



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS

OBC 2023 – Seletiva da IJSO – 3 de setembro de 2023

Preencha IMEDIATAMENTE o seu código OBC em todas as páginas do Caderno 2 e na Folha de Respostas!!

| | |
|--------------------|------------|
| Nome | |
| Escola | |
| Data de nascimento | Código OBC |

CADERNO

1

INSTRUÇÕES – LEIA ANTES DE COMEÇAR A PROVA

1. Sobre a prova:
 - a. Coloque **IMEDIATAMENTE** o seu **Código OBC** na Folha de Respostas dos testes e em **TODAS** as páginas do Caderno 2.
 - b. A prova é composta por 45 questões de múltipla escolha e itens dissertativos correspondentes a 15,0 pontos, igualmente distribuídos entre Física, Química e Biologia.
 - c. O caderno 1 contém 25 páginas e o caderno 2, 7 páginas. Se o material estiver incompleto ou com problemas de impressão, comunique imediatamente o fiscal.
 - d. A compreensão das questões faz parte da prova. O fiscal não poderá ajudá-lo.

2. Sobre o tempo de duração:
 - a. A prova tem duração de **quatro horas**.
 - b. O tempo mínimo de permanência na prova é de duas horas.
 - c. Terminada a prova, entregue o Caderno 2 e a Folha de Respostas dos testes.

3. Sobre os critérios de correção e pontuação:
 - a. Apresente o desenvolvimento das questões dissertativas nos espaços reservados para cada questão. O desenvolvimento pode ser mantido a lápis, mas a **resposta final deve estar a caneta**.
 - b. Todas as questões dissertativas que envolverem cálculos devem ser devidamente justificadas com a apresentação das **etapas intermediárias de resolução**.
 - c. Ao aplicar fórmulas durante uma resolução, **escreva inicialmente a expressão literal**, antes de fazer as substituições numéricas.
 - d. A Folha de Respostas dos testes deve ser preenchida **a caneta, sem rasuras**; em caso de problemas no preenchimento, comunique imediatamente o fiscal.
 - e. A correção da parte teste é automatizada, com a atribuição do seguinte critério:
 - i. Resposta correta: + 1,00 ponto
 - ii. Resposta incorreta: – 0,25 ponto
 - iii. Sem resposta: 0,00 ponto
 - f. O valor de cada questão dissertativa é indicado no início do enunciado, totalizando 5,0 pontos por disciplina.
 - g. A pontuação máxima é 45,0 (testes) + 15,0 (questões) = 60,0 pontos.

4. Sobre a divulgação do gabarito e do resultado:
 - a. O gabarito preliminar será disponibilizado hoje à tarde no site **www.obciencias.com.br**.
 - b. Serão considerados **apenas os questionamentos sobre o gabarito que tiverem sido enviados para o e-mail info@obciencias.com.br até 05/09/2023 (terça-feira)**.
 - c. O resultado da prova será divulgado até 13/09/2023 (quarta-feira).

5. Sobre os **dados para as questões de múltipla escolha e dissertativas**, considere quando necessário (exceto se o próprio enunciado indicar explicitamente algo diferente):

- Aceleração da gravidade: $\|g\| = 10 \text{ m/s}^2$
- Densidade da água: $d = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Constante universal dos gases: $R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Constante de Faraday: $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- Aproximações matemáticas: $\log(2) = 0,30$; $\log(3) = 0,48$; $\log(5) = 0,70$
- Tabela Periódica:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|--|--|--|--|--------|
| IA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | VIII A |
| 1 H 1 | II A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4 | | | | | |
| 3 Li 7 | 4 Be 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B 11 | 6 C 12 | 7 N 14 | 8 O 16 | 9 F 19 | 10 Ne 20 | | | | | |
| 11 Na 23 | 12 Mg 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 Al 27 | 14 Si 28 | 15 P 31 | 16 S 32 | 17 Cl 35,5 | 18 Ar 40 | | | | | |
| 19 K 39 | 20 Ca 40 | 21 Sc 45 | 22 Ti 48 | 23 V 51 | 24 Cr 52 | 25 Mn 55 | 26 Fe 56 | 27 Co 59 | 28 Ni 58,5 | 29 Cu 63,5 | 30 Zn 65,5 | 31 Ga 70 | 32 Ge 72,5 | 33 As 75 | 34 Se 79 | 35 Br 80 | 36 Kr 84 | | | | | | | | | | | |
| 37 Rb 85,5 | 38 Sr 87,5 | 39 Y 89 | 40 Zr 91 | 41 Nb 93 | 42 Mo 96 | 43 Tc (98) | 44 Ru 101 | 45 Rh 103 | 46 Pd 106,5 | 47 Ag 108 | 48 Cd 112,5 | 49 In 115 | 50 Sn 119 | 51 Sb 122 | 52 Te 127,5 | 53 I 127 | 54 Xe 131 | | | | | | | | | | | |
| 55 Cs 133 | 56 Ba 137 | 57-71 lantanídeos | 72 Hf 178,5 | 73 Ta 181 | 74 W 184 | 75 Re 186 | 76 Os 190 | 77 Ir 192 | 78 Pt 195 | 79 Au 197 | 80 Hg 200,5 | 81 Tl 204 | 82 Pb 207 | 83 Bi 209 | 84 Po (209) | 85 At (210) | 86 Rn (222) | | | | | | | | | | | |
| 87 Fr (223) | 88 Ra (226) | 89-103 actinídeos | 104 Rf (261) | 105 Db 262 | 106 Sg (263) | 107 Bh (262) | 108 Hs (265) | 109 Mt (268) | 110 Ds (281) | 111 Rg (280) | 112 Cn (285) | 113 Uut (286) | 114 Fl (289) | 115 Uup (289) | 116 Lv (293) | 117 Uus (294) | 118 Uuo (294) | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| NÚMERO ATÔMICO SÍMBOLO MASSA ATÔMICA APROXIMADA | 57 La 139 | 58 Ce 140 | 59 Pr 141 | 60 Nd 144 | 61 Pm (145) | 62 Sm 150 | 63 Eu 152 | 64 Gd 157 | 65 Tb 159 | 66 Dy 162,5 | 67 Ho 165 | 68 Er 167 | 69 Tm 169 | 70 Yb 173 | 71 Lu 175 |
| | 89 Ac 227 | 90 Th 232 | 91 Pa 231 | 92 U 238 | 93 Np 237 | 94 Pu (244) | 95 Am (243) | 96 Cm (247) | 97 Bk (247) | 98 Cf (251) | 99 Es (252) | 100 Fm (257) | 101 Md (258) | 102 No (259) | 103 Lr (262) |

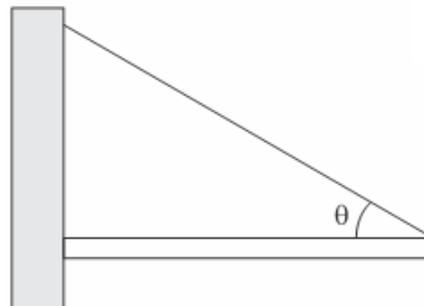
QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

FÍSICA

Teste 01

A figura mostra uma barra homogênea de massa m em equilíbrio. Ela está sustentada por um fio em uma das suas extremidades e é impedida de cair devido ao atrito com a parede na outra extremidade. A aceleração da gravidade vale g . Logo, a força total exercida pela parede sobre a barra vale:

- a) $mg \cos \theta / 2$
- b) $mg \sin \theta / 2$
- c) $mg \tan^2 \theta / (\sin \theta + 1)$
- d) $mg / (2 \sin \theta)$
- e) $mg \tan^2 \theta / (\cos \theta + \sin \theta)$



Teste 02

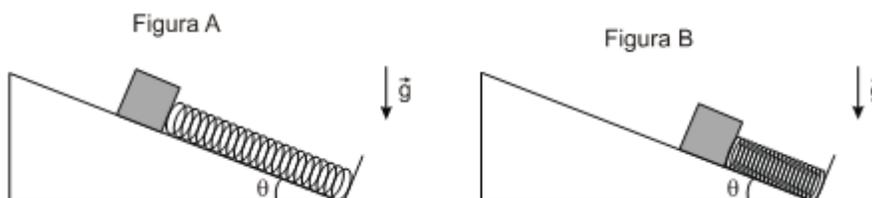
Três cargas elétricas puntiformes Q_A , Q_B e Q_C estão fixas, respectivamente, em cada um dos vértices de um triângulo equilátero de lado L . Sabendo que $Q_A < 0$, $Q_B > 0$, $Q_C = 2Q_B$ e que a constante eletrostática do meio é K , o módulo da força elétrica resultante em Q_A devido à interação com Q_C e Q_B é:

- a) $(\sqrt{2}KQ_AQ_C) / (2L^2)$
- b) $(\sqrt{3}KQ_AQ_C) / (2L^2)$
- c) $(\sqrt{5}KQ_AQ_C) / (2L^2)$
- d) $(\sqrt{6}KQ_AQ_C) / (2L^2)$
- e) $(\sqrt{7}KQ_AQ_C) / (2L^2)$

Teste 03

As figuras A e B a seguir mostram dois instantes do movimento descendente de um bloco de massa 1 kg sobre um plano inclinado de $\theta = 37^\circ$ com a horizontal. A mola indicada é ideal, com constante elástica de 200 N/m. Na figura A, o bloco tem velocidade de 4 m/s, e a mola está comprimida de 5 cm. Na figura B, o bloco tem velocidade de 2 m/s, e a mola está comprimida de 15 cm. Existe atrito entre o bloco e o plano inclinado. Considerando $\sin(37^\circ) = 0,6$ e $\cos(37^\circ) = 0,8$, pode-se calcular que a energia dissipada pelo atrito entre os instantes mostrados nas figuras A e B é mais próxima de:

- a) 1,3 J
- b) 2,1 J
- c) 3,8 J
- d) 4,6 J
- e) 5,2 J



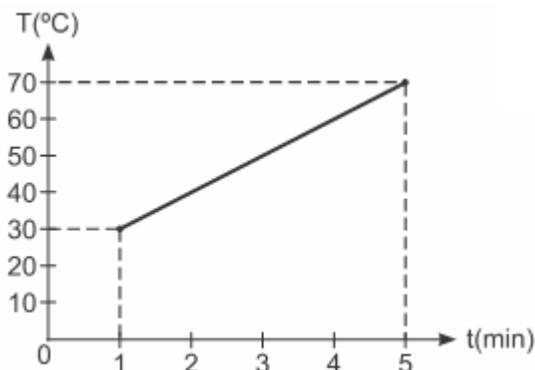
Teste 04

O gráfico a seguir indica a temperatura em função do tempo para uma determinada massa de água contida em um recipiente aberto que é aquecida por meio de uma fonte térmica de potência constante. Não há perdas de calor entre as paredes do recipiente e o meio externo.

Despreze a evaporação antes da fervura, considere o calor latente de vaporização da água igual a 540 cal/g , o calor específico da água como $1 \text{ cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$ e que o fenômeno ocorre nas CNTP.

