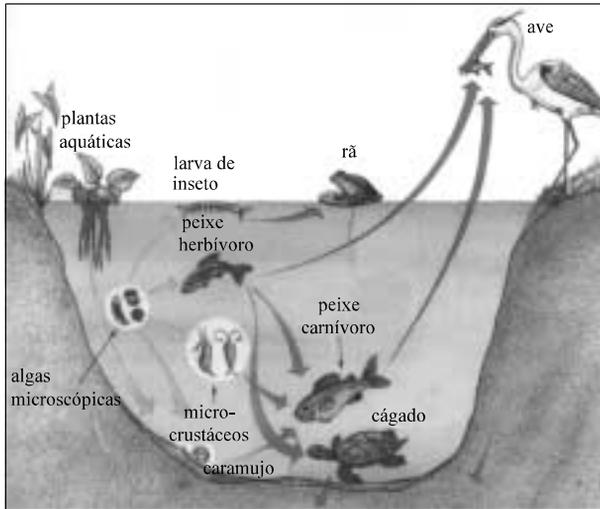


## BIOLOGIA

## QUESTÃO 1

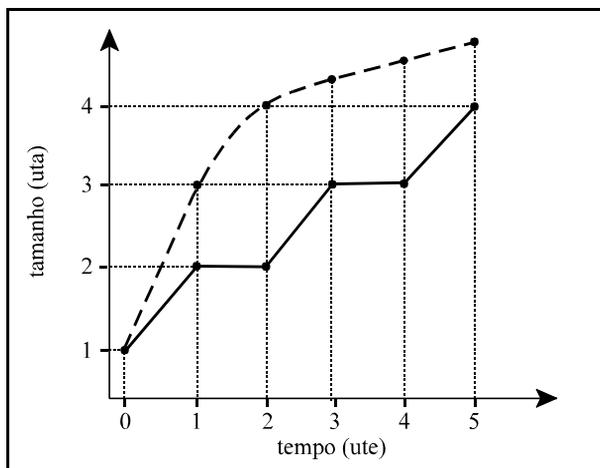


Sônia Lopes. *Biologia*. São Paulo: Saraiva, 1999, p. 541 (com adaptações).

Com base na figura acima, calcule uma das quantidades solicitadas nas opções a seguir.

- o número de elementos do conjunto formado pelos animais cordados (valor = 0,5 ponto)
- o número de elementos do conjunto formado pelos animais cordados ou heterótrofos (valor = 0,7 ponto)
- o número de níveis tróficos representados na figura somado ao número de elementos da interseção do conjunto dos animais cordados com o conjunto dos animais heterótrofos (valor = 1,0 ponto)

## QUESTÃO 2



O gráfico acima representa curvas de crescimento de organismos de duas espécies distintas — artrópode e não-artrópode — selecionadas para estudo. O tamanho de cada organismo está representado em unidades de tamanho (uta) e o tempo, em unidades de tempo (ute). Considere o ponto (0, 1) como o momento do nascimento de ambos os organismos. Esse momento não deve ser considerado uma muda para o organismo artrópode. Para a marcação na folha de respostas, escolha apenas uma das opções abaixo e calcule o que se pede, com base no gráfico apresentado.

- Determine o tamanho do organismo não-artrópode, em uta, no instante 2 ute. (valor = 0,5 ponto)
- Calcule a quantidade de mudas observadas na curva de crescimento do organismo artrópode, multiplicando por 55 a quantidade obtida. (valor = 0,7 ponto)
- Determine o instante de tempo, em ute, em que ocorre a primeira muda do artrópode, multiplicando por 73 a quantidade obtida. (valor = 1,0 ponto)

