

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

**Exame de Ingresso
Física Biomolecular
Primeiro Semestre de 2025**

LIVRO DE PROVAS

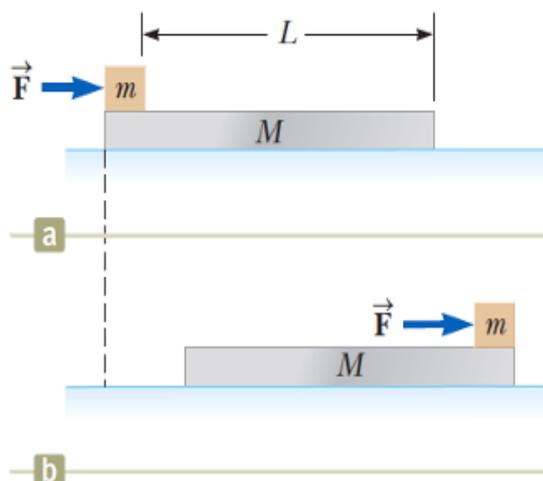
Código do(a) Candidato(a):

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:

Um bloco de massa m está em repouso na extremidade do lado esquerdo de um bloco de massa M , também em repouso, como mostrado na figura abaixo. A distância entre as extremidades dos blocos vale L , como indicado na figura. O coeficiente de atrito cinético entre os dois blocos é de $\mu=1/2$, e a superfície na qual o bloco de massa M repousa não tem atrito. Uma força horizontal constante é aplicada ao bloco de massa m , colocando-o em movimento como apresentado na figura. Sabendo que $F= 2mg$ e $m=M/3$ (onde g é a aceleração da gravidade local), quando o bloco de massa m chegar à extremidade do bloco de massa M (situação b da figura), a extremidade do bloco de massa M terá se afastado da sua posição inicial por uma distância D dada por:



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

$D = L/22$

$D = L/8$

$D = L/26$

$D = L/4$

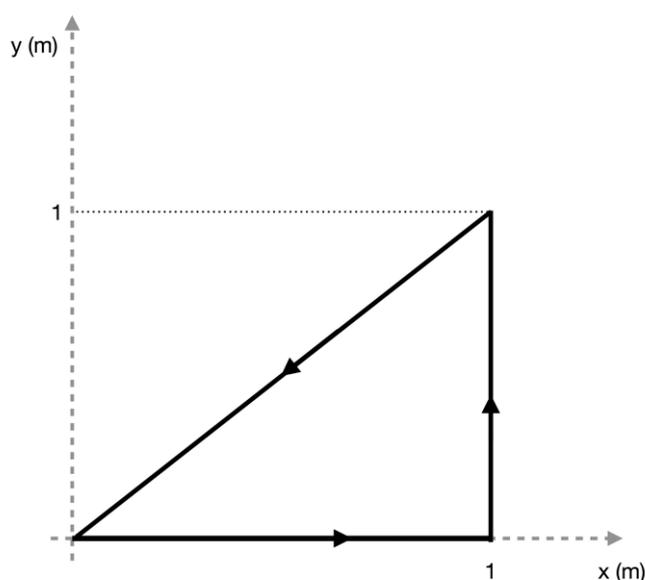
$D = L/3$

O bloco de massa m tem uma aceleração que vale $a_m = (F - F_{at})/m = (F - \mu m g)/m$. A aceleração do bloco de massa M é $a_M = (m/M)\mu g$. Ambos têm por equação de movimento $x(t) = (1/2) a t^2$, com suas acelerações respectivas. Assim, o bloco de massa m leva um tempo $(t_f)^2 = 2L/(a_m - a_M)$ para chegar à extremidade do bloco de massa M . Neste tempo, o bloco de massa M percorrerá uma distância que vale, utilizando os dados do problema,

$$x(t_f) = (1/2) (m/M)\mu g \cdot 2L/(a_m - a_M) = L/8.$$

Questão 2:

Uma partícula se move percorrendo o circuito fechado no plano xy representado na figura, iniciando seu movimento na origem e fazendo uma volta completa ao longo do caminho, sob a ação de uma força $\mathbf{F}_1 = C (y^2 \mathbf{i} - 2xy \mathbf{j})$, com $C=10\text{J/m}^2$. Outra partícula faz o mesmo sob ação de outra força $\mathbf{F}_2 = C (y^2 \mathbf{i} + 2xy \mathbf{j})$. Estamos interessados nos trabalhos W_1 e W_2 , realizados pelas forças \mathbf{F}_1 e \mathbf{F}_2 , respectivamente, no trajeto fechado da figura, e no que é possível concluir com base apenas nos resultados obtidos para W_1 e W_2 .



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

- $W_1 = 0\text{J}$, $W_2=0\text{J}$. As duas forças podem ser conservativas.
- $W_1 = 0\text{J}$, $W_2 = -10/3\text{J}$. A força \mathbf{F}_1 é conservativa.
- $W_1 = -20/3\text{ J}$, $W_2=0\text{J}$. A força \mathbf{F}_2 pode ser conservativa.
- $W_1 = -20/3\text{ J}$, $W_2=0\text{J}$. A força \mathbf{F}_2 é uma força conservativa.
- $W_1 = -20/3\text{ J}$, $W_2=+10\text{J}$. Nenhuma das forças é conservativa.

Vamos separar o cálculo em 3 trechos. O primeiro vai da origem ao ponto $(x, y) = (1, 0)$, o segundo de $(1, 0)$ até $(1, 1)$ e o terceiro de $(1, 1)$ até a origem, sempre pelo caminho indicado na figura. Denotamos o trabalho da força i no trecho j por $W_{F_i}^{(j)}$. Lembramos que $\vec{F}_1 = C(y^2\hat{i} - 2xy\hat{j})$ e $\vec{F}_2 = C(y^2\hat{i} + 2xy\hat{j})$, com $C = 10\text{J/m}^2$.

Assim, no trecho 1, vemos que as duas forças são zero (pois $y = 0$) e

$$W_{F_1}^{(1)} = W_{F_2}^{(1)} = 0\text{J}.$$

No trecho 2, temos $x = 1$ e $d\vec{\ell}_2 = dy\hat{j}$ e para os trabalhos

$$W_{F_1}^{(2)} = \int \vec{F}_1 \cdot d\vec{\ell}_2 = C \int_0^1 (-2y dy) = -10\text{J},$$

e para a força 2 temos

$$W_{F_2}^{(2)} = \int \vec{F}_2 \cdot d\vec{\ell}_2 = C \int_0^1 (+2y dy) = +10\text{J}.$$

No trecho 3, temos $y = x$ e $dx = dy$. Assim,

$$W_{F_1}^{(3)} = C \int_1^0 dx x^2 - C \int_1^0 dx 2x^2 = +\frac{10}{3}\text{J},$$

$$W_{F_2}^{(3)} = C \int_1^0 dx x^2 + C \int_1^0 dx 2x^2 = -10\text{J}.$$

Para os trabalhos totais temos

$$W_{F_1} = \sum_{j=1}^3 W_{F_1}^{(j)} = -10\text{J} + \frac{10}{3}\text{J} = -\frac{20}{3}\text{J},$$

$$W_{F_2} = \sum_{j=1}^3 W_{F_2}^{(j)} = 0\text{J}.$$

É possível concluir que a força \vec{F}_1 não é conservativa e que a força \vec{F}_2 pode ser conservativa (não sabemos ao certo com base apenas no cálculo do trabalho em um circuito fechado específico).

Questão 3:

Um objeto oscila com frequência angular $\omega = 5,0 \text{ rad/s}$. Em $t = 0 \text{ s}$, o objeto está em $x = 10,0 \text{ cm}$ com uma velocidade inicial $v_x = -50 \text{ cm/s}$. Encontre a constante de fase do movimento e x como função do tempo.