Logo, a partir do começo da ebulição, o tempo que levará para que toda a água desapareça do recipiente é mais próximo de:

- a) 54 minutos
- b) 62 minutos
- c) 73 minutos
- d) 81 minutos
- e) 95 minutos

**Teste 05**

Um projétil de peso P é lançado a partir de uma superfície horizontal plana. Considere que durante todo o voo do projétil sopra um vento contrário, na horizontal, aplicando ao projétil uma força horizontal constante de módulo $P/4$. Sabendo-se que não há interferência do vento na direção vertical, o ângulo com a superfície horizontal com o qual o projétil deve ser lançado de modo que a altura máxima alcançada pelo projétil seja igual ao seu alcance ao retornar ao solo é mais próximo de:

- a) $\arctg(1)$
- b) $\arctg(2)$
- c) $\arctg(4/5)$
- d) $\arctg(2/3)$
- e) $\arctg(1/2)$

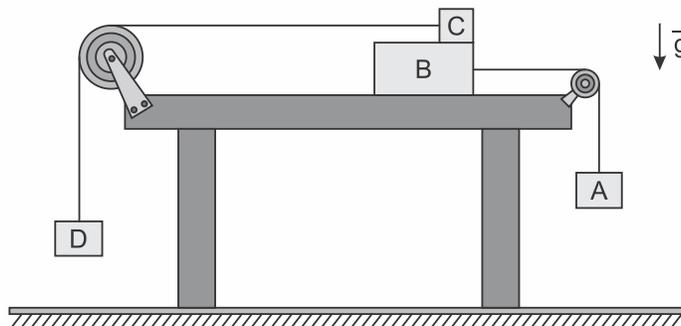
Teste 06

Considere dois espelhos esféricos, um côncavo e outro convexo, que obedeçam às condições de nitidez de Gauss. Esses espelhos possuem, em módulo, a mesma distância focal. De um objeto situado a uma distância P_1 da superfície refletora do espelho convexo, é conjugada uma imagem cujo aumento linear transversal é igual a $3/4$. Logo, o módulo da relação P_2/P_1 , para que, quando esse mesmo objeto estiver distante P_2 da superfície refletora do espelho côncavo, seja obtido o mesmo aumento linear em módulo, é mais próximo de:

- a) 9
- b) 7
- c) 4
- d) 3
- e) 1

Teste 07

A figura a seguir, em que as polias e os fios são ideais, ilustra uma montagem realizada num local onde a aceleração da gravidade é constante e igual a g , a resistência do ar e as dimensões dos blocos A , B , C e D são desprezíveis. O bloco B desliza com atrito sobre a superfície de uma mesa plana e horizontal, e o bloco A desce verticalmente com aceleração constante de módulo a . O bloco C desliza com atrito sobre o bloco B , e o bloco D desce verticalmente com aceleração constante de módulo $2a$. As massas dos blocos A , B e D são iguais, e a massa do bloco C é o triplo da massa do bloco A . Nessas condições, o coeficiente de atrito cinético, que é o mesmo para todas as superfícies em contato, pode ser expresso pela razão:



- a) a/g
- b) g/a
- c) $(3a)/(2g)$
- d) $(2g)/(3a)$
- e) $(2a)/(3g)$

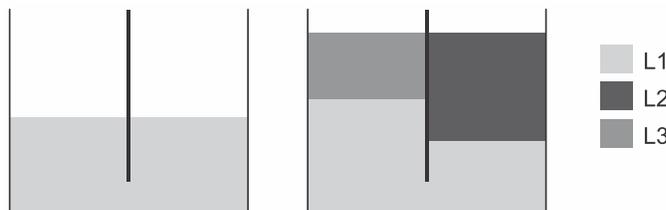
Teste 08

Uma corda de violão de comprimento L e densidade linear μ é colocada próxima a um alto-falante alimentado por um oscilador de frequência variável. Observa-se que, quando a frequência do oscilador varia continuamente em uma certa faixa de frequências, a corda do violão só oscila apreciavelmente em duas determinadas frequências, f_1 e f_2 . Sabendo-se que f_2 é maior do que f_1 , a tração a que a corda está submetida é dada pela expressão:

- a) $4L^2(f_2 - f_1)^2\mu$
- b) $2L(f_2 + f_1)\sqrt{\mu}$
- c) $4L^2(f_2 + f_1)^2/\mu$
- d) $2L(f_2 - f_1)/\sqrt{\mu}$
- e) $2L^2(f_2 - f_1)^2\mu^2$

Teste 09

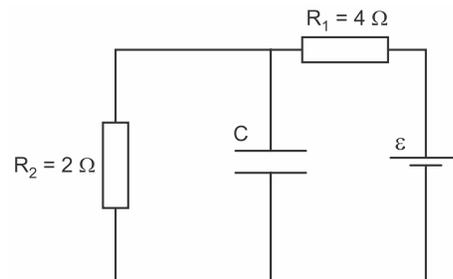
Um líquido L_1 com densidade d_1 é colocado em um recipiente com dois ramos comunicantes e de iguais dimensões. Dois outros líquidos, L_2 e L_3 , com densidades $d_2 = 4 \text{ g/cm}^3$ e $d_3 = 2 \text{ g/cm}^3$ são, respectivamente, colocados nos ramos direito e esquerdo em quantidades tais que os façam atingir o mesmo nível no recipiente. Nota-se que a consequente elevação do nível de L_1 no lado esquerdo é igual a $1/3$ da altura da coluna de L_3 . Podemos concluir que a densidade d_1 é mais próxima de:



- a) $5,0 \text{ g/cm}^3$
- b) $6,0 \text{ g/cm}^3$
- c) $7,0 \text{ g/cm}^3$
- d) $8,0 \text{ g/cm}^3$
- e) $9,0 \text{ g/cm}^3$

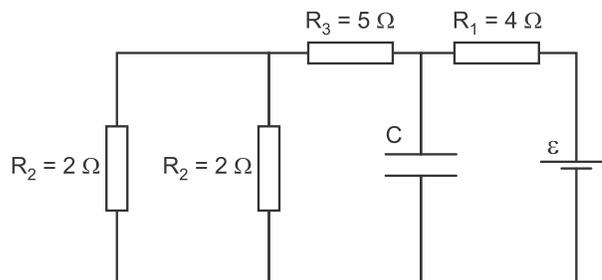
Teste 10

O primeiro circuito a seguir apresenta um capacitor C de capacitância $8 \mu F$, conectado a dois resistores ôhmicos e a um gerador ideal de força eletromotriz ε . Para este arranjo, o capacitor armazena uma energia potencial elétrica de $16 \mu J$ após o equilíbrio ter sido alcançado.



Utilizando o mesmo capacitor (inicialmente descarregado) e o mesmo gerador ideal, se faz uma segunda configuração de circuito (representada no circuito com 4 resistores). Logo, a nova energia potencial elétrica no capacitor após ter atingido o máximo de armazenamento para esta segunda configuração é mais próxima de:

- a) $16,00 \mu J$
- b) $38,25 \mu J$
- c) $144,0 \mu J$
- d) $51,84 \mu J$
- e) $68,89 \mu J$



Teste 11

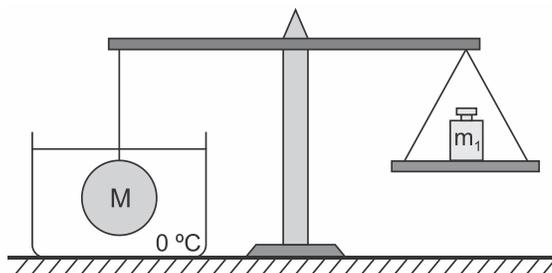
Dois satélites artificiais 1 e 2, cuja relação das massas $m_1/m_2 = 2$, estão em órbitas circulares ao redor de um planeta e têm seus períodos de translação relacionados por $T_2/T_1 = 2\sqrt{2}$. Logo, a relação entre as energias cinéticas E_{C1}/E_{C2} é mais próxima de:

- a) $\sqrt{2}$
- b) $2\sqrt[3]{2}$
- c) $\sqrt{2}/2$
- d) $\sqrt[3]{2}/2$
- e) 4

Teste 12

Um corpo homogêneo e maciço de massa M e coeficiente de dilatação volumétrica constante γ é imerso inicialmente em um líquido também homogêneo à temperatura de $0^\circ C$, e é equilibrado por uma massa m_1 através de uma balança hidrostática, como mostra a figura. Levando o sistema formado pelo corpo imerso e o líquido até uma nova temperatura de equilíbrio térmico x , a nova condição de equilíbrio da balança hidrostática é atingida com uma massa igual a m_2 , na ausência de quaisquer resistências. Nessas condições, o coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido pode ser determinado por:

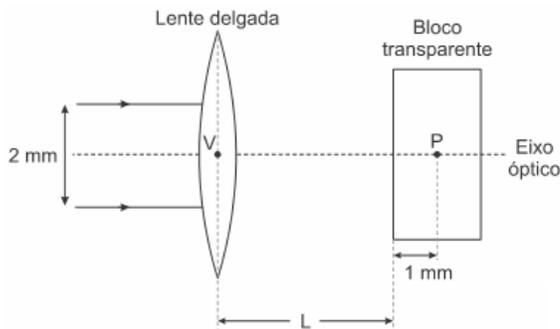
- a) $\left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_2}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{M - m_1}{M - m_2}\right) \gamma$
- b) $\left(\frac{m_1 - m_2}{M - m_1}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{M - m_2}{M - m_1}\right) \gamma$
- c) $\left(\frac{M - m_1}{M - m_2}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_2}\right) \gamma$
- d) $\left(\frac{M - m_2}{M - m_1}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{m_1 - m_2}{M - m_1}\right) \gamma$
- e) $\left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_1}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{m_1 - m_2}{M - m_1}\right) \gamma$



Teste 13

Dois raios luminosos paralelos e simétricos em relação ao eixo óptico, interdistantes de 2 mm , devem ser focado sem um ponto P no interior de um bloco transparente, a 1 mm de sua superfície, conforme mostra a figura.

Para tal, utiliza-se uma lente delgada convergente com distância focal de 1 mm . Considerando que o bloco tem índice de refração $n = \sqrt{2}$, a distância L entre o vértice V da lente e a superfície do bloco deve ser ajustada para um valor mais próximo de:



- a) 1 mm .
- b) $(\sqrt{2}/2)\text{ mm}$.
- c) $(1 - \sqrt{2}/2)\text{ mm}$.
- d) $(\sqrt{3}/3)\text{ mm}$.
- e) $(1 - \sqrt{3}/3)\text{ mm}$.