## QUESTÃO 3

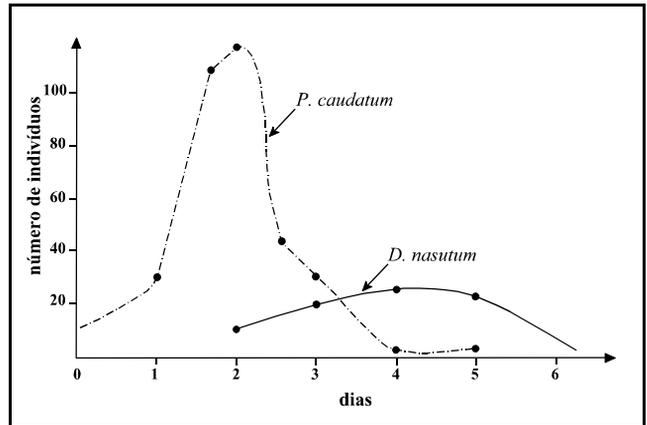


Gráfico A

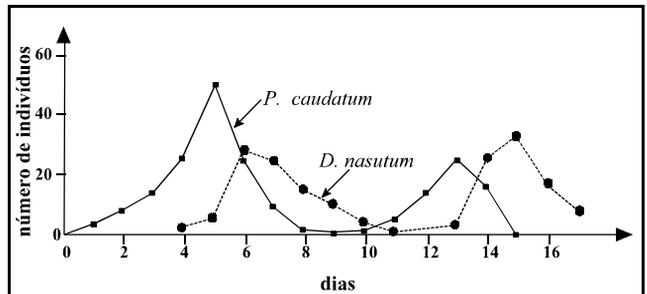


Gráfico B

Os gráficos A e B acima — adaptados de R. Dajoz. *Ecologia Geral*, p. 253 — mostram os resultados de dois experimentos de dinâmica populacional de *Paramecium caudatum* e *Didinium nasutum* ao longo do tempo, criados juntos em um mesmo meio de cultura. O experimento do gráfico A foi realizado sem migração, enquanto o experimento do gráfico B foi realizado com migrações periódicas de dois dias. Acerca da biologia desses organismos e das condições de experimento dos dados apresentados e das interações populacionais, julgue os itens abaixo.

- P. caudatum* é um protozoário pertencente à classe dos flagelados.
- De acordo com os gráficos A e B, *D. nasutum* e *P. caudatum* mantêm uma relação de protozoocoopeção.
- No gráfico B, observa-se que ambas as populações encontram-se em equilíbrio dinâmico.
- P. caudatum* e *D. nasutum*, nos experimentos conduzidos, constituem uma comunidade.
- Nesses experimentos, existem apenas dois níveis tróficos: *P. caudatum* e *D. nasutum*, que correspondem, respectivamente, a produtores e consumidores primários.

RASCUNHO

## QUESTÃO 4

Segundo Bill Gates, as únicas grandes indústrias que terão sucesso serão as que sucatearem seus próprios produtos antes que outra o faça. Isso chama a atenção para a importância da reciclagem no cenário econômico contemporâneo. A respeito desse tema e da sua relação com o meio ambiente, julgue os itens que se seguem.

- 1 A reciclagem é a política prioritária para lidar com resíduos sólidos na concepção de desenvolvimento sustentável consagrada na Agenda 21, um dos mais significativos resultados da conferência mundial sobre o meio ambiente que o Brasil sediou — a Rio-92.
- 2 O UNICEF preocupa-se com a problemática dos lixões devido, principalmente, ao risco de contaminação dos lençóis subterrâneos.
- 3 O sucateamento de produtos, de que fala Bill Gates, pode corresponder a um padrão de consumo antiecológico imposto pela estrutura econômica.
- 4 Um dos gases resultantes da decomposição da matéria orgânica existente no lixo é um alceno.

## QUESTÃO 5

Exatamente 2,5% dos pacientes do Hospital Provincial de Alotau, em Papua-Nova Guiné, sofreram trauma causado por cocos. Se as frutas caem de uma altura em torno de 25 m, são aceleradas a 10 m/s<sup>2</sup> e têm de 1 kg a 4 kg, temos um impacto considerável. Jamais saberíamos de tudo isso se não fosse a exaustiva pesquisa “Contusões devidas a cocos cadentes”, de Peter Barss, da Universidade McGill, do Canadá, merecidíssimo vencedor do Prêmio Ig Nobel de Medicina, em outubro de 2001. Verdade que a contribuição de Barss à ciência foi menor que a descoberta dos reguladores-chave do ciclo celular, feita por Hatwell, Hunt e Nurse, que também ganharam um prêmio em 2001 (Nobel de Medicina de 2001). Mas, certamente, a pesquisa dos cocos interessa mais ao povo de Papua-Nova Guiné. O Ig Nobel premia todo ano as pesquisas mais esdrúxulas do mundo.