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

- $\pi/8 \text{ rad}$; $x = (5,0 \text{ cm}) \cos[(10,0 \text{ s}^{-1})t + \pi/2]$
- $\pi/8 \text{ rad}$; $x = (20,0 \text{ cm}) [\sin(5,0 \text{ s}^{-1} t + \pi/4)]$
- $\pi/4 \text{ rad}$; $x = (10,0 \text{ cm}) [\cos(5,0 \text{ s}^{-1} t) - \sin(5,0 \text{ s}^{-1} t)]$
- $\pi/4 \text{ rad}$; $x = (4,0 \text{ cm}) [\cos(5,0 \text{ s}^{-1} t) + \sin(5,0 \text{ s}^{-1} t)]$
- Nenhuma das alternativas anteriores

A posição e velocidade iniciais estão relacionadas com a amplitude e constante de fase.

$$x = A \cos(\omega t + \delta) \text{ e } v_x = -\omega A \sin(\omega t + \delta)$$

Então,

$$x_0 = A \cos(\delta)$$

e

$$v_{0x} = -\omega A \sin(\delta).$$

Logo,

$$v_{0x}/x_0 = -\omega A \sin(\delta) / A \cos(\delta) = -\omega \tan(\delta).$$

Portanto,

$$\tan(\delta) = -v_{0x}/\omega x_0$$

$$\delta = \tan^{-1}(-v_{0x}/\omega x_0) = \tan^{-1}(-(-50 \text{ cm/s}) / (5,0 \text{ rad/s})(10,0 \text{ cm})) = \pi / 4 \text{ rad}$$

$$A = x_0 / \cos(\delta) = 10,0 \text{ cm} / \cos(\pi / 4) = 20,0 / \sqrt{2} \text{ cm}$$

$$x = (20,0 / \sqrt{2} \text{ cm}) \cos[(5,0 \text{ s}^{-1}) t + \pi / 4] = 10,0 [\cos(5,0 \text{ s}^{-1} t) - \sin(5,0 \text{ s}^{-1} t)]$$

Questão 4:

Considere a função de onda harmônica numa corda:

$$Y(x,t) = (0,25 \text{ m}) \text{ sen}[(2,0 \text{ m}^{-1}) x - (8,0 \text{ s}^{-1}) t]$$

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

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

$3\pi/4 \text{ m}; 1/\pi \text{ s}; 1,0 \text{ m/s}$

$\pi \text{ m}; 4/\pi \text{ s}; 2,0 \text{ m/s}$

$2,0 \text{ m}; 1,5 \text{ s}; 3,0 \text{ m/s}$

$4,0 \text{ m}; 2,0 \text{ s}; 0,5\pi \text{ m/s}$

Nenhuma das alternativas anteriores

A onda viaja na direção + x.

$$\lambda = 2\pi/k = 2\pi/2,0 \text{ m}^{-1} = \pi \text{ m}$$

$$T = 2\pi/\omega = 2\pi/8,0 \text{ s}^{-1} = \pi/4 \text{ s}$$

$$f = 1/T = 4/\pi \text{ s}$$

$$A = 0,25 \text{ m} = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$v_y = (0,25 \text{ m}) (-8,0 \text{ s}^{-1}) \cos[(2,0 \text{ m}^{-1}) x - (8,0 \text{ s}^{-1}) t] = - (2,0 \text{ m/s}) \cos[(2,0 \text{ m}^{-1}) x - (8,0 \text{ s}^{-1}) t]$$

$$v_{y,max} = 2,0 \text{ m/s}$$

Questão 5:

Suponha que você não tenha nenhuma fonte de calor e queira esquentar uma jarra de água (500 ml) numa temperatura inicial de 15 °C para fazer um café. Você pode esquentar a água agitando a dentro de um frasco térmico. Considere que a cada agitação a água cai de uma altura de 30 cm e toda a energia mecânica é convertida em calor. Se você for capaz de fazer 30 agitações por minuto, negligenciando qualquer perda de energia térmica no frasco, quanto tempo você deverá agitar antes da água ferver.