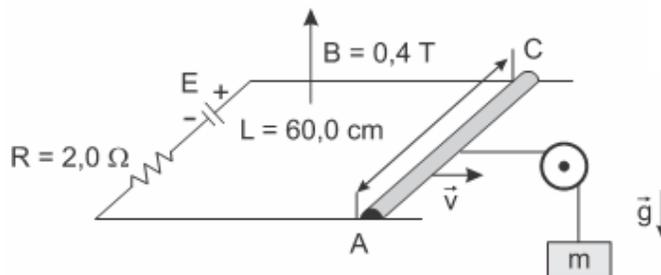
Teste 14

Dois partículas idênticas, A e B, se movimentam ao longo de uma mesma trajetória x , sendo suas posições, em função do tempo, dadas por $x_A = 2t$ e $x_B = 4 + t$, respectivamente, com x em metros e t em segundos. Estas equações são válidas até o instante em que as partículas, que formam um sistema isolado, sofrem uma colisão parcialmente elástica, com coeficiente de restituição $e = 0,5$. Com base nessas informações e desprezando o deslocamento dessas partículas durante a colisão, pode-se calcular que, quando a partícula A estiver na posição 28 m , a partícula B estará na posição mais próxima de:

- a) 18 m
- b) 28 m
- c) 36 m
- d) 46 m
- e) 57 m

Teste 15

Uma barra condutora AC, de comprimento $L = 60\text{ cm}$, resistência desprezível, apoiada em trilhos condutores retos, paralelos e de resistência desprezível, é interligada a um bloco de massa $m = 1,2\text{ kg}$ através de uma corda inextensível (de massa desprezível) e uma polia ideal. Considere que as extremidades do trilho estão ligadas a um gerador de força eletromotriz E e de resistência interna $R = 2,0\ \Omega$. Essa barra é puxada pelo bloco e se desloca com velocidade constante v de $25,0\text{ m/s}$. O campo de indução magnética é perpendicular ao plano do sistema e tem o valor de $B = 0,4\text{ T}$. O sistema é apresentado na figura. Logo, o valor da força eletromotriz E do gerador é mais próximo de:



- a) 112 V
- b) 94 V
- c) 88 V
- d) 78 V
- e) 50 V

QUÍMICA

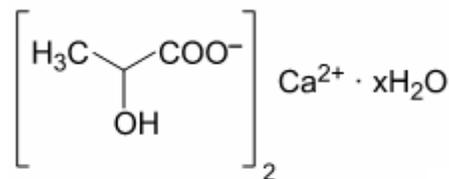
Teste 16

O vinagre é um produto alimentício resultante da fermentação do vinho que, de acordo com a legislação nacional, deve apresentar um teor mínimo de ácido acético (CH_3COOH) de 4% (v/v). Uma empresa está desenvolvendo um *kit* para que a inspeção sanitária seja capaz de determinar se alíquotas de 1 mL de amostras de vinagre estão de acordo com a legislação. Esse *kit* é composto por uma ampola que contém uma solução aquosa de $Ca(OH)_2$ 0,1 mol/L e um indicador que faz com que a solução fique cor-de-rosa, se estiver básica, e incolor, se estiver neutra ou ácida. Considere a densidade do ácido acético igual a $1,10 \text{ g/cm}^3$, a massa molar do ácido acético igual a 60 g/mol e a massa molar do hidróxido de cálcio igual a 74 g/mol . Qual é o valor mais próximo para o volume de solução de $Ca(OH)_2$, em mL, que deve estar contido em cada ampola do *kit* para garantir a determinação da regularidade da amostra testada?

- a) 3,7
- b) 6,6
- c) 7,3
- d) 25
- e) 36

Teste 17

Considere a fórmula do sal lactato de cálcio hidratado, empregado como repositor de cálcio. Quando aquecido a $120 \text{ }^\circ\text{C}$, o sal hidratado transforma-se no sal anidro ($(CH_3 - CH(OH) - COO^-)_2Ca^{2+}$). Em um experimento, 30,8 g de lactato de cálcio hidratado foram aquecidos, originando 21,8 g de sal anidro. Logo, o valor de x na fórmula apresentada é igual a:

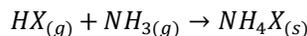


lactato de cálcio hidratado

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

Teste 18

“Partículas microscópicas existentes na atmosfera funcionam como núcleos de condensação de vapor de água que, sob condições adequadas de temperatura e pressão, propiciam a formação das nuvens e conseqüentemente das chuvas. No ar atmosférico, tais partículas são formadas pela reação de ácidos (HX) com a base NH_3 , de forma natural ou antropogênica, dando origem a sais de amônio (NH_4X), de acordo com a equação química genérica abaixo.”



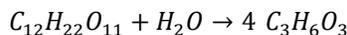
Fonte: FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Fatores ambientais que afetam a precipitação úmida. *Química Nova na Escola*, n. 21, maio 2005 (adaptado).

A fixação de moléculas de vapor de água pelos núcleos de condensação ocorre por:

- a) ligações iônicas.
- b) interações dipolo-dipolo.
- c) interações dipolo-dipolo induzido.
- d) interações íon-dipolo.
- e) ligações covalentes.

Teste 19

É requerido que fazendas produtoras de leite bovino controlem a acidez do leite que está aguardando o processamento. Essa acidez é resultante da conversão da lactose em ácido láctico (ácido 2-hidroxiopropanoico: $C_3H_6O_3$) por ação de microrganismos:

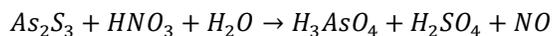


Um fazendeiro decidiu fazer um experimento para determinar a taxa de geração de ácido láctico no leite armazenado: retirou uma amostra de 50 cm^3 de leite, cuja concentração de ácido láctico é de $1,8 \text{ g/L}$, e, depois de três horas, utilizou 40 cm^3 de uma solução $0,1$ molar de $NaOH$ para neutralizá-la. Conclui-se que a taxa média de produção de ácido láctico por litro de leite é mais próxima de: (Dado: lactato de sódio = $C_3H_5O_3^- Na^+$)

- a) $0,25 \text{ mg/L} \cdot s$
- b) $0,33 \text{ mg/L} \cdot s$
- c) $0,50 \text{ mg/L} \cdot s$
- d) $0,67 \text{ mg/L} \cdot s$
- e) $1,00 \text{ mg/L} \cdot s$

Teste 20

O conhecimento dos conceitos de oxidação e redução é de fundamental importância no estudo da biologia molecular associado à fotossíntese e à respiração, na redução de minerais para a obtenção de metais, em cálculos estequiométricos, na prevenção da corrosão e no estudo da eletroquímica. A respeito da equação não balanceada abaixo, analise as afirmativas a seguir e assinale a alternativa que indica as corretas.



- I. Representa uma reação de auto-oxirredução.
- II. Quando balanceada, a soma de seus coeficientes é 76.
- III. Dois elementos sofrem oxidação e um elemento sofre redução.

- a) apenas a afirmativa I está correta.
- b) apenas a afirmativa II está correta.
- c) apenas a afirmativa III está correta.
- d) nenhuma afirmativa está correta.
- e) mais de uma afirmativa está correta.

Teste 21

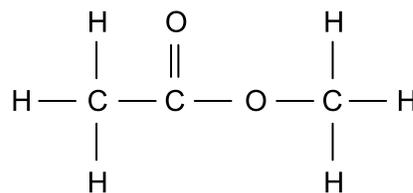
Antocianinas são pigmentos presentes em muitas plantas e que apresentam colorações diferentes em função das concentrações de H^+ e OH^- nas soluções, conforme a tabela. A um béquer, contendo 80 mL de solução de hidróxido de sódio ($NaOH$) de concentração 10^{-1} mol/L e gotas de solução de antocianina, adiciona-se 140 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) de concentração $5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$. Considerando $\log 4,5 = 0,7$ e $K_w = 10^{-14}$, a coloração da solução final será:

| pH | Cor da antocianina |
|---------|--------------------|
| 1 – 2 | Vermelha |
| 2 – 6 | Incolor |
| 6 – 8 | Violeta |
| 8 – 12 | Azul |
| 12 – 14 | Amarela |

- a) vermelha.
- b) incolor.
- c) violeta.
- d) azul.
- e) amarela.

Teste 22

O comprimento de ligação é a distância entre os núcleos de dois átomos ligados e está relacionado ao tamanho dos átomos (raio atômico) e à quantidade de pares de elétrons envolvidos na ligação. Considere a molécula de etanoato de metila, cuja fórmula estrutural é exibida ao lado. Os comprimentos das ligações C–H, C–C, C–O e C=O, expressos em picômetros (pm), são, respectivamente:



- 110, 154, 143, 122.
- 154, 110, 122, 143.
- 110, 122, 143, 154.
- 143, 122, 154, 110.
- 122, 143, 110, 154.

Teste 23

O urânio-235, ao ser bombardeado por um nêutron (1_0n) forma dois nuclídeos radioativos: o bário-144, que decai emitindo partícula beta (${}^0_{-1}\beta$), e o nuclídeo X. Esse bombardeamento produz também três nêutrons, que colidirão com outros núcleos de urânio, causando uma reação em cadeia. O nuclídeo produzido pelo decaimento do bário-144 e o nuclídeo X são, respectivamente:

- lantânio-144 e criptônio-91.
- césio-144 e criptônio-89.
- háfnio-144 e criptônio-90.
- césio-144 e criptônio-91.
- lantânio-144 e criptônio-89.

Teste 24

Por meio da combustão, é possível determinar a fórmula molecular de uma substância química, o que é considerado um dos grandes avanços da química moderna. Mais de 80 milhões de substâncias já foram registradas, sendo a maioria substâncias orgânicas, o que é explicado pela capacidade do átomo de carbono de se ligar a quase todos os elementos. Em um experimento de combustão, um composto orgânico é queimado e os produtos formados, CO_2 e H_2O liberados, são coletados em dispositivos absorventes. Considere que a queima de 14,7 g de um composto orgânico (C_xH_y) gasoso puro que ocupa 8 L a 1 atm e 300 K com comportamento ideal produza aproximadamente 24 g de H_2O e 44 g de CO_2 . Assinale a alternativa que apresenta a fórmula molecular mais adequada desse composto orgânico. (Adote o valor para a constante universal dos gases: $R = 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$)

- C_2H_4
- C_2H_6
- C_3H_6
- C_3H_8
- C_4H_8

Teste 25

Combustível é uma substância química que libera calor durante uma reação de combustão. A combustão é denominada completa quando esse combustível é oxidado ao máximo. Para se determinar a quantidade de calor liberado em uma combustão completa, faz-se necessário calcular a variação de entalpia de combustão. São dados os calores de formação, a seguir, dos seguintes compostos: $H^{\circ}_f CO_{(g)} = -110 \text{ kJ/mol}$, $H^{\circ}_f CO_{2(g)} = -394 \text{ kJ/mol}$ e $H^{\circ}_f H_2O_{(l)} = -286 \text{ kJ/mol}$.

Parte-se de 180 g de uma mistura combustível composta por $H_2(g)$ e $CO(g)$. Sabendo que a quantidade, em mol, de $H_2(g)$ é quatro vezes a quantidade de $CO(g)$, pode-se calcular que, ao ser completamente queimada, esta mistura combustível liberará quantidade de calor mais próxima de:

- a) 2.850 kJ.
- b) 7.140 kJ.
- c) 7.690 kJ.
- d) 11.400 kJ.
- e) 13.783 kJ.

