NUSP:

⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
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
Múltipla-escolha		
Parte discursiva		
Total		

- Esta prova é formada de uma parte objetiva contendo 5 questões de múltipla-escolha (1-5) e uma parte discursiva contendo duas questões (6 e 7).
- A parte objetiva corresponde a um total de 5 pontos e a parte discursiva a 5 pontos.

Marque as respostas das questões de múltipla-escolha

(1) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(2) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(3) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(4) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

(5) Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

GABARITO - QUESTÕES DE MÚLTIPLA-ESCOLHA (1-5)

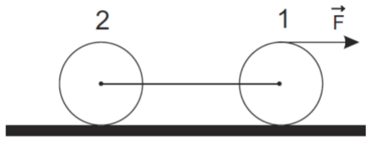
Quando necessário, use $\pi = 3,14$, g=10 m/s^2.

(1) (1,0 pt) Um bloco inicialmente em repouso explode em dois pedaços que entram em regiões com atrito onde terminam parando. O primeiro pedaço possui massa de 2 kg se move para a esquerda até parar após percorrer uma distância de $0,15$ m. O segundo pedaço se move para a direita e pára após percorrer uma distância de $0,25$ m. Sabendo que os coeficientes de atrito nas duas regiões são iguais, a massa total do bloco vale aproximadamente:

- ☐ *(a)* $M = 4,6$ kg
- ☐ *(b)* $M = 2,3$ kg
- ☐ *(c)* $M = 3,5$ **kg**
- ☐ *(d)* $M = 4,0$ kg
- ☐ *(e)* $M = 1,7$ kg

RESPOSTA CORRETA: Alternativa (c). Da conservação do momento linear obtemos $0 = m_d v_d - m_e v_e$. *Após entrarem em trechos com atrito com velocidades iniciais* v_e *e* v_d*, eles são desacelerados com acelerações constantes de módulo* $a = -\mu g$. *Portanto, em termos das distâncias percorridas, as velocidades iniciais são dadas por* $v_d^2 = 2\mu g D_d$ *e* $v_e^2 = 2\mu g D_e$. *Assim* $\frac{m_d}{m_e} = \sqrt{\left(\frac{D_e}{D_d}\right)}$ *e então* $M = m_e\left(1 + \sqrt{\left(\frac{D_e}{D_d}\right)}\right) = 2(1 + 0,775) = 3,5$ *kg.*

(2) (1,0 pt) Na figura abaixo, temos dois cilindros 1 e 2 que se movem puxados por uma força $\vec{F}$. Os dois cilindros são idênticos, e seus centros estão ligados por uma corda ideal. Os rolamentos são sem deslizamento. Podemos afirmar que:



- ☐ *(a)* **A força de atrito sobre o cilindro 1 está no mesma direção e sentido da força $\vec{F}$, e a força de atrito sobre o cilindro 2 está na mesma direção e sentido oposto a esta força**.
- ☐ *(b)* As forças de atrito sobre os cilindros 1 e 2 estão na mesma direção e mesmo sentido da força $\vec{F}$.
- ☐ *(c)* A força de atrito sobre o cilindro 1 está na mesma direção e sentido oposto ao da força $\vec{F}$, e a força de atrito sobre o cilindro 2 está na mesma direção e mesmo sentido desta força.
- ☐ *(d)* As forças de atrito sobre os cilindros 1 e 2 estão na mesma direção e mesmo sentido, oposto ao da força $\vec{F}$.
- ☐ *(e)* N.D.A.

RESPOSTA CORRETA: Alternativa (a). O cilindro 2 é puxado por seu centro e gira no sentido horário, desse modo a força aplicada em sua parte inferior (força de atrito) só pode ser contrária a **F**. *O cilindro 1 ao ser puxado por cima e estando preso pelo seu centro, tende a girar no sentido horário "empurrando" a superfície para trás, desse modo a força de atrito, que é a reação a forca que o cilindro exerce no solo está no mesmo sentido de* **F**.

(3) (1,0 pt) Uma porta, de largura 0,8 m e momento de inércia (em relação ao eixo das dobradiças) de 4 kg m^2, está em repouso e aberta fazendo um ângulo de 90° em relação à parede. Um projétil de massa 5 g é disparado com velocidade de 300 m/s perpendicularmente à porta (a massa do projétil em relação a porta pode ser desprezada). Após o choque, o projétil fica encravado na beirada da porta. Qual é o intervalo de tempo entre o choque do projétil com a porta e o instante em que a porta se fecha (encosta nos batentes da parede)?