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

2,7 dias.

4,6 horas

39,5 horas

3,2 dias

Nenhuma das alternativas anteriores.

Cada agitada do frasco fornece: $E = mgh = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,3 \text{ m} = 1,5 \text{ J}$

A cada minuto são 30 agitações: $E = 30 \cdot 1,5 \text{ J} = 45 \text{ J/min}$

Para quase ferver 500 ml de água: $Q = mc(T_{final} - T_{inicial}) = mc\Delta T$

$Q(\text{cal}) = 500\text{g} \cdot 1 \text{ cal/g} \cdot (100 - 15) = 500 \cdot 1 \cdot 85 = \sim 42500 \text{ cal}$

$E(\text{J}) = 42500 \text{ cal} \cdot 4,18 \text{ J} = \sim 177650 \text{ J}$

Portanto, o tempo que é necessário agitar o fasco é: $177650/45 = \sim 3948 \text{ min}$

$3948 \text{ min} = \sim 65,8 \text{ h} = \sim 2,7 \text{ dias}$

QUESTÕES DAS ÁREAS DE BIOMOLECULAR (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:

A estrutura e as propriedades químicas dos aminoácidos influenciam diretamente a formação e a estabilidade de proteínas e peptídeos. Considerando essas características, qual das alternativas a seguir descreve a química dos aminoácidos e seus peptídeos?

- A ligação peptídica apresenta caráter puramente simples, o que permite livre rotação ao redor do eixo C-N, facilitando a flexibilidade conformacional da proteína.
- A sequência primária de uma proteína é responsável pela formação de ligações dissulfeto, que são estabilizadas entre cadeias laterais de resíduos de metionina.
- A titulação de um aminoácido com um grupo ácido e básico distintos, como a lisina, apresenta dois estágios de titulação, correspondente aos dois grupos amino ionizantes.
- O comportamento ácido-base de um polipeptídeo é influenciado pela natureza dos resíduos de aminoácidos, com as cadeias laterais de aminoácidos ácidos e básicos determinando o ponto isoelétrico.
- Aminoácidos aromáticos, como a tirosina e a fenilalanina, são altamente solúveis em água devido à capacidade de suas cadeias laterais formarem ligações de hidrogênio com moléculas de água.

Resposta correta: O comportamento ácido-base de um polipeptídeo é influenciado pela natureza dos resíduos de aminoácidos, com as cadeias laterais de aminoácidos ácidos e básicos determinando o ponto isoelétrico.

Questão 2:

O diagrama de Ramachandran é uma ferramenta fundamental para analisar as conformações possíveis das proteínas. Com base nisso, qual das alternativas a seguir descreve corretamente a utilização do diagrama de Ramachandran e sua relação com a estrutura secundária de proteínas?

- O diagrama de Ramachandran permite prever as interações hidrofóbicas entre resíduos de aminoácidos na estrutura terciária de proteínas.
- O diagrama mapeia os ângulos de torção ϕ (phi) e ψ (psi) das ligações peptídicas, e regiões específicas do diagrama correspondem às conformações favoráveis de hélices α e folhas β .
- As regiões permitidas no diagrama de Ramachandran são idênticas para todos os tipos de aminoácidos, independentemente do tamanho ou da polaridade das cadeias laterais.
- Aminoácidos como prolina são comumente encontrados em regiões fora das áreas permitidas no diagrama, devido à sua alta flexibilidade conformacional.
- O diagrama de Ramachandran é útil para prever as interações entre proteínas e ligantes através da análise dos ângulos de ligação no sítio ativo.