Teste 26

Em ambientes fechados, tais como submarinos e espaçonaves, há necessidade de eliminar o gás carbônico produzido pela respiração. Para evitar esse acúmulo de gás carbônico, podem ser utilizados diferentes métodos. A seguir são apresentados dois desses métodos, com suas respectivas reações. Sobre as reações e os reagentes envolvidos nesses métodos, analise as afirmativas a seguir e assinale a alternativa que indica as corretas.

Método 1: uso de hidróxido de lítio $CO_2 + 2LiOH \rightarrow Li_2CO_3 + H_2O$

Método 2 : reação com óxido de cálcio $CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$

- I. ambas as reações produzem a mesma massa de sal, quando consomem iguais quantidades de CO_2 .
- II. ambas as reações originam sais insolúveis em água.
- III. o carbonato de lítio é uma substância que, quando dissolvida em meio aquoso, produz solução básica.

- a) apenas a afirmativa I está correta.
- b) apenas a afirmativa II está correta.
- c) apenas a afirmativa III está correta.
- d) nenhuma afirmativa está correta.
- e) mais de uma afirmativa está correta.

Teste 27

Comprimidos contendo íon ferroso (Fe^{2+}) são recomendados como droga para tratar anemia. Visando determinar o teor de íon férrico (Fe^{3+}) nos comprimidos desse fármaco, um químico dissolveu uma cápsula desse fármaco e a submeteu à eletrodeposição, usando uma intensidade de corrente igual a 10 A por 530,75 segundos, resultando na eletrodeposição de 1,40 g de ferro metálico. Considerando apenas o teor de ferro contido na cápsula analisada, assinale a alternativa que apresenta o percentual mais próximo, em massa, de íon férrico presente na amostra.

- a) 10%
- b) 20%
- c) 30%
- d) 40%
- e) 50%

Teste 28

Considere uma mistura gasosa constituída de C_3H_8 , CO e CH_4 . A combustão, em excesso de oxigênio, de 50 mL dessa mistura gasosa forneceu 70 mL de CO_2 (g). Determine o valor numérico mais próximo do percentual (em volume) de C_3H_8 na mistura gasosa.

- a) 20%
- b) 30%
- c) 40%
- d) 50%
- e) 60%

Teste 29

Em um reator mantido à temperatura constante, $PCl_5(g)$ encontra-se em equilíbrio com 1 atm de $Cl_2(g)$ e 2 atm de $PCl_3(g)$. Sabendo-se que a constante de equilíbrio da reação de dissociação do $PCl_5(g)$ nessa temperatura é $k_p = 4$, assinale a alternativa que apresenta o valor mais próximo da nova pressão de equilíbrio do $PCl_5(g)$ (em atm) após adição de mais 2 atm desse gás ao reator.

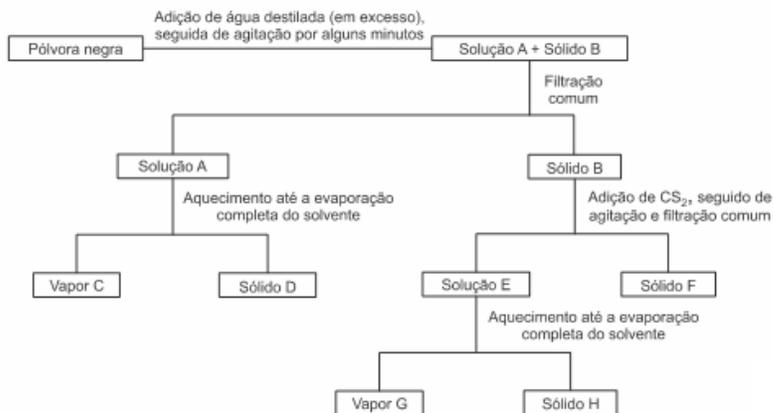
- a) 1,0
- b) 1,5
- c) 2,0
- d) 2,5
- e) 3,5

Teste 30

“A pólvora é talvez a mais notável invenção a traduzir a incrível capacidade de o homem ser belo e destrutivo ao mesmo tempo. A história de sua criação é um tanto imprecisa. Historiadores creditam aos chineses a descoberta, que teria ocorrido acidentalmente, em meados do século IX. Por volta do ano 1000, os chineses já usavam a “pólvora negra” em pó (composta de enxofre, nitrato de potássio e carvão) como inofensivos fogos de artifício. Paralelamente davam um fatal passo tecnológico no uso de armas de fogo, utilizando-as em batalhas ao lançar bombas por catapultas. Posteriormente, foi Alfred Nobel quem a aperfeiçoou, tornando seu uso mais prático. De bombinhas e pirotecnia a obuseiros arrasa-quarteirão, a pólvora continua presente na vida do homem contemporâneo, na alegria e na tristeza.”

Fonte: <https://super.abril.com.br/historia/polvora>. Acesso em: 2 fev. 2021. (adaptado.)

O fluxograma ilustra o tratamento ao qual uma amostra de “pólvora negra” foi submetida. O procedimento levou em consideração a miscibilidade dos componentes da amostra em dois solventes, bem como a polaridade das substâncias envolvidas. Tomando por base as informações apresentadas, assinale a afirmativa correta.



- a) Um dos componentes da “pólvora negra” é um sal proveniente de uma reação de neutralização entre um ácido forte e uma base fraca.
- b) A mistura de “pólvora negra” com água destilada (em excesso) forma um sistema heterogêneo que contém três substâncias simples em sua composição.
- c) A solução “A” apresenta caráter ácido e ponto de ebulição, a 1 atm, inferior a 100 °C.
- d) Os sólidos “D”, “F” e “H” correspondem, respectivamente, ao nitrato de potássio, ao enxofre e ao carvão, enquanto “C” e “G” são substâncias compostas muito polares.
- e) A solução “E” contém em sua composição duas substâncias, uma simples e outra composta, sendo ambas apolares.

BIOLOGIA

Teste 31

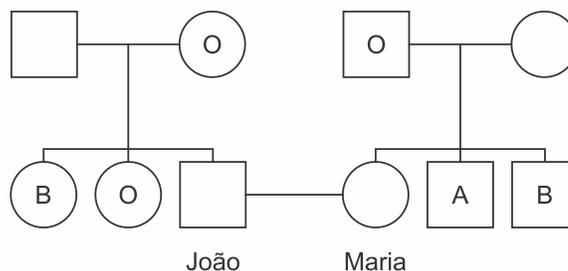
Uma planta umbrófila e outra heliófila apresentam a mesma taxa de respiração celular e diferentes pontos de compensação fóticos (PCF). A produção de gás oxigênio será máxima em ambas as plantas se receberem luz com intensidade:

- acima do PCF da planta heliófila.
- abaixo do PCF da planta umbrófila.
- entre os PCF das duas plantas.
- equivalente ao PCF da planta heliófila.
- equivalente ao PCF da planta umbrófila.

Teste 32

O heredograma mostra os tipos sanguíneos do sistema ABO de alguns familiares de João e de Maria.

Em relação ao sistema Rh, sabe-se que o pai e a mãe de João são Rh+, assim como o pai e a mãe de Maria. Além disso, sabe-se que as duas irmãs de João são Rh-, assim como os dois irmãos de Maria.



A probabilidade de João e Maria terem uma criança com o mesmo tipo sanguíneo da mãe de Maria (isto é, pertencendo ao mesmo grupo em relação ao sistema ABO e também tendo o mesmo fator Rh) é mais próxima de:

- 1/16
- 3/32
- 1/32
- 3/64
- 1/64

Teste 33

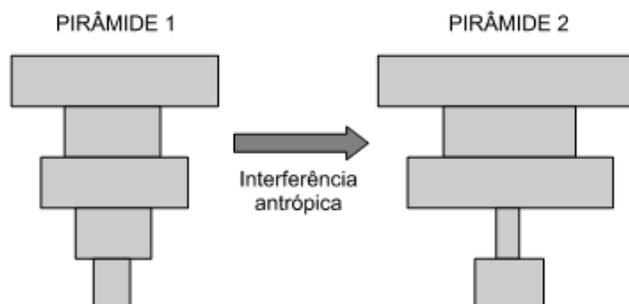
Pesquisas recentes têm demonstrado que alguns tipos de agroquímicos, utilizados contra certos insetos, podem afetar a cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria, influenciando o processo de uso de substratos para a geração de energia nas células o que, conseqüentemente, impediria a produção adequada de energia. Infelizmente, esses agroquímicos não distinguem as mitocôndrias dos insetos, das mitocôndrias dos humanos. Em relação ao processo de bioenergética celular, é correto afirmar que:

- a primeira etapa do processo de utilização de glicose para a geração de energia é a quebra aeróbica da glicose em duas moléculas de ácido pirúvico.
- a respiração celular, a partir da quebra da glicose, gera a energia que é armazenada como ATP e, como resíduos, moléculas de água e de gás oxigênio.
- a fase anaeróbica da glicólise é mais eficiente em termos de geração de ATP do que a fase aeróbica da glicólise.
- o ciclo do ácido cítrico tem esse nome devido ao início do processo de quebra da glicose, ainda fora da mitocôndria, onde ocorre a formação de ácido cítrico e de acetil-CoA.
- a adição do fosfato na molécula de ADP para formar o ATP é uma reação de fosforilação e, por isso, o processo de produção de ATP na mitocôndria é chamado de fosforilação oxidativa.

Teste 34

O estudo de uma cadeia alimentar em ambiente natural e equilibrado forneceu dados para a montagem da pirâmide ecológica 1. Tempo depois, uma das espécies dessa cadeia alimentar sofreu interferência antrópica direta, resultando em desequilíbrio ecológico. Novos dados obtidos permitiram a construção da pirâmide ecológica 2. Essa dinâmica ecológica está representada nas imagens. A espécie que sofreu interferência antrópica direta nessa cadeia alimentar compõe o nível trófico correspondente aos:

- produtores.
- consumidores primários.
- consumidores secundários.
- consumidores terciários.
- consumidores quaternários.

**Teste 35**

A hipótese heterotrófica sobre o início da vida no planeta Terra propõe que:

- a vida se diversificou a partir do surgimento dos seres heterotróficos que se alimentavam dos pioneiros autotróficos, pois permitiu o surgimento de uma maior variedade de nichos ecológicos.
- o primeiro ser vivo obtinha energia através de processos semelhantes à quimiossíntese realizada por bactérias atuais, processo mais simples do que a fotossíntese realizada pelos seres clorofilados.
- a produção de alimentos envolve processos bioquímicos complexos, o que sugere que o primeiro ser vivo fosse heterotrófico, alimentando-se de moléculas orgânicas produzidas por processos abióticos no oceano primitivo.
- o primeiro ser vivo era heterótrofo, aeróbico e procarionte, proposta que se justifica pela provável simplicidade da célula primitiva.
- a vida surgiu de reações químicas complexas, as quais ocorriam nas condições da Terra primitiva, permitindo à célula primitiva a capacidade de sintetizar seu alimento a partir das substâncias presentes na atmosfera e no oceano.

