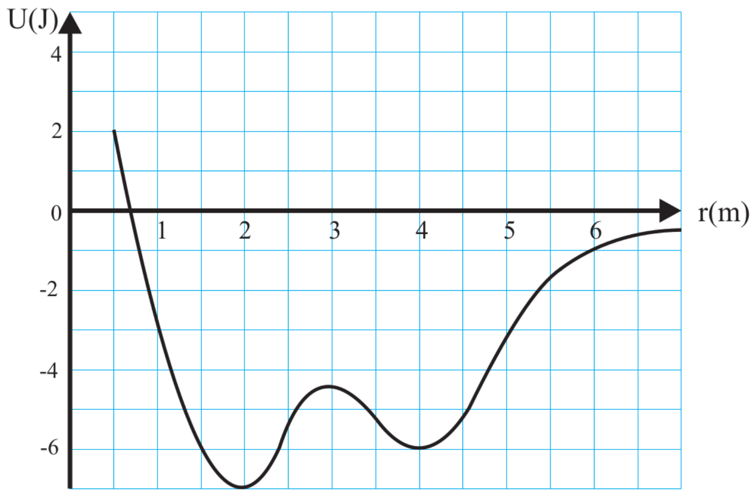
Depois que ele pega outro acrobata eles sobem ainda mais um pouco. Pela conservação da energia:

$$\frac{m_1+m_2}{2}v_f^2 = (m_1+m_2)g(R - R\cos\theta_2) = (m_1+m_2)gR(1-0,8) = (m_1+m_2)2R$$
$$v_f^2 = 4R$$
$$v_f = \sqrt{4R} = \frac{v_i}{\sqrt{2}}$$

Na hora que pega o outro acrobata não há conservação da energia, mas há conservação do momento linear:

$$m_1 v_i = (m_1 + m_2) v_f$$
$$m_1 (v_i - v_f) = 50 v_f$$
$$m_1 = 50 \frac{v_f}{v_i - v_f} = 50 \frac{v_f}{\sqrt{2} v_f - v_f}$$
$$m_1 = 50 \frac{1}{\sqrt{2} - 1} = 50(\sqrt{2} + 1) \text{ kg.}$$

(5) [1,5] Uma partícula de massa m = 0,5 kg move-se em um campo de força central sob a ação de uma força F(r) em uma região onde a energia potencial U(r) varia conforme a figura abaixo. Supondo que a partícula tenha energia total E = -3 J, a máxima velocidade da partícula e o trabalho realizado pela força F(r) para deslocar a partícula desde r = 1 m até r = 4 m são, respectivamente:



- ☐ *(a)* v = 2 m/s e W = +8 J.
- ☐ *(b)* v = $\sqrt{8}$ m/s e W = -3 J.
- ☐ *(c)* v = 4 m/s e W = +3 J.
- ☐ *(d)* v = $\sqrt{12}$ m/s e W = -6 J.
- ☐ *(e)* v = 4 m/s e W = -3 J.

Resolução:

a) Analisando o gráfico verificamos que o maior valor de energia cinética ocorre em $r = 2$ m. Assim sendo, usando a definição de energia mecânica temos para r=2 m temos:

$$E_{mecanica}(r = 2\ m) = E_{cinetica}(r = 2\ m) + E_{potencial}(r = 2\ m)$$
$$E_{cinetica} = -3 - (-7) = +4 \text{ J.}$$

Como $E_{cinetica} = 1/2mv^2$, substituindo os valores temos:

$$v = \sqrt{\frac{2E_{cinetica}}{m}} = \sqrt{\frac{2\times 4}{0.5}} = 4 \text{ m/s}$$

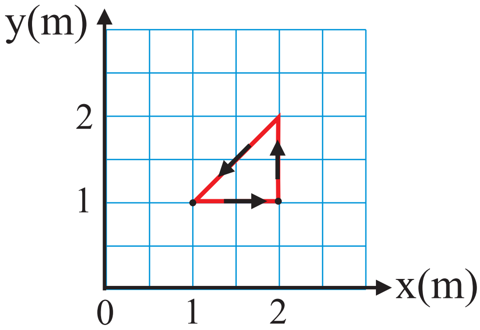
b) Podemos utilizar que o trabalho para levar a partícula de posição $r = 1$ m até a posição $r = 4$ m é a variação da energia potencial entre estas duas posições, que é a propria definição de energia potencial, a não ser pela troca de sinal, ou seja:

$$W_{conservativa} = -[U(r = 4) - U(r = 1)] = -[-6 - (-3)] = +3 \text{ J}$$

(6) [2,0] Um carrinho está sob ação da força

$$\vec{F}(x,y) = -3y^2\vec{\imath} + 4x^3\vec{\jmath}$$

enquanto se move em um trilho com a forma indicada na figura. Ao percorrer o caminho fechado $(1,1) \to (2,1) \to (2,2) \to (1,1)$, o trabalho realizado pela força $\vec{F}$ é:



- ☐ *(a)* W = 0 J.
- ☐ *(b)* W = +21 J.
- ☐ *(c)* W = -24 J.
- ☐ *(d)* W = +27 J.
- ☐ *(e)* W = -37 J.

Resolução:

$$W = W_{(1,1)\longrightarrow(2,1)} + W_{(2,1)\longrightarrow(2,2)} + W_{(2,2)\longrightarrow(1,1)}$$

Resolvendo cada trecho separadamente:

$$W_{(1,1)\longrightarrow(2,1)} = \int_{(1,1)}^{(2,1)} \vec{F}(x,y) \cdot d\vec{l}$$

Mas neste trecho o movimento é puramente horizontal:

$$d\vec{l} = \hat{\imath}dx \implies \vec{F} \cdot d\vec{l} = F_x dx$$

Além disso, neste trecho $y = 1$ em qualquer ponto. Assim:

$$W_{(1,1)\to(2,1)} = \int_1^2 F_x dx = \int_1^2 -3y^2 dx = -3*1^2 \int_1^2 dx = -3x|_1^2 = -3(2-1) = -3$$

De forma equivalente, para o segundo trecho:

$$d\vec{l} = \hat{j}dy \implies \vec{F}\cdot d\vec{l} = F_y dy$$

E neste caso $x = 2$*. Assim:*

$$W_{(2,1)\to(2,2)} = \int_1^2 F_y dy = \int_1^2 4x^3 dy = 4*2^3 \int_1^2 dy = 32y|_1^2 = 32(2-1) = 32$$

Por fim, para o terceiro trecho, como o movimento é pela diagonal, temos que

$$d\vec{l} = \hat{\imath}dx + \hat{j}dy \implies \vec{F}\cdot d\vec{l} = F_x dx + F_y dy$$

E a integral fica com dois termos:

$$W_{(2,2)\to(1,1)} = \int_{(2,2)}^{(1,1)} \vec{F}\cdot d\vec{l} = \int_2^1 F_x(x)dx + \int_2^1 F_y(y)dy$$

Como este pedaço é diagonal, temos que neste trecho $x = y$*, e portanto* $F_x = -3y^2 = -3x^2$ *e* $F_y = 4x^3 = 4y^3$*, e assim:*

$$W_{(2,2)\to(1,1)} = \int_2^1 -3x^2 dx + \int_2^1 4y^3 dy = -\left. x^3\right|_2^1 + \left. y^4\right|_2^1 = -1 + 2^3 + 1 - 2^4 = -8$$

E o trabalho total então vale $W = -3 + 32 - 8 = 21$ J