

**Universidade de São Paulo  
Instituto de Física de São Carlos  
Programa de Pós-graduação**

**Exame de Ingresso  
Física Biomolecular  
Primeiro Semestre de 2024**

**GABARITO**

**Código do(a) Candidato(a):**

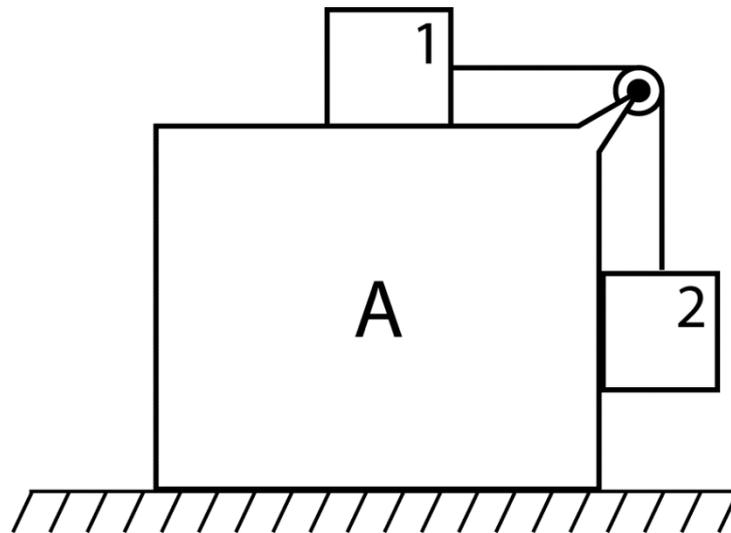
**QUESTÕES DA ÁREA DE FÍSICA**  
**(Múltipla Escolha)**

**Instruções:** As questões de Física são todas de múltipla escolha. Nessas questões você deve assinalar a resposta que considerar correta neste próprio livro de provas, marcando com um "X" o quadrado correspondente. Use caneta preta ou azul. Nas questões de múltipla escolha não utilize o livro de provas para fazer o desenvolvimento das questões ou para rascunho. Você poderá fazer o desenvolvimento das questões e rascunho no caderno de anotações fornecido. **As respostas que serão consideradas para correção são aquelas assinaladas no livro de provas.**



**Questão 1:**

Na figura abaixo as massas dos corpos 1 e 2 são iguais e o coeficiente de atrito estático entre corpo A e os corpos 1 e 2 é igual a  $\mu$ . A massa da polia e das cordas são desprezíveis e não há atrito na polias. Qual é a aceleração mínima com a qual o corpo A da figura deve ser deslocado horizontalmente de modo a manter os corpos 1 e 2 estacionários em relação a ele?



Marque com um "X" o quadrado correspondente a alternativa correta.

$a_{min} = [(1 - 2\mu)/(1 + \mu)]g$

$a_{min} = [(1 + \mu)/(1 - \mu)]g$

$a_{min} = [(1 - \mu)/(1 + 2\mu)]g$

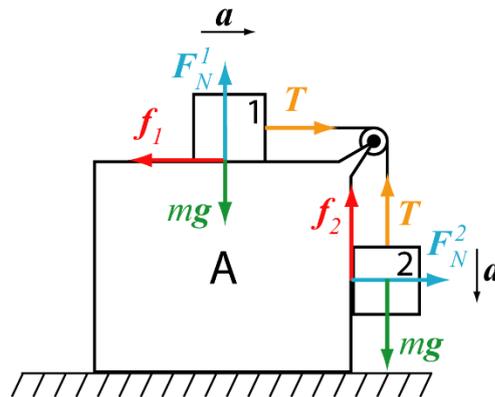
$a_{min} = [(1 - \mu)/(1 + \mu)]g$

$a_{min} = [(1 - 2\mu)/(1 + 2\mu)]g$

**Resposta:**

Os corpos 1 e 2 permanecerão em repouso com relação ao bloco A para  $a_{min} \leq a \leq a_{max}$ , onde  $a_{min}$  é a mínima aceleração procurada para o bloco A. Além desses limites haverá movimento relativo entre o bloco A e os corpos. Para  $0 \leq a \leq a_{min}$  a tendência do corpo 1 é se mover para a direita em relação ao bloco A. Com base nesse argumento, para fins de cálculo de  $a_{min}$ , a força de atrito estática no corpo 2 é direcionada para cima e no corpo 1 é direcionada para a esquerda.