- ☐ *(a)* $\Delta t = \pi/0,6$ s
- ☐ *(b)* $\Delta t = \pi/7$ s
- ☐ *(c)* $\Delta t = \pi/5$ s
- ☐ *(d)* $\Delta t = \pi/600$ s
- ☐ *(e)* $\Delta t = \pi/0,5$ s

RESPOSTA CORRETA: Alternativa (a). Pela conservação do momento angular: $mvr = (mR^2 + I)\omega$. *Isolando* ω *e substituindo os valores do problema:* $\omega = \frac{mvR}{mR^2+I} = 0,30\ rad/s \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi/2}{0,30} = \frac{\pi}{0,6}$ *s.*

(4) (1,0 pt) Um objeto de massa igual a 2 kg apoiado em uma superfície horizontal sem atrito está preso a uma mola de massa desprezível que não obedece á Lei de Hooke. Ao ser comprimida ou esticada de uma posição x (em relação à sua posição de equilíbrio), a mola exerce uma força restauradora $F(x) = -kx - bx^2$, onde $k = 60$ N/m e $b = 18$N/m^2. O objeto é puxado para a direita (na direção de x positivo), esticando a mola até uma distância de $x = 1.00$ m e a seguir é liberado. A energia mecânica E do objeto é dada por

- ☐ *(a)* $E = 39$ J
- ☐ *(b)* $E = 78$ J
- ☐ *(c)* $E = 36$ **J**
- ☐ *(d)* $E = 18$ J
- ☐ *(e)* $E = 72$ J

RESPOSTA CORRETA: Alternativa (c). A energia potencial vale $U(x) = \frac{k}{2}x^2 + \frac{b}{3}x^3$, *de forma que quando a mola é esticada de 1m, tem-se* $U(1) = 36$ *J.*

(5) (1,0 pt) Um pêndulo simples é formado por uma partícula de massa m ligada a uma corda de comprimento ℓ de massa desprezível. Ele está preso num ponto de suspensão O, inicialmente em sua posição vertical ($\theta = 0$) e é deslocado de um ângulo θ_0, de onde passa a executar um movimento oscilatório. Podemos afirmar que:

- ☐ *(a)* O vetor aceleração $\vec{a}$ do sistema é constante, uma vez que as forças atuantes possuem módulo constantes.
- ☐ *(b)* **O torque produzido pela força peso calculado a partir do ponto O no instante em que a partícula atinge a posição angular θ é dado por $mg\ell \sin\theta$ e é perpendicular ao plano de oscilação do pêndulo**.
- ☐ *(c)* Adotando como referência a posição vertical da partícula ($\theta = 0$), sua energia potencial máxima é dada por $mg\ell(1 - \sin\theta_0)$.
- ☐ *(d)* O movimento da partícula possui momento angular constante e perpendicular ao plano da folha.
- ☐ *(e)* Todas as alternativas acima estão corretas.

RESPOSTA CORRETA: Alternativa (b).

GABARITO - QUESTÕES DISCURSIVAS

(6) [2,5 pt] Uma lata vazia de altura H, raio R e massa M, com tampa, parte do repouso e rola sem escorregar por um plano inclinado de angulo θ e comprimento L. Considere conhecido que o momento de inércia de um disco de massa m e raio r em relação à um eixo perpendicular que passa pelo seu centro é $mr^2/2$.

a) (0,5) Qual é o momento de inércia da lata, I, em relação ao seu eixo de simetria? O resultado deve ser dado como função de H, R e M. Considere a lata como sendo um cilindro com duas tampas, com densidade superficial homogênea.