Teste 36

“Na Semana Mundial de Conscientização sobre o Uso dos Antimicrobianos que começou em 18 de novembro de 2021, as autoridades de saúde chamaram a atenção para a resistência antimicrobiana, um grave problema de saúde pública que pode ser agravado com a pandemia da Covid-19. As bactérias podem adquirir resistência aos antibióticos e, assim, não morrerem na presença desses medicamentos.”

Fonte: <https://brasil.elpais.com/ciencia/2021-11-18/covid-19-acelera-aparicao-de-superbacterias-e-abre-caminho-para-a-proxima-pandemia.html>. Acesso em: 22 nov. 2021 (adaptado).

Considerando os mecanismos biológicos responsáveis pela emergência de bactérias resistentes aos antibióticos, é correto afirmar que:

- os plasmídeos são estruturas genéticas móveis presentes em bactérias, que podem carrear genes de resistência e transferi-los diretamente para outras bactérias durante o evento genético chamado de transdução.
- alterações no material genético podem causar resistência aos antibióticos, como é o caso de mutações que provocam alteração na permeabilidade da membrana plasmática de bactérias.
- a transferência ou troca de material genético entre as bactérias ocorre somente na presença de antibióticos, devido à pressão seletiva exercida por eles.
- as bactérias são organismos procariontes; algumas possuem genes de resistência em seu cromossomo, resultado do uso limitado de antibióticos.
- os bacteriófagos são ferramentas biológicas importantes utilizadas em diferentes áreas como a biorremediação. No entanto, devido à ampla utilização no meio-ambiente eles passaram a carrear vários mecanismos de resistência bacteriana.

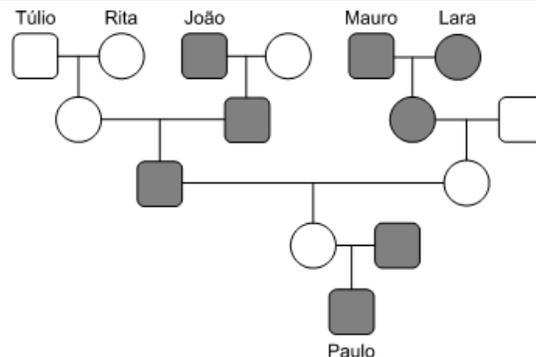
Teste 37

Vegetais são organismos muito importantes na história evolutiva do planeta. Foram classificados conforme seu grau de complexidade em briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Em relação às diferenças anatômicas e fisiológicas desses grupos, assinale a resposta correta.

- Angiospermas podem ser divididas em monocotiledôneas, que apresentam um único cotilédone e tem folhas com nervuras ramificadas, e em dicotiledôneas, que apresentam dois cotilédones e folhas com nervuras paralelinérveas. Outra diferença é a raiz fasciculada em dicotiledôneas e raiz axial ou pivotante em monocotiledôneas.
- Angiospermas apresentam flores e frutos e estão sempre separadas em plantas masculinas e plantas femininas, não apresentando espécies com os dois sexos. A árvore em si representa a fase gametófito e o esporófito haploide aparece somente durante o período reprodutivo.
- Pteridófitas apresentam uma fase duradoura esporófito e são as primeiras plantas a apresentarem vasos condutores de seiva e também sementes. A fase gametófito dura pouco tempo, sendo representada por uma estrutura denominada prótalo. Seu principal grupo vegetal são as samambaias.
- Briófitas formam o primeiro grupo a colonizar o ambiente terrestre. Não apresentam vasos condutores de seiva, o que acaba limitando seu crescimento e também seu desenvolvimento a locais úmidos ou diretamente na água. Apresentam uma fase duradoura gametófito haploide e dependem de água para ocorrer o encontro gamético. Seus principais representantes são os musgos.
- Gimnospermas são representadas por grandes pinheiros e são as primeiras plantas que apresentam frutos secos, denominados de pinhas. Sua fase duradoura é o esporófito haploide, que forma o corpo do pinheiro. São importantes economicamente na construção civil e também na culinária paranaense, que faz uso dos pinhões em diversas receitas regionais.

Teste 38

No heredograma, todos os símbolos escuros representam indivíduos que expressam uma disfunção metabólica recessiva classificada como herança genética relacionada ao sexo. A disfunção metabólica em Paulo é resultante de um alelo recessivo herdado de:



- Túlío.
- Rita.
- João.
- Lara.
- Mauro.

Teste 39

Em relação a doenças causadas por protozoários, analise as afirmativas a seguir e assinale a alternativa que indica as corretas.

- A malária é causada por protozoários do gênero *Plasmodium*. O mosquito *Anopheles* é o hospedeiro intermediário do parasita, já o ser humano é o hospedeiro definitivo, visto a observação da ocorrência da reprodução sexuada do *Plasmodium* neste tipo de hospedeiro.
- A giardíase é causada pela *Giardia intestinalis* (ou *Giardia lamblia*) e afeta principalmente o intestino delgado provocando diarreia e dores abdominais. A transmissão pode ocorrer pela ingestão de água ou alimentos contaminados com cistos de giárdia.
- Espécies do gênero *Leishmania* causam as leishmanioses. A espécie *Leishmania brasiliensis* causa a leishmaniose tegumentar americana (ou "úlcer de Bauru"), caracterizada pela formação de feridas de difícil cicatrização na pele e nas mucosas.

- apenas uma afirmativa está correta.
- apenas I e II estão corretas.
- apenas I e III estão corretas.
- apenas II e III estão corretas.
- todas as afirmativas estão corretas.

Teste 40

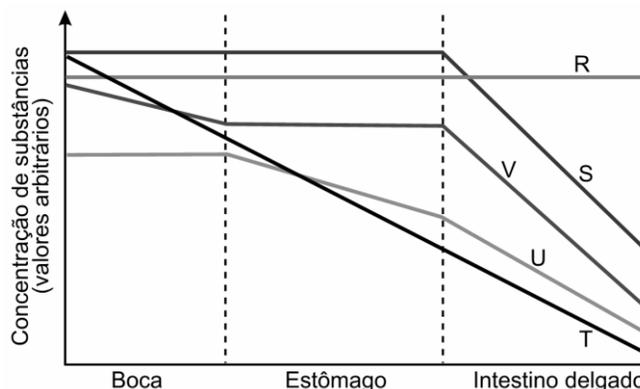
Na reprodução humana, a fecundação compreende a entrada do pronúcleo masculino no ovócito secundário que, por sua vez, conclui a sua meiose II e origina o pronúcleo feminino e mais um glóbulo polar. Os pronúcleos masculino e feminino carregam todas as moléculas de DNA nuclear que compõem a primeira célula diploide. Para a ocorrência da primeira duplicação desta célula:

- os pronúcleos têm suas moléculas de DNA duplicadas e em seguida há o alinhamento dos cromossomos homólogos.
- os pronúcleos fundem os seus envoltórios nucleares e em seguida inicia-se a permutação entre os cromossomos homólogos.
- cada pronúcleo inicia a anáfase para a separação das cromátides-irmãs e em seguida ambos fundem seus envoltórios nucleares.
- os pronúcleos fundem os seus envoltórios nucleares e em seguida inicia-se o pareamento dos cromossomos homólogos na metáfase.
- cada pronúcleo desintegra seu envoltório nuclear e em seguida inicia-se a fusão dos cromossomos maternos aos paternos.

Teste 41

Muitos compostos químicos presentes nos alimentos podem ou não ser transformados ao longo do tubo digestório. O gráfico ilustra possíveis transformações de dois compostos: ácidos nucleicos e proteínas. As curvas mais adequadas que correspondem às possíveis concentrações de ácidos nucleicos e proteínas são, respectivamente:

- V e U.
- S e T.
- S e U.
- V e T.
- R e V.

**Teste 42**

O ciclo do nitrogênio consiste na passagem de átomos de nitrogênio de substâncias inorgânicas do meio físico para moléculas orgânicas constituintes dos seres vivos e vice-versa. Sobre este tema, analise as afirmativas a seguir e assinale a alternativa que indica as corretas.

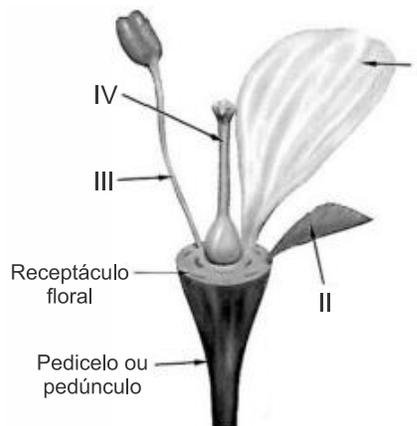
- Bactérias do gênero *Nitrosomonas* realizam a oxidação da amônia, produzindo nitrito, tóxico para a planta. Bactérias do gênero *Nitrobacter* oxidam o nitrito em nitrato, o qual é solúvel em água, facilitando a assimilação pelas raízes da planta.
- As bactérias desnitrificantes absorvem o gás nitrogênio (N_2) da atmosfera e o oxidam em nitrato. Este pode ser facilmente absorvido pelas plantas, fazendo parte então das moléculas orgânicas vegetais, como as proteínas e ácidos nucleicos.
- As bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem associadas às raízes de leguminosas, fixam nitrogênio da atmosfera, permitindo a sobrevivência da planta em solos pobres em compostos nitrogenados.

- apenas uma afirmativa está correta.
- todas as afirmativas estão corretas.
- apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- apenas as afirmativas II e III estão corretas.

Teste 43

Ao lado está representado o esquema de uma flor, em que foi mantida apenas uma estrutura de cada um dos verticilos florais. Sobre a morfologia e a função dos constituintes da flor, analise as afirmativas a seguir e assinale a alternativa que indica as corretas.

- I. Em (IV), está representado um estame, também chamado de pistilo (parte feminina da flor), e que originará os grãos de pólen.
- II. Pétalas (I) e sépalos (II) são verticilos estéreis da flor e, geralmente, estão relacionadas com a atração de animais polinizadores.
- III. O gineceu (III) apresenta 2 estruturas bilobadas na extremidade, as quais abrigam o ovário portador dos óvulos, representando assim a parte feminina da flor.
- IV. O androceu é formado por um conjunto de estames (III), os quais contêm os microsporângios, que formarão os micrósporos por meiose.



Adaptado de: Lopes, S., Rosso, S. B/O. 2ª ed. Volume 3. Editora Saraiva, São Paulo, 2010.

- a) nenhuma afirmativa está correta.
- b) apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- c) apenas as afirmativas I e IV estão corretas.
- d) apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- e) apenas as afirmativas II e IV estão corretas.