O diagrama de forças para os corpos 1 e 2 fica então.



Vamos escrever a segunda lei de Newton para os corpos 1 e 2 na direção horizontal.

$$T - f_1 = ma \rightarrow f_1 = T - ma \quad (1)$$

$$F_N^2 = ma \quad (2)$$

Como o corpo 2 não tem aceleração vertical, então:

$$f_2 = mg - T \quad (3)$$

De (1) e (3)

$$f_1 + f_2 = mg - ma \quad (4)$$

Para a situação sem deslizamento dos corpos em relação ao bloco A deve-se ter:

$$f_1 + f_2 \leq \mu(F_N^1 + F_N^2) \rightarrow f_1 + f_2 \leq \mu(mg + ma) \quad (5)$$

Logo, de (4) e (5):

$$mg - ma \leq \mu(mg + ma) \quad (6)$$

Resolvendo para  $a$ :

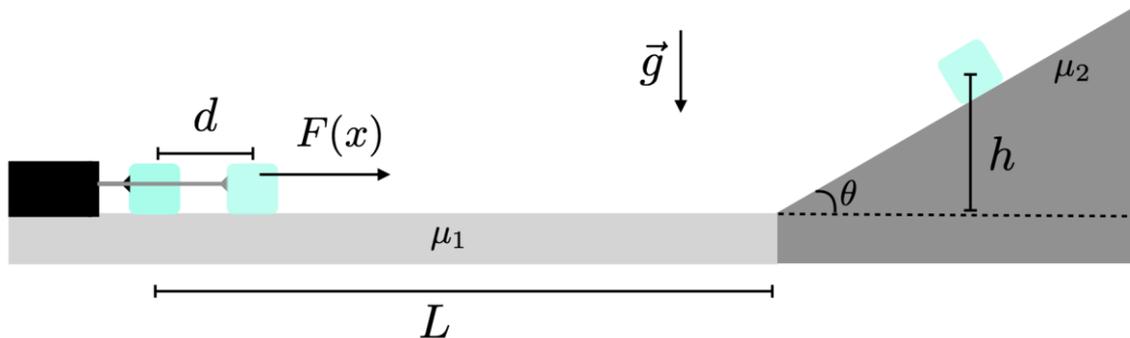
$$a \geq \frac{(1 - \mu)}{(1 + \mu)} g \quad (7)$$

Portanto:

$$a_{min} = \frac{(1 - \mu)}{(1 + \mu)} g$$

**Questão 2:**

Um motor equipado com um braço mecânico empurra um bloco de massa  $m = 1,0 \text{ kg}$  por uma distância  $d = 0,3 \text{ m}$ , imprimindo uma força dada por  $F(x) = Cx^2$  partindo da origem do sistema de coordenadas e com a constante  $C = 1000 \text{ N/m}^2$ . No primeiro trecho, de comprimento  $L = 1,0 \text{ m}$ , o coeficiente de atrito cinético do bloco com a superfície é de  $\mu_1 = 0,1$ . O bloco então sobe um plano inclinado de um ângulo  $\theta$ , com coeficiente de atrito cinético tal que  $\mu_2/tg(\theta) = 1$ . Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A altura  $h$  que o bloco sobe antes de iniciar a descida vale:



Marque com um "X" o quadrado correspondente a alternativa correta.

0,10m

0,15m

0,20m

0,40m

0,50m

**Resposta:**

O trabalho feito pela força durante o deslocamento  $d$  é obtido por integração, e vale  $Cd^3/3$ . Enquanto o bloco desliza no plano, a força de atrito cinético faz trabalho negativo, contra o movimento, no valor de  $-\mu_1 mgL$ . Com isso, sabemos a energia cinética do bloco ao iniciar a subida da rampa. Levando em conta o trabalho do atrito na subida, ele atinge a altura máxima dada por:

$$h = \frac{(Cd^3/3 - \mu_1 mgL)}{\left( mg \left( 1 + \frac{\mu_2}{\text{tg}\theta} \right) \right)} = 0,4 \text{ m}$$

**Questão 3:**

Um pêndulo simples de  $1\text{ m}$  de comprimento fica em equilíbrio fazendo um ângulo de  $1^\circ$  com a vertical quando um ventilador que produz vento horizontal com velocidade  $V = \sqrt{10}/2\text{ m/s}$  está ligado. Aqui supomos que a força de arrasto é do tipo  $-bV$ . O ventilador é desligado e este pêndulo então oscila, com amortecimento devido à força de arrasto. Suponha, em todo exercício, que as oscilações são pequenas e use as aproximações adequadas. Use  $g = 10\text{ m/s}^2$  e considere que  $\omega_0$  representa a frequência de oscilação livre deste pêndulo.