*Superinteressante*, n.º 170, nov./2001, p. 24 (com adaptações).

A partir do texto acima, julgue os seguintes itens.

- 1 Os cocos de 4 kg são mais perigosos que os cocos de 1kg porque, por serem mais pesados, chegam muito mais rapidamente ao chão, não dando tempo de o transeunte se desviar quando ouve o som do coco se desprendendo da árvore.
- 2 O endosperma é a única parte do coco explorada comercialmente.
- 3 A disseminação do coco é um exemplo de estratégia de dispersão de sementes pelos animais.
- 4 Sabendo que a osteoporose é uma doença que afeta os ossos, podendo ser provocada pela diminuição da ingestão de cálcio, é correto afirmar que beber água de coco pode agravar essa doença.

## QUESTÃO 6

Os alunos que ingressaram este ano no curso de medicina da Universidade de São Paulo (USP) verão menos sangue que os veteranos durante a estada na faculdade. Pela primeira vez, a USP vai abolir o sacrifício de cães em aulas que tratam do efeito de drogas na função cardiopulmonar. Nessa disciplina, os estudantes testemunham os efeitos de várias substâncias sobre os batimentos cardíacos e a frequência respiratória. Agora, em vez de verem essas reações no tórax aberto de um animal anestesiado, que depois será morto, os alunos aprenderão com uma simulação em computador.

*Superinteressante*, ano 15, n.º 6, jun./2001, p. 81 (com adaptações).

A partir do texto acima, que trata da polêmica discussão em torno de experiências com animais, julgue os itens a seguir.

- 1 Para o estudo do efeito das drogas na função cardiopulmonar, é possível registrar a frequência cardíaca dos animais, captando-se sinais elétricos.
- 2 A maconha não constituiria um bom exemplo para o estudo do efeito de drogas na função cardiopulmonar, porque ela não afeta os batimentos cardíacos, apenas a coordenação motora.
- 3 O sacrifício de cães citado no texto pode ser questionado do ponto de vista ético e expressa uma relação de dominação do homem sobre a natureza.
- 4 A anestesia no cão de que fala o texto não poderia ser a anestesia geral, e sim no local do corte, para não afetar a função cardiopulmonar do animal.

## Texto I – questões 7 e 8

No Parque Estadual da Serra da Tiririca, no Rio de Janeiro, o Projeto Flora tem o propósito de coletar, identificar e estudar as plantas nativas da região. Já foram descritas e identificadas mais de 500 espécies de vegetais, entre plantas ornamentais (orquídeas e bromélias) e ervas medicinais, algumas raras e ameaçadas de extinção. Além dessas, também são encontradas plantas já conhecidas, como o pau-brasil, o palmito juçara e a pata-de-vaca, entre outras.

Na área marinha, foram registradas 98 espécies de algas, entre elas uma pertencente ao gênero *Sargassum*.

Além desse projeto, outros levantamentos realizados acerca da fauna e da flora do parque mostram que a região já abrigou animais raros, como o mico-leão dourado e o jabuti-de-cabeça-vermelha. Ainda hoje, podem ser encontrados a preguiça, o pássaro tiê-sangue, a jibóia, o cachorro-do-mato, o gato-mourisco e populações de mico-estrela, além de centenas de outros vertebrados e invertebrados.

Andréa Guedes. *Bromélias e orquídeas com vista para o mar*. *In: Ciência Hoje*, v. 30, n.º 180, mar./2002, p. 46-9 (com adaptações).

## QUESTÃO 7

Considerando o texto I, julgue os itens subseqüentes.

- 1 As duas primeiras espécies de “plantas já conhecidas”, citadas nas linhas 7 e 8, são exemplos de angiospermas dicotiledôneas e monocotiledôneas, respectivamente.
- 2 Uma das características das bromélias é que elas abrigam uma fauna e uma microflora especiais, onde podem se desenvolver inúmeros insetos, protozoários, bactérias e anfíbios.
- 3 O gênero *Sargassum* refere-se a algas pardas, cujo tamanho varia de poucos centímetros a vários metros, podendo inclusive dificultar a navegação em locais onde há grande abundância desses organismos.
- 4 No caule das plantas citadas nas linhas 5, 7 e 8, encontram-se estruturas primárias e secundárias, responsáveis pela sua sustentação.
- 5 Quanto ao aspecto reprodutivo nas plantas citadas nas linhas 5 e 8, há predominância da fase de gametófito sobre a de esporófito.