Teste 44

O gás carbônico proveniente das células dos tecidos do corpo humano difunde-se para o líquido intersticial e atinge os capilares sanguíneos. Uma vez na corrente sanguínea, a maior parte do gás carbônico é transportado:

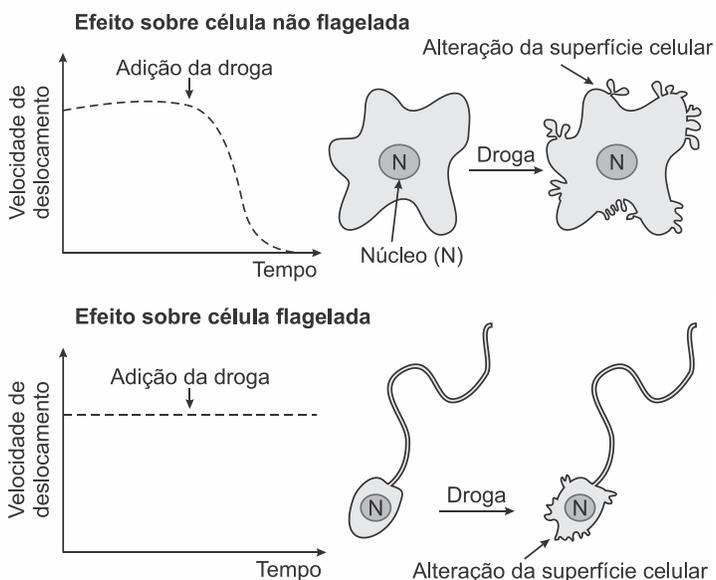
- a) na forma de íons bicarbonato no plasma.
- b) ligado aos átomos de ferro da hemoglobina.
- c) adsorvido externamente à membrana das hemácias.
- d) combinado às estruturas proteicas da oxiemoglobina.
- e) dissolvido no citoplasma das hemácias.

Teste 45

A ação de uma nova droga antitumoral sobre o citoesqueleto foi investigada. O pesquisador comparou o efeito da droga na velocidade de deslocamento celular e na integridade de filamentos do córtex celular e de flagelos, conforme apresentado na figura.

O pesquisador concluiu que a droga age sobre os:

- a) microtúbulos apenas.
- b) filamentos de actina apenas.
- c) filamentos intermediários apenas.
- d) filamentos de actina e microtúbulos.
- e) filamentos de actina e filamentos intermediários.



QUESTÕES DISSERTATIVAS

- Todas as questões dissertativas que envolverem cálculos devem ser devidamente justificadas com a apresentação das **etapas intermediárias de resolução**.
- Ao aplicar fórmulas, **escreva inicialmente a expressão literal**, antes de fazer as substituições numéricas.

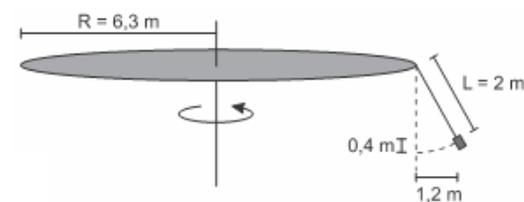
FÍSICA

Texto para os itens F.1 a F.4

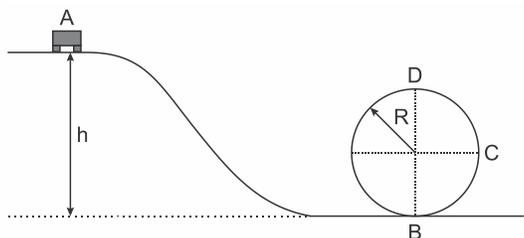
Os brinquedos de parques de diversões utilizam-se de diversos princípios da Mecânica para criar movimentos aos quais não estamos habituados, gerando novas sensações. Por isso, um parque de diversões é um ótimo local para ilustrar princípios básicos da Física. Com base nesse tema, responda aos itens a seguir.

F.1. (0,4) Uma das atrações de um parque de diversões é um aparelho simulador de queda livre, em que uma pessoa, devidamente acomodada e presa a uma poltrona, é abandonada a partir do repouso de uma altura $h = 60 \text{ m}$ acima do solo no instante $t_0 = 0 \text{ s}$. Inicia-se então um movimento de queda livre vertical, sob a aceleração da gravidade g . Posteriormente, no instante t_1 , é iniciado o processo de frenagem, com desaceleração constante $3g$, até o repouso no solo. Determine t_1 .

F.2. (0,5) Outro brinquedo comum em parques de diversões é o chapéu mexicano, em que cadeiras são penduradas com correntes na borda de uma estrutura circular que gira com seu eixo de rotação perpendicular ao solo. Considere um chapéu mexicano com estrutura circular de raio $R = 6,3 \text{ m}$ e correntes de comprimento $L = 2 \text{ m}$. Ao girar, as cadeiras se elevam 40 cm , afastando-se $1,2 \text{ m}$ do eixo de rotação, conforme mostra a figura. Determine a velocidade angular de rotação do brinquedo.



F.3. (0,6) Outra clássica atração é a montanha-russa, que, no caso esquematizado na figura, foi projetada com segurança para que a força resultante sobre um carrinho de massa m , ao passar pelo ponto C num trilho circular de raio R , fosse de $\sqrt{17} mg$, após ter sido abandonado no ponto A. Determine a altura h em função do raio R do trilho.



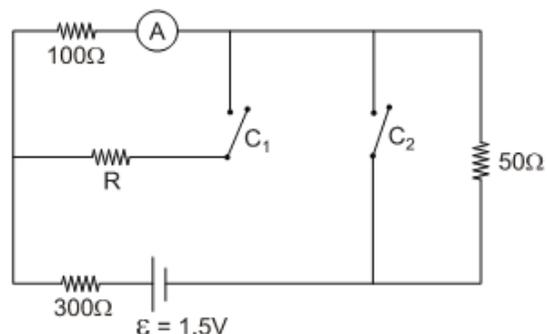
F.4. (0,6) Finalmente, uma atração ainda mais radical é o *bungee jumping*. Nesse caso, uma pessoa com massa de 50 kg se solta da beirada de uma estrutura alta, similar a um viaduto, com velocidade inicial nula, presa a uma faixa elástica de comprimento natural $L_0 = 15 \text{ m}$ e constante elástica $k = 250 \text{ N/m}$. Sabe-se que a faixa é perfeitamente elástica e que sua massa e demais efeitos dissipativos podem ser ignorados. Determine a máxima velocidade à qual esta pessoa é submetida e a distensão da faixa elástica (isto é, o comprimento x além de seu comprimento natural L_0) nesta condição de máxima velocidade.

Texto para os itens F.5 e F.6

No circuito elétrico esquematizado abaixo, a leitura no amperímetro A não se altera quando as chaves C_1 e C_2 são simultaneamente fechadas. Considere que a fonte de tensão ε , o amperímetro A e os fios de ligação sejam ideais e que os resistores sejam ôhmicos.

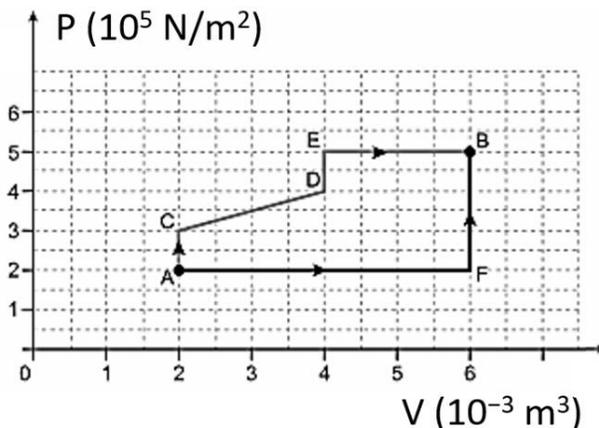
F.5. (0,5) Determine a leitura do amperímetro A e a potência dissipada no resistor de 100Ω .

F.6. (0,5) Determine o valor da resistência R.



Texto para os itens F.7 e F.8

Uma massa constante de gás ideal pode ser levada de um estado inicial A a um estado final B por dois processos diferentes, indicados no diagrama $P \times V$ (pressão em função do volume). Para ocorrer, a transformação $ACDEB$ exige uma quantidade Q_1 de calor e a transformação AFB exige uma quantidade Q_2 de calor.



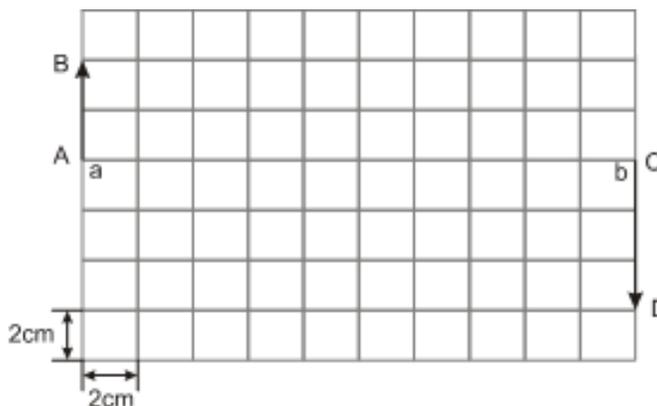
F.7. (0,4) Esboce a transformação AFB em gráficos $P \times T$ (pressão em função da temperatura) e $V \times T$ (volume em função da temperatura). (Não é necessário indicar valores numéricos.)

F.8. (0,6) Com base nos dados numéricos fornecidos pelo gráfico, determine o valor da diferença $Q_1 - Q_2$, em joules.

Texto para os itens F.9 e F.10

Na recente disputa da Copa do Mundo feminina, telões foram instalados em várias cidades para os jogos da seleção brasileira. Para a transmissão, foram utilizados instrumentos ópticos chamados de projetores, compostos de uma lente convergente que permite a formação de imagens reais e maiores que um objeto (*slides*, filmes, etc).

A figura mostra, de maneira esquemática, a posição do objeto e da imagem ao longo do eixo ab de uma lente esférica delgada, tal como as usadas em projetores. AB é o objeto, enquanto CD é a imagem de AB conjugada pela lente. (Como indicado no esquema, o lado de cada quadrícula corresponde a uma distância de 2 cm .)



F.9. (0,5) Com base nas dimensões exibidas na figura, indique no próprio desenho do Caderno 2 a posição da lente convergente e determine a sua distância focal.

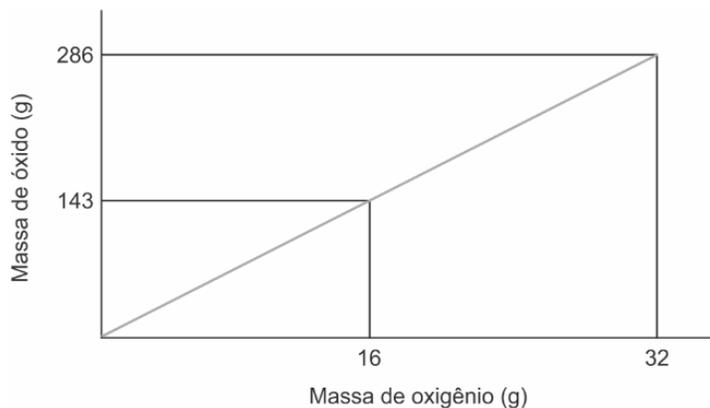
F.10. (0,4) Considere que o objeto seja mantido fixo e que a lente convergente seja substituída por uma lente divergente na mesma posição e de mesma distância focal, em módulo. Determine qual seria a nova ampliação linear transversal.