Qual a frequência de oscilação do pêndulo amortecido para pequenas oscilações?

Dado: para um oscilador genérico de equação de movimento

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

a frequência de oscilação é  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - (b/2m)^2}$ .

Marque com um "X" o quadrado correspondente a alternativa correta.

$\omega_0 \sqrt{1 - \pi^2/32400}$

$\omega_0 \sqrt{1 - \pi^2/11200}$

$\omega_0 \sqrt{1 - \pi^2/5200}$

$\omega_0 \sqrt{1 - \pi^2/1800}$

$\omega_0 \sqrt{1 - \pi^2/64000}$

**Resposta:**

Primeiramente, podemos encontrar o valor de  $b$  deste problema dada a condição de equilíbrio do pêndulo. Temos

$$b = \frac{mg \tan\theta_0}{V}$$

Onde  $\theta_0$  é o ângulo de equilíbrio,  $m$  é a massa do pêndulo,  $V$  e  $g$  estão definidos no enunciado.

Podemos escrever a aceleração tangencial e a velocidade do pêndulo como função do ângulo  $\theta(t)$  feito com relação a vertical. Temos  $a = l \frac{d^2\theta}{dt^2}$  e  $V = l \frac{d\theta}{dt}$ , onde  $l$  é o comprimento do pêndulo. A projeção tangencial da força peso é  $-mg \sin\theta$ . Com isso podemos escrever  $F = ma$  para o pêndulo levando em conta a força da gravidade e a força de arrasto. A equação do movimento fica

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{d\theta}{dt} + \frac{g}{l} \theta = 0$$

onde já usamos que  $\sin\theta \approx \theta$ . A frequência de oscilação livre é  $\omega_0 = \sqrt{g/l}$

Temos para a frequência na presença do amortecimento, usando  $\tan\theta \approx \theta$ ,

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2} = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{lg\theta_0^2}{4V^2}} = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{\pi^2}{32400}}$$

**Questão 4:**

Um sistema consiste de 0,32 moles de um gás ideal monoatômico, com  $C_V = 3RT/2$ , ocupando um volume de 2,2 L numa pressão de 2,4 atm (ponto A). O sistema passar por um ciclo que consiste de três processos:

1. O gás é aquecido a pressão constante até seu volume ser 4,4 L (ponto B).
2. O gás é resfriado a volume constante até sua pressão diminuir para 1,2 atm (ponto C).
3. O gás sofre um processo de compressão isotérmica até voltar ao ponto inicial (ponto A).

Considere o trabalho positivo como aquele que é feito sobre o sistema e o calor positivo aquele entregue ao sistema. Qual é o trabalho, o calor, e a variação de energia interna em todo o ciclo?

Marque com um "X" o quadrado correspondente a alternativa correta.

Nenhuma das respostas apresentadas

+ 0,96 kJ; - 0,96 kJ; 0,00 kJ

+ 0,32 kJ; - 0,64 kJ; + 0,32 kJ

- 0,32 kJ; + 0,64 kJ; + 0,32 kJ

- 0,16 kJ; + 0,16 kJ; 0,00 kJ

**Resposta:**

As temperaturas dos pontos A, B e C são dadas por:

$$T_C = T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = 200 \text{ K}; \quad T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{P_A (2V_A)}{nR} = T_A = 400 \text{ K};$$

O trabalho no processo 1 é:  $W_1 = -P_A \Delta V = -P_A (V_B - V_A) = -535 \text{ J}$

O calor no processo 1 é:  $Q_1 = C_p \Delta T = \frac{5}{2} nR \Delta T = 1337 \text{ J}$

A variação da energia interna no processo 1 é:  $\Delta E_{int1} = Q_1 + W_1 = 802 \text{ J}$

O trabalho no processo 2 é:  $W_2 = 0 \text{ J}$

O calor no processo 2 é:  $Q_2 = C_v \Delta T = \frac{3}{2} nR \Delta T = -802 \text{ J}$

Como  $W_2 = 0 \rightarrow \Delta E_{int2} = Q_2 = -802 \text{ J}$

O trabalho no processo 3 é:  $W_3 = nRT_A \ln \frac{V_A}{V_C} = 371 \text{ J}$

O variação da energia interna no processo 3 é:  $\Delta E_{int3} = 0 \text{ J}$

O calor no processo 3 é:  $Q_3 = \Delta E_{int3} - W_3 = -371 \text{ J}$

Tem-se então:

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 = -164 \text{ J}$$

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 164 \text{ J}$$

$$\Delta E_{int-total} = \Delta E_{int1} + \Delta E_{int2} + \Delta E_{int3} = 0 \text{ J}$$

**Questão 5:**

Considere a função de onda harmônica em uma corda:

$$y(x, t) = (0,030 \text{ m})\text{sen}[(2,2 \text{ m}^{-1})x - (3,5 \text{ s}^{-1})t]$$

Qual é o comprimento de onda, período e a velocidade transversal máxima de qualquer ponto na corda?

Marque com um "X" o quadrado correspondente a alternativa correta.

0,4 m; 1,7 s; 1,1 m/s

---

5,8 m; 0,9 s; 3,5 m/s

---

2,9 m; 1,8 s; 0,11 m/s

---

0,3 m; 2,2 s; 0,35 m/s

---

nenhuma das respostas apresentadas

---

**Resposta:**

A expressão geral para uma função de onda senoidal é:

$$y(x, t) = A \sin[kx - \omega t]$$

Por comparação direta com a função de onda dada no problema tem-se que  $k = 2,2 \text{ m}^{-1}$  and  $\omega = 3,5 \text{ rad/s}$ .

O comprimento de onda é  $\lambda = \frac{2\pi}{k} = 2,9 \text{ m}$

O período é  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1,8 \text{ s}$

A velocidade vertical de oscilação é:

$$V_y = \frac{dy}{dt} = (-0,105 \text{ m/s}) \cos[(2,2 \text{ m}^{-1})x - (3,5 \text{ s}^{-1})t]$$

Portanto, a máxima velocidade vertical será:  $V_{y,max} = 0,105 \text{ m/s}$

**QUESTÕES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E BIOQUÍMICA**  
**(Múltipla Escolha)**

**Instruções:** As questões de Ciências Biológicas e Bioquímica são todas de múltipla escolha. Nessas questões você deve assinalar a resposta que considerar correta neste próprio livro de provas, marcando com um "X" o quadrado correspondente. Use caneta preta ou azul. Nas questões de múltipla escolha não utilize o livro de provas para fazer o desenvolvimento das questões ou para rascunho. Você poderá fazer o desenvolvimento das questões e rascunho no caderno de anotações fornecido. **As respostas que serão consideradas para correção são aquelas assinaladas no livro de provas.**

**Questão 1:**

Qual das seguintes afirmações sobre o colesterol é verdadeira?

É um ácido graxo saturado.

---

Está presente nas membranas celulares de todos os seres vivos.

---

Regula a fluidez das membranas biológicas

---

É solúvel em água.

---

Serve exclusivamente como fonte de energia.

---

**Questão 2:**

A celulose e o amido são polissacarídeos de glicose. Qual é a principal diferença entre eles?

- A celulose é ramificada enquanto o amido é linear.
- A ligação glicosídica na celulose é  $\alpha(1\rightarrow4)$ , enquanto no amido é  $\beta(1\rightarrow4)$ .
- O amido é solúvel em água, mas a celulose não.
- A celulose é digestível por humanos, mas o amido não.
- A ligação glicosídica no amido é  $\alpha(1\rightarrow4)$ , enquanto na celulose é  $\beta(1\rightarrow4)$ .

**Questão 3:**

O "código wobble" na tradução refere-se a:

- Mutações no DNA
- Uma inexatidão na replicação do DNA
- Flexibilidade na ligação entre o anticódon do tRNA e o códon do mRNA
- Erros na polimerização de nucleotídeos
- Alternância no padrão de metilação do DNA

**Questão 4:**

Qual dos seguintes fenômenos é responsável pela formação e manutenção da estrutura secundária de uma proteína?

Interações hidrofóbicas entre cadeias laterais de aminoácidos.

Pontes de dissulfeto entre resíduos de cisteína.

Ligações peptídicas entre aminoácidos.

Interações eletrostáticas entre grupos carboxila e amina.

Ligações de hidrogênio entre o grupo carbonila e o grupo amina da cadeia polipeptídica proximal.

**Questão 5:**

Qual dos seguintes aminoácidos é mais provável de ser fosforilado em uma reação catalisada por uma quinase?

Metionina

Prolina

Fenilalanina

Treonina

Valina