## QUESTÃO 8

Ainda com relação ao texto I, julgue os itens a seguir.

- 1 No texto, é citado um marsupial que apresenta movimentos lentos devido à ausência de atos reflexos medulares.
- 2 No texto, são citados três exemplos de animais com desenvolvimento indireto, porém o que os diferencia é a presença, ou não, dos anexos embrionários.
- 3 Os animais da ordem carnívora, como os dois tipos citados na linha 16 do texto, apresentam um intestino mais curto que o dos animais herbívoros.
- 4 Quanto ao revestimento, todos os animais citados no texto apresentam um epitélio estratificado, com ou sem anexos.

## Texto II – questões de 9 a 11

As intermedinas estão relacionadas aos hormônios sintetizados pela hipófise, mais particularmente aos peptídeos melanocortinas (MSH), conhecidos por seus efeitos estimuladores na pigmentação da pele e na síntese de hormônios esteróides pelas glândulas adrenal e gonadal.

O tratamento com MSH acelera a síntese do pigmento natural melanina e causa escurecimento da pele em humanos, o que pode ser detectado em 24 horas. Os mamíferos possuem células que sintetizam melanina — os melanócitos — e a armazenam nos melanossomos. Sob a ação do MSH, os melanócitos transferem os melanossomos para as células da pele (queratinócitos). Além da hipófise, as melanocortinas são sintetizadas em vários neurônios do sistema nervoso central e em células dos tecidos periféricos. Tem sido descrito que as melanocortinas interferem em várias funções fisiológicas, como regulação da temperatura corporal, crescimento fetal, secreção de prolactina, proteção do miocárdio em caso de isquemia, redução dos estoques de gordura corporal, entre outras. Atualmente, tem sido alvo de maior atenção o seu envolvimento no controle do balanço energético.

A leptina é um hormônio secretado pelas células do tecido adiposo. Ao ser liberada na circulação periférica, age no sistema nervoso central — mais especificamente, no hipotálamo —, inibindo o apetite. A ligação de leptina aos receptores de neurônios hipotalâmicos estimula a secreção de melanocortinas, que, por sua vez, se ligam a outros neurônios, responsáveis pela diminuição do apetite. Entretanto, a perda de peso observada com o tratamento com MSH é maior que a supressão do apetite, sugerindo uma ação direta das melanocortinas na mobilização dos depósitos periféricos de gordura.

Celso Cândido Coimbra e Rodrigo Bastos Fóscolo. *In: Ciência Hoje*, v. 30, n.º 77, nov./2001, p. 6 (com adaptações).

## QUESTÃO 9

Considerando o texto II, julgue os itens subseqüentes.

- 1 Anatomicamente, a hipófise e a adrenal possuem três e duas regiões, respectivamente.
- 2 Uma das glândulas citadas no primeiro parágrafo do texto produz hormônios derivados do colesterol, como, por exemplo, os glicocorticóides.
- 3 Entre os hormônios esteróides gonadais, está a aldosterona, que atua nos caracteres sexuais secundários.
- 4 Hipófise, adrenal e gônada são glândulas tubulosas e alveolares, respectivamente.
- 5 De acordo com as informações do quinto período sintático do texto, os neurônios e os tecidos periféricos, juntamente com a hipófise, formam um tipo de glândula endócrina.

## QUESTÃO 10

Ainda considerando o texto II, julgue os itens seguintes.

- 1 Segundo as informações do texto, é correto concluir que os “queratinócitos” (l.12) fazem parte do tecido epitelial.
- 2 Além da interferência das melanocortinas, o crescimento fetal depende da ação de hormônios placentários e não de hormônios maternos.
- 3 A prolactina é um hormônio esteróide-hipotalâmico regulador do desenvolvimento das glândulas mamárias.
- 4 O tecido adiposo é um tipo de tecido conjuntivo constituído por células que têm um grande vacúolo central de gordura que aumenta ou diminui, dependendo do metabolismo.
- 5 Os lipídios caracterizam-se pela baixa solubilidade em água.