QUÍMICA

Texto para os itens Q.1 e Q.2

Um professor de Química foi chamado para ajudar seus alunos a desvendar informações sobre substâncias desconhecidas, apenas com base em alguns dados coletados. Com base nisso, ajude o professor a desvendar os dados pedidos nos itens a seguir.

Q.1. (0,5) Um metal X , muito utilizado em construção civil, ao ser oxidado, forma um óxido de fórmula X_2O . O gráfico mostra a relação entre a massa de gás oxigênio consumido e a massa do óxido desse metal produzido. Identifique o metal X .



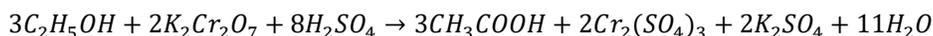
Q.2. (0,5) Em outro caso com substâncias misteriosas, uma determinada quantidade de um composto Y foi misturada a uma quantidade molar três vezes maior de um composto Z , ou seja, $Y + 3Z$. A combustão dessa mistura $Y + 3Z$ liberou 550 kJ de energia. Considerando que os compostos Y e Z não reagem entre si e que são dados os valores do calor de combustão de Y ($\Delta H_c(Y) = -700 \text{ kJ/mol}$) e Z ($\Delta H_c(Z) = -500 \text{ kJ/mol}$), determine a quantidade, em mol , de Y e Z .

Texto para os itens Q.3 a Q.5

Compostos de crômio têm aplicação em muitos processos industriais, como, por exemplo, o tratamento de couro em curtumes e a fabricação de tintas e pigmentos. Os resíduos provenientes desses usos industriais contêm, em geral, misturas de íons cromato (CrO_4^{2-}), dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) e crômio, que não devem ser descartados no ambiente, por causarem impactos significativos.

Q.3. (0,4) Indique a geometria do íon cromato (CrO_4^{2-}) e desenhe a fórmula estrutural do íon dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$).

Q.4. (0,5) Uma famosa aplicação do dicromato de potássio se refere ao aparelho denominado “bafômetro”, usado para identificar eventuais motoristas alcoolizados. Quimicamente, os primeiros equipamentos desse tipo faziam a identificação do consumo de álcool com base na reação abaixo. Acerca desta reação, identifique o agente oxidante, o agente redutor e o número de oxidação do elemento Cr no $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ e no $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.

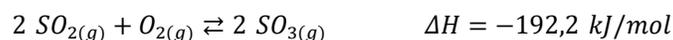


Q.5. (0,6) O cromato de prata (Ag_2CrO_4) é um sal vermelho-amarronzado considerado um precursor químico da fotografia moderna, além de também ser importante na neurociência, por ser usada no Método de Golgi de coloração de neurônios para microscopia. Sabendo que a solubilidade do cromato de prata em água, a 18°C , é $1,66 \times 10^{-4} \text{ g/L}$, determine o seu produto de solubilidade (K_{ps}) nessa mesma temperatura.

Texto para os itens Q.6 a Q.10

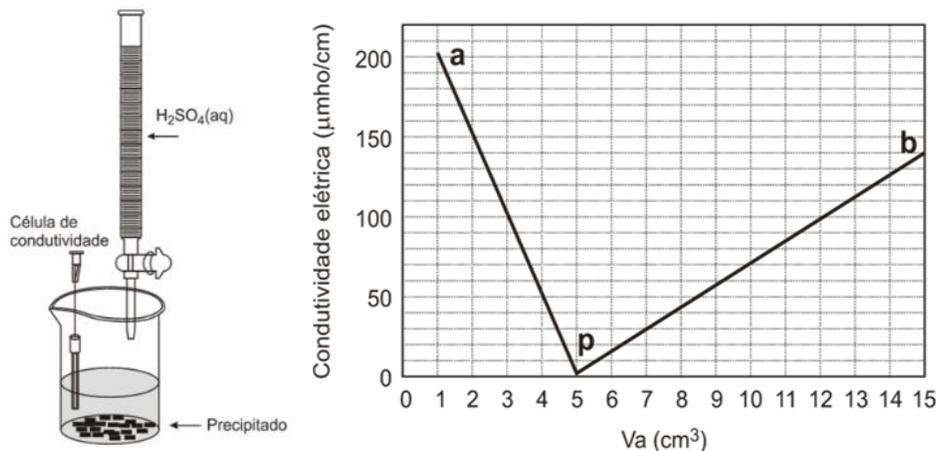
O ácido sulfúrico (H_2SO_4) é tido como um indicador da economia de um país, pois é o produto químico mais utilizado pela indústria. É aplicado em larga escala: fertilizantes, baterias de automóveis, fabricação de explosivos, fabricação de tintas e papel, refino de petróleo. O fator negativo dessa vasta utilização é o agravamento dos processos de chuva ácida, em função de uma maior liberação de compostos de enxofre. Dessa forma, responda aos itens a seguir, em que são citados diversos experimentos relacionados à produção ou às aplicações do ácido sulfúrico.

Q.6. (0,5) Em uma das etapas da produção do ácido sulfúrico, há, em fase gasosa, o equilíbrio indicado abaixo. Para esta reação, determine o valor da constante de equilíbrio nas condições em que, reagindo-se 8 mol/L de SO_2 com 7 mol/L de O_2 , obtêm-se 6 mol/L de SO_3 quando o sistema atinge o equilíbrio.



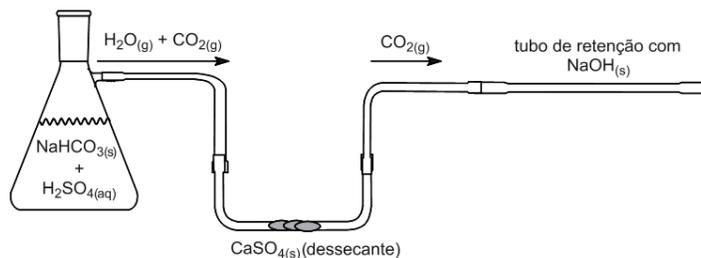
Q.7. (0,4) Ainda sobre o equilíbrio indicado no item Q.6, explique e justifique, considerando um sistema fechado, para qual sentido será deslocado o equilíbrio ao se aumentar a pressão sobre o sistema e ao se aumentar a temperatura.

Q.8. (0,6) Uma possível aplicação do ácido sulfúrico é num experimento sobre a condutividade elétrica de uma solução, que é uma medida de sua facilidade de conduzir corrente elétrica. Assim, quanto maior a quantidade de íons dissociados, maior será a condutividade da solução. Num experimento, uma solução aquosa de ácido sulfúrico foi gradualmente adicionada a um recipiente equipado com uma célula de condutividade contendo inicialmente 40 mL de uma solução de hidróxido de bário ($Ba(OH)_2$) de concentração $0,0125 \text{ mol/L}$, conforme a figura. Enquanto o ácido era adicionado, foram tomadas medidas relativas à condutividade elétrica da solução. O gráfico registra os dados de condutividade em função do volume de solução ácida adicionada (V_a). Determine o pH da solução ácida que apresenta condutividade elétrica igual a $70 \text{ } \mu\text{mho/cm}$.



Q.9. (0,6) A Eletroquímica também é um campo de aplicação do ácido sulfúrico. Por exemplo, uma solução diluída de ácido sulfúrico foi eletrolisada com eletrodos inertes durante um período de 193 s . O gás produzido no cátodo foi devidamente recolhido sobre a água à pressão total de $0,860 \text{ atm}$ e à temperatura de 27°C . O volume obtido do gás foi de 300 mL . Determine a corrente elétrica média utilizada na eletrólise. (Considere a aproximação de que a pressão de vapor da água a 27°C é de $0,040 \text{ atm}$.)

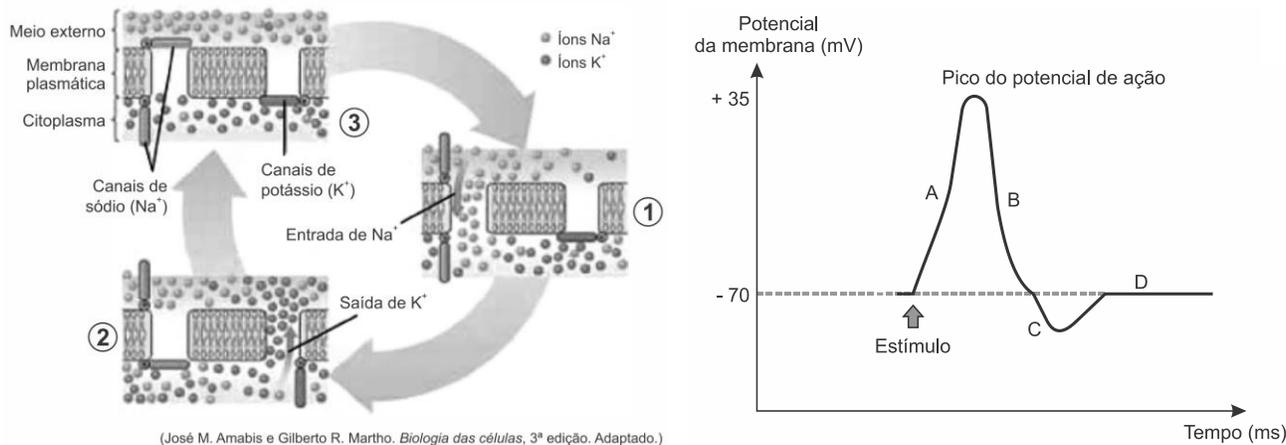
Q.10. (0,4) Finalmente, podemos mencionar a aplicação do ácido sulfúrico em um dos métodos para determinar o teor de bicarbonato de sódio em comprimidos antiácidos, que é realizado utilizando-se a aparelhagem esquematizada na figura. Escreva as equações que representam as reações químicas que ocorrem no erlenmeyer e no tubo de retenção.



BIOLOGIA

Texto para os itens B.1 e B.2

A figura mostra a distribuição dos íons Na^+ e K^+ na membrana plasmática de um neurônio, mediante estímulo externo, em três diferentes momentos que se sucedem. Enquanto isso, o gráfico mostra as variações do potencial elétrico da membrana plasmática deste neurônio, em milivolts (mV), em função do tempo, em milissegundos (ms).



B.1. (0,5) Associe as etapas de polarização e despolarização a um dos momentos ilustrados na figura (1, 2 ou 3) e a uma das fases representadas no gráfico (A, B, C ou D).

B.2. (0,6) Sabe-se que o sistema nervoso pode ser afetado por diferentes patógenos, como vírus, bactérias, fungos, etc. Cada um desses agentes pode manifestar-se clinicamente de diversas formas, com predileção por determinados tipos de acometimento. Sobre esse tema, complete os campos (X), (Y), (Z) e (W).

A ____ (X) ____ do SNC é um importante problema de saúde pública, principalmente em regiões onde as condições sanitárias são deficientes. É a infecção parasitária mais comum do sistema nervoso central e se caracteriza pela instalação, no cérebro, de uma larva da *Taenia solium* que pode causar sequelas neurológicas graves.