Resposta correta: O diagrama mapeia os ângulos de torção ϕ (phi) e ψ (psi) das ligações peptídicas, e regiões específicas do diagrama correspondem às conformações favoráveis de hélices α e folhas β .

Questão 3:

A estrutura tridimensional dos polissacarídeos são complexas e determinam suas funções biológicas. Considerando as interações e propriedades dos carboidratos, qual das alternativas a seguir é verdadeira em relação à estrutura e função de polissacarídeos?

- A celulose e o amido possuem estruturas secundárias idênticas, já que ambos são formados por unidades de glicose ligadas por ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow4)$.
- Aldoses possuem um grupo amino enquanto cetoses possuem um grupo carbonila.
- No glicogênio, as ramificações ocorrem por meio de ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow6)$, permitindo rápida mobilização de glicose durante a glicogenólise.
- A presença de ramificações em polissacarídeos como o amido e o glicogênio resulta em menor solubilidade em água em comparação com a celulose, devido à maior compactação das cadeias.
- O ácido hialurônico, um glicosaminoglicano, é formado por unidades repetitivas de dissacarídeos ligados por ligações $\beta(1\rightarrow3)$ e está envolvido no armazenamento de energia em animais.

Resposta correta: No glicogênio, as ramificações ocorrem por meio de ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow6)$, permitindo rápida mobilização de glicose durante a glicogenólise.

Questão 4:

Os nucleotídeos têm diversas funções biológicas, como: fornecer energia às células, participar do metabolismo, sinalizar as células, entre outras. Com base nisso, qual das seguintes afirmativas está correta?

- Durante a replicação do DNA, a polimerase de DNA pode iniciar a síntese de uma nova fita sem a necessidade de um primer, utilizando diretamente nucleotídeos livres.
- O emparelhamento de bases entre adenina e timina é mantido por três ligações de hidrogênio, tornando-o mais estável que a ligação entre citosina e guanina.
- Na transcrição do RNA, a RNA polimerase utiliza tanto o íon magnésio (Mg^{2+}) quanto o ATP como cofatores essenciais para catalisar a formação de ligações fosfodiéster.
- A estrutura de dupla hélice do DNA é estabilizada por interações hidrofóbicas entre as bases nitrogenadas e pela presença de íons metálicos, como o magnésio (Mg^{2+}), que neutralizam as cargas negativas do esqueleto fosfato.
- O DNA é composto de ribose enquanto o RNA é composto de desoxirribose.

Resposta correta: A estrutura de dupla hélice do DNA é estabilizada por interações hidrofóbicas entre as bases nitrogenadas e pela presença de íons metálicos, como o magnésio (Mg^{2+}), que neutralizam as cargas negativas do esqueleto fosfato.

Questão 5:

Os lipídeos de membrana são moléculas anfipáticas que compõem a estrutura básica das membranas celulares. Qual das alternativas descreve corretamente a influência dos lipídeos na organização estrutural e funcional das membranas biológicas?

- O aumento da proporção de ácidos graxos saturados nas membranas aumenta sua fluidez, facilitando o transporte de proteínas.
- A presença de colesterol na membrana de células animais reduz a rigidez, tornando a membrana mais permeável a íons e pequenas moléculas.
- Os domínios lipídicos, como balsas lipídicas (lipid rafts), são regiões enriquecidas em colesterol e esfingolipídeos que desempenham um papel na sinalização celular e no tráfego de proteínas.
- Fosfolipídeos de membrana são estáticos, não se movendo lateralmente dentro da bicamada, o que garante a rigidez estrutural necessária.
- A composição lipídica de uma membrana não afeta a função das proteínas integrais, pois estas dependem apenas de interações com outras proteínas para sua atividade.

Resposta correta: Os domínios lipídicos, como balsas lipídicas (lipid rafts), são regiões enriquecidas em colesterol e esfingolipídeos que desempenham um papel na sinalização celular e no tráfego de proteínas.