## QUESTÃO 11

Segundo Alan Templeton, pesquisador norte-americano, diferentemente de outras espécies de mamíferos, não há raças entre os humanos porque as diferenças genéticas entre grupos das mais distintas etnias são insignificantes. Ou seja, não importam a cor da pele, as feições do rosto, a estatura ou a origem geográfica de qualquer ser humano: geneticamente, somos todos muito semelhantes. Curiosamente, foi no Brasil que Templeton tomou consciência de que o conceito de raça poderia ser puramente cultural: “Em minha primeira visita ao Brasil, em 1976, eu descobri que a classificação racial usada pelos brasileiros não era a mesma usada nos Estados Unidos da América; que a mesma pessoa poderia ser classificada de forma bem diferente nos dois países. Aquela experiência me ensinou então que o conceito de raça não é necessariamente biológico. Infelizmente, a noção popular de raça esteve sempre tão vinculada erroneamente à biologia que será difícil derrubar essa crença”. Os genes relacionados com características físicas, como a cor da pele, são tão poucos que perdem significado se comparados ao número total de genes.

*Seja racista se for capaz*. *In: Veja*, n.º 1.520, 1998 (com adaptações).

Considerando o tema do texto acima e o conteúdo do texto II, julgue os itens a seguir.

- 1 Um dos conceitos mais aceitos de espécie biológica é fundamentado no isolamento reprodutivo na natureza, o qual, na maioria das vezes, é consequência de um isolamento geográfico.
- 2 A mutação é a fonte primária de toda a variabilidade genética existente.
- 3 Em Biologia, a palavra **evolução** significa mudança sem direção, enquanto, no vocabulário geral da língua portuguesa, um de seus sentidos é desenvolvimento progressivo de uma idéia, acontecimento, ação, movimento progressivo.
- 4 Características como estatura e cor da pele são o resultado da ação combinada de vários genes, associada com uma interação com o ambiente. Dessa forma, indivíduos com o mesmo genótipo para estatura podem ter fenótipos distintos em decorrência de diferenças nos componentes alimentares.
- 5 Considerando a “noção popular de raça” (l.16), referida por Alan Templeton, um indivíduo tratado com MSH pode, após o tratamento, ser considerado de raça diferente daquela a que pertencia antes do tratamento.

## QUESTÃO 12

É comum, próximo a alguns locais de pesca, a observação de placas que oferecem boró como ótima isca. Os borós, crêm alguns produtores, são vermes que surgem do arroz, sem a necessidade de organismos parentais. Na verdade, borós são larvas de insetos. Acerca desse tema, julgue os itens abaixo.

- ❶ A crença dos produtores a respeito da origem dos vermes está de acordo com a hipótese de geração espontânea, que foi descartada na Biologia, após os experimentos de Pasteur com microrganismos.
- ❷ O esperado é que o boró deva sofrer várias mudas, imobilizar-se, transformando-se em pupa, e passar por um processo de metamorfose completa.
- ❸ O adulto do boró é um organismo multicelular que apresenta três pares de patas, dois pares de antenas, um par de asas e um par de pulmões.
- ❹ Quando os vermes são visíveis no arroz, isso significa que esse alimento está em processo de decomposição e que podem ser encontrados também fungos e bactérias.

## Texto III – questões de 13 a 15

Em 2001, foi criado o Programa Nacional da Triagem Neonatal, cuja verba passou a permitir que os profissionais da rede do Sistema Único de Saúde (SUS) nos estados e municípios identifiquem, por meio do teste do pezinho, aqueles bebês portadores de doenças congênitas, tratem-nos precocemente e acompanhem seu desenvolvimento. A partir daquela ocasião, o alcance do exame do SUS está sendo ampliado e passa a detectar várias doenças e não apenas duas, como anteriormente: além do hipotireoidismo e da fenilcetonúria, o teste passa agora a detectar também a fibrose cística, as doenças falciformes e outras hemoglobinopatias.

A fibrose cística é uma doença genética autossômica recessiva, de origem européia, cuja incidência no Brasil foi estimada em 1 em cada 2.000 nascidos vivos. Os principais sintomas são: pneumonias repetitivas, diarreia com gordura, desnutrição e produção de suor excessivamente salgado. As pneumonias repetitivas são decorrência do excesso de muco retido nos pulmões. Esse excesso de muco é consequência de a proteína “reguladora transmembranar da fibrose cística” estar defeituosa.

A anemia falciforme é também uma doença autossômica recessiva, mas de origem africana, cuja incidência no Brasil foi estimada em 1 em cada 1.000 nascidos vivos. A causa molecular da doença é uma mutação no gene da cadeia beta da hemoglobina, que altera as características da molécula da hemoglobina, de forma que as hemácias passam a ter uma forma de *foice* sob condições de baixa taxa de oxigênio. Essas hemácias são destruídas prematuramente, produzindo anemia. Um fato interessante é que pessoas com anemia falciforme em geral não desenvolvem malária, pois a presença do *Plasmodium* causa uma baixa na taxa de oxigênio, a hemácia passa a ter a forma de *foice* e é eliminada juntamente com o parasita.

Informe Saúde, ano 5, n.º 117, jun./2001 (com adaptações).

## QUESTÃO 13

Com relação ao texto III, julgue os itens abaixo.

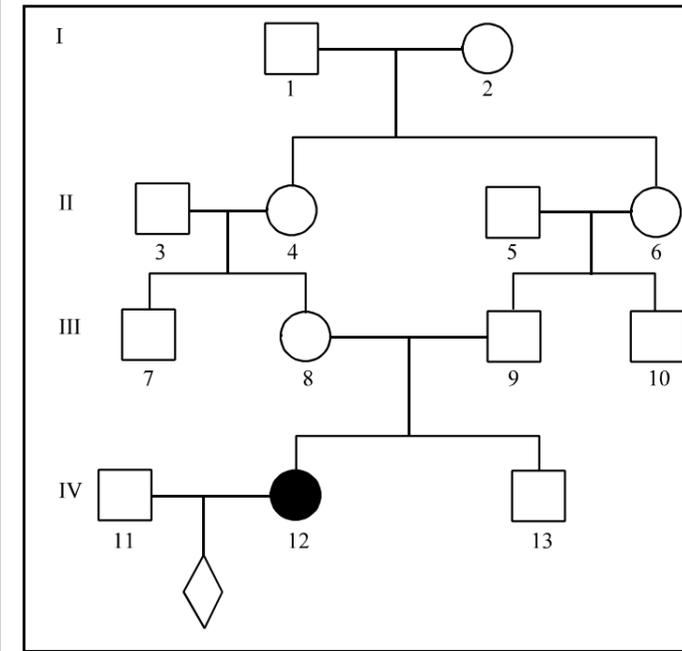
- ❶ De acordo com o texto, os sintomas apresentados tanto pelos pacientes com fibrose cística quanto pelos pacientes com anemia falciforme não têm nenhuma relação com o meio ambiente.
- ❷ As proteínas defeituosas são produzidas no complexo de Golgi e então transportadas para o retículo endoplasmático agranular, que desempenha um papel fundamental na secreção celular.
- ❸ Os problemas pulmonares referidos no texto ocorrem devido à ruptura das paredes alveolares, o que ocasiona um aumento nas trocas gasosas.
- ❹ A pneumonia é causada por uma bactéria cujo modo de transmissão é a inalação de ar contaminado. Esse microrganismo encontra no excesso de muco pulmonar dos pacientes com fibrose cística um excelente meio de cultura para sua proliferação.

## QUESTÃO 14

Ainda considerando o texto III, julgue os itens que se seguem.

- ❶ Similarmente à AIDS, a malária é transmitida via contato sexual; portanto, a melhor medida profilática dessa doença é o uso de preservativos.
- ❷ A mutação, apesar de ser freqüentemente utilizada como uma desvantagem para aquele que a apresenta, não constitui necessariamente uma situação desfavorável.
- ❸ No Brasil, a anemia falciforme é considerada um caso de saúde pública, em decorrência do perfil populacional do país, que recebeu uma alta migração africana até o século XIX, devido ao tráfico de escravos.
- ❹ A alteração na taxa de oxigênio mencionada no último período do texto implica também uma alteração na produção metabólica de gás carbônico, levando o indivíduo à asfixia.

## QUESTÃO 15