Já a ____ (Y) ____ é causada por um protozoário, sendo especialmente grave em gestantes, pois o parasita pode passar para o feto e prejudicar o sistema nervoso do bebê. Geralmente, a transmissão ocorre pela ingestão de cistos do parasita presente nas fezes de gatos.

Enquanto isso, o ____ (Z) ____ é causado por uma espécie de bactéria anaeróbica do gênero clostrídio, que libera neurotoxinas, resultando em distúrbios neuromusculares, geralmente através da ingestão de alimentos enlatados, onde há pouco oxigênio.

Finalmente, outra parasitose que pode lesar o sistema nervoso é a ____ (W) ____, causada por um protozoário denominado *Trypanosoma brucei*, e cujo contágio ocorre pela picada da mosca tsé-tsé.

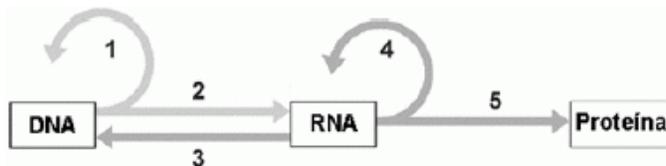
Texto para os itens B.3 a B.5

“Com o avanço da genética e da biologia molecular, o conhecimento sobre os processos que regem a fisiologia de uma célula se tornou cada vez mais voltado à atividade proteica. Diversos papéis são atribuídos a outras classes de moléculas, como glicídios e lipídios. Ainda assim, mesmo que indiretamente, todo o funcionamento parece depender das proteínas. A síntese de uma proteína e sua relação com o código genético ficaram conhecidos como o ‘Dogma Central da Biologia Molecular’.”

Fonte: <https://www.proenem.com.br/enem/biologia/transcricao-e-traducao/>

Em relação ao tema descrito no excerto, responda aos itens a seguir.

B.3. (0,3) O esquema ao lado representa o “Dogma Central da Biologia Molecular”, indicando o fluxo de informações do código genético. Identifique a subfase da interfase em que ocorre o processo 1 e a enzima que catalisa o processo 3, de síntese de DNA complementar a partir de RNA mensageiro.



B.4. (0,35) Pesquisadores cultivaram um calo vegetal em meio contendo uracila marcada radioativamente. Após alguns dias, as células do calo foram analisadas ao microscópio para identificação de estruturas celulares que continham polímeros com uracila radioativa. Utilize o código (1 a 8) para identificar as estruturas celulares em que foram encontrados os polímeros marcados.

| | | | |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1 – cloroplasto | 2 – complexo de Golgi | 3 – lisossomo | 4 – mitocôndria |
| 5 – nucléolo | 6 – retículo endoplasmático rugoso | 7 – retículo endoplasmático liso | 8 – vacúolo |

B.5. (0,4) Com base na Tabela do Código Genético fornecida, que lista todos os possíveis códons, analise a sequência de códons a seguir e indique o número de aminoácidos incorporados à cadeia polipeptídica. Indique também o primeiro e o último aminoácido incorporados a esta cadeia polipeptídica gerada.

CCGAUCUACAUGCGGUCUUCAUCA...
 ...AAUCGGCCGUAGGUAAAUCCGUA

| | | Segunda base | | | | |
|---------------|---|---|---|--|--|------------------|
| | | U | C | A | G | |
| Primeira base | U | UUU } Fenilalanina (FEN) UUC } UUA } Leucina (LEU) UUG } | UCU } Serina (SER) UCC } UCA } UCG } | UAU } Tirosina (TIR) UAC } UAA } Códons de parada UAG } | UGU } Cisteína (CIS) UGC } UGA } Códon de parada UGG } Triptofano (TRP) | U C A G |
| | C | CUU } Leucina (LEU) CUC } CUA } CUG } | CCU } Prolina (PRO) CCC } CCA } CCG } | CAU } Histidina (HIS) CAC } CAA } Glutamina (GLN) CAG } | CGU } Arginina (ARG) CGC } CGA } CGG } | U C A G |
| | A | AUU } Isoleucina (ILE) AUC } AUA } AUG } Metionina (MET) ou códon de iniciação | ACU } Treonina (TRE) ACC } ACA } ACG } | AAU } Asparagina (ASN) AAC } AAA } Lisina (LIS) AAG } | AGU } Serina (SER) AGC } AGA } Arginina (ARG) AGG } | U C A G |
| | G | GUU } Valina (VAL) GUC } GUA } GUG } | GCU } Alanina (ALA) GCC } GCA } GCG } | GAU } Aspartato (ASP) GAC } GAA } Glutamato (GLU) GAG } | GGU } Glicina (GLI) GGC } GGA } GGG } | U C A G |

Texto para os itens B.6 e B.7

“Nos vegetais superiores, a regulação do metabolismo, o crescimento e a morfogênese muitas vezes dependem de sinais químicos de uma parte da planta para outra, conhecidos como hormônios, os quais interagem com proteínas específicas, denominadas receptoras.”

Fonte: Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

B.6. (0,5) Identifique o hormônio vegetal mais adequado para cada uma das descrições a seguir:

- 1 – Promove o amadurecimento de muitos tipos de frutos; aumenta a taxa de senescência; promove a formação da raiz e de pelos da raiz.
- 2 – Promove a formação de raízes laterais e adventícias; regula o desenvolvimento dos frutos; atua no fototropismo e no gravitropismo.
- 3 – Regula a divisão celular em caules e raízes; estimula a germinação de sementes; retarda a senescência foliar.
- 4 – Estimula o alongamento do caule, o desenvolvimento do pólen, o crescimento do tubo polínico, o crescimento do fruto e o desenvolvimento e a germinação da semente; regula a determinação do sexo.

B.7. (0,5) Além dos hormônios vegetais, também é importante conhecer os atributos dos principais tecidos. Sobre esse tema, identifique o tecido vegetal mais adequado para cada uma das descrições a seguir:

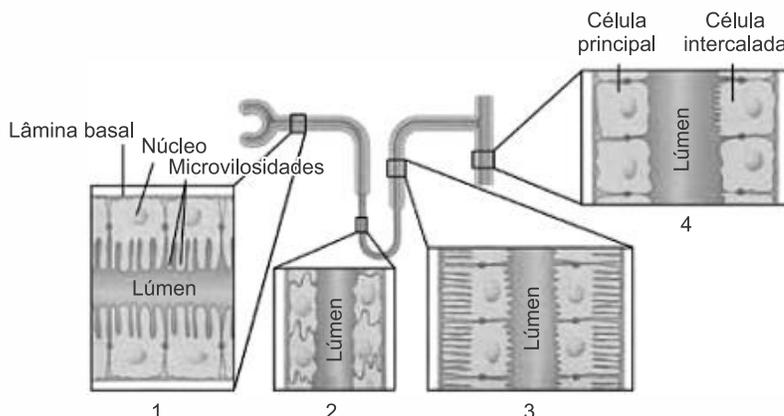
- 1 – Formado por células vivas, cuja função geral é o preenchimento de espaços internos da planta.
- 2 – Formado por células com grande capacidade de divisão e que descendem diretamente de células embrionárias.
- 3 – É um tecido de sustentação constituído por células vivas, dotadas de paredes com reforços extras de celulose.
- 4 – Constituído por células mortas, tem paredes impregnadas de lignina e sua função é a sustentação esquelética do corpo da planta.

Texto para os itens B.8 e B.9

A figura ilustra células, com diferentes morfologias, localizadas em certas regiões de um néfron e no ducto coletor existente no rim humano. Essas regiões estão indicadas de 1 a 4 na figura.

B.8. (0,5) Identifique os nomes e os respectivos números (1, 2, 3 ou 4, conforme imagem) correspondentes às regiões que realizam a maior parte da reabsorção dos solutos e da água contidos no filtrado glomerular.

B.9. (0,45) A respeito da interação entre os rins e o Sistema Endócrino, identifique os hormônios mais adequados para cada descrição a seguir:



(Christopher D. Moyes et al. *Princípios de fisiologia animal*, 2010. Adaptado.)

- 1 – Hormônio produzido e secretado pelos rins quando há queda da pressão parcial do oxigênio na corrente sanguínea, por exemplo em grandes altitudes ou em ocorrências patológicas, atuando na medula óssea vermelha.
- 2 – Hormônio produzido pelas paratireoides e que atua na liberação de cálcio pelos ossos, aumentando a absorção de cálcio pelo intestino, e na reabsorção pelos rins. O excesso deste hormônio pode causar fragilidade dos ossos e cálculos renais.
- 3 – Hormônio sintetizado pelas glândulas adrenais e que aumenta a retenção de íons sódio pelos rins e a excreção de potássio, levando à retenção de água no corpo e, conseqüentemente, aumentando a pressão arterial.

Texto para os itens B.10 e B.11

“Os primeiros estudos sobre os efeitos da endogamia em plantas foram realizados por Charles Darwin. O estudo da endogamia teve seu interesse inicial em sistemas reprodutivos de plantas, para explicar por que as numerosas espécies de plantas têm sistemas que impedem a autofecundação, e por que a reprodução por cruzamento prevalece na natureza.”

(Fonte: Adaptado de G. Álvarez, F. C. Ceballos e T. M. Berra. *Biological Journal of the Linnean Society*, Londres, v. 114, p. 474-83, fev. 2015.)

B.10. (0,45) A partir de uma planta com genótipo Aa (geração S_0), representada a seguir, qual é a distribuição de cada genótipo na N -ésima geração (geração S_N) de autofecundação, em função de N ? Considere que as plantas de genótipo AA , Aa e aa apresentam igual probabilidade de sobrevivência, a ocorrência exclusiva de autofecundação, e que os tamanhos das progênes das gerações S_1 , S_2 , S_3 , etc, são infinitos. (A título de exemplo, a imagem a seguir mostra que, na geração S_1 , a distribuição de cada genótipo é: $1/4$ de AA , $2/4$ de Aa e $1/4$ de aa .)

$$\begin{array}{l} \text{Geração } S_0: \quad \quad \quad Aa \\ \text{Geração } S_1: \quad \frac{1}{4} AA, \frac{2}{4} Aa, \frac{1}{4} aa \end{array}$$

B.11. (0,45) Considere o cruzamento de parentais duplo heterozigotos para os genes A e B localizados em cromossomos diferentes. Utilizando o código abaixo (1 a 6), indique a associação mais adequada com a proporção de cada item.

| | | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 – epistasia dominante | 2 – epistasia recessiva | 3 – herança poligênica / quantitativa |
| 4 – interação gênica | 5 – pleiotopia | 6 – segregação independente |

- 1 – Proporção fenotípica na geração $F1$ de 9 : 3 : 4 para uma única característica.
- 2 – Proporção fenotípica na geração $F1$ de 9 : 3 : 3 : 1 para uma única característica.
- 3 – Proporção fenotípica na geração $F1$ de 1 : 4 : 6 : 4 : 1 para uma única característica.