Massa do Cilindro (proporcional a área):

$$M_c = M\frac{2\pi RH}{2\pi RH + 2\pi R^2} = M\frac{H}{H+R} \qquad (\mathbf{0.2})$$

Massa de cada tampa (proporcional a área):

$$M_T = M\frac{\pi R^2}{2\pi RH + 2\pi R^2} = M\frac{R}{2(H+R)} \qquad (\mathbf{0.2})$$

Momento de Inércia:

$$I = M_c R^2 + 2.\frac{1}{2}M_T R^2 = MR^2\left(\frac{H+R/2}{H+R}\right) \qquad (\mathbf{0.1})$$

b) (0,5) Calcule a força de atrito sobre a lata em termos de R, M e I;

Para a translação, temos:

$$Ma = Mgsen\theta - F_{at} \qquad (\mathbf{0.2})$$

Para a rotação, temos:

$$\begin{aligned} I\alpha &= RF_{at} \\ \alpha &= \tfrac{a}{R} \end{aligned} \qquad (\mathbf{0.2})$$

Portanto:

$$F_{at} = \frac{Mgsen\theta}{(1 + MR^2/I)} \qquad (\mathbf{0.1})$$

c) (0,5) Calcule a aceleração do centro de massa e a aceleração angular da lata;

Aceleração do centro de massa:

$$a = gsen\theta\left[1 - \frac{1}{1 + MR^2/I}\right] = \frac{gsen\theta MR^2}{I + MR^2} \qquad (\mathbf{0.25})$$

Aceleração angular:

$$\alpha = \frac{a}{R} \qquad (\mathbf{0.25})$$

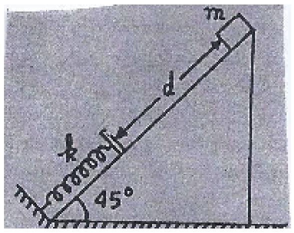
d) (0,5) Calcule velocidade angular da lata ao chegar ao final da rampa;

$$\omega = \alpha t$$
$$L = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \left(\frac{2L}{a}\right)^{1/2} \qquad (\mathbf{0.25})$$
$$\omega = \frac{(2La)^{1/2}}{R} \qquad (\mathbf{0.25})$$

e) (0,5) Qual o trabalho realizado pela força de atrito? Justifique.

$$W_{fat} = 0 \qquad (\mathbf{0.25})$$

A força de atrito não realiza trabalho. No ponto de contato não há deslocamento. **(0.25)**



(7) [2,5 pt] Um bloco de massa m é solto em repouso do alto de um plano inclinado de ângulo $\theta = 45°$ em relação ao plano horizontal, com coeficiente de atrito cinético μ_c. Depois de percorrer uma distância d ao longo do plano, o bloco colide com uma mola de constante elástica k, de massa desprezível, que se encontrava relaxada.

a) (1,0) Marque as forças atuantes sobre o bloco no momento da compressão. Calcule o trabalho realizado por cada uma das forças atuantes no problema desde o alto do plano até compressão máxima sofrida pela mola. Ache também o trabalho realizado pela força resultante.

Considerando o referencial na origem do plano inclinado, do alto do plano até compressão máxima sofrida pela mola, o trabalho realizado pelas forças peso, normal, atrito e elástica valem $mg(d+x)\sin\theta$, 0, $-\mu_c mgd\cos\theta(d+x)$ *e* $-\frac{k}{2}x^2$, *respectivamente, sendo* x *a compressão da mola.*

b) (0,5) Ache a compressão sofrida pela mola para m =10 kg, θ =45^o, μ_c=0,5, d =2 m e k =800 N/m.

Substituindo os valores dados no item (b), obtemos a equação do 2o grau:

$$400x^2 - 34,65x - 69,3 = 0$$

cujas raízes são $x = 0,46$ *m e* $x = -0,375m$ *(não convém pois equivaleria uma posição de comprimento natural da mola menor que a posição de máxima compressão).*

c) (0,5) Qual é a energia dissipada pelo atrito durante o trajeto máximo do bloco desde o alto do plano até compressão máxima sofrida pela mola.

A energia dissipada pelo atrito vale $\mu_c mg\cos\theta(d+x) = 85,2\ J$

d) (0,5) Após a compressão, a partícula retorna à sua posição de equilíbrio e liberta-se da mola, subindo ao longo do plano inclinado. Até que altura ela sobe?

Calculando a variação de energia cinética entre o ponto de máxima compressão e a altura máxima h *onde ela pára, temos que* $0 = \frac{k}{2}x^2 - \mu_c mg\cos\theta(d'+x) - (d'+x)\sin\theta$, *onde* $h = d'\sin\theta$. *Substituindo os valores obtemos* $d' = 0,35$ *m e consequentemente* $h = 0,25$ *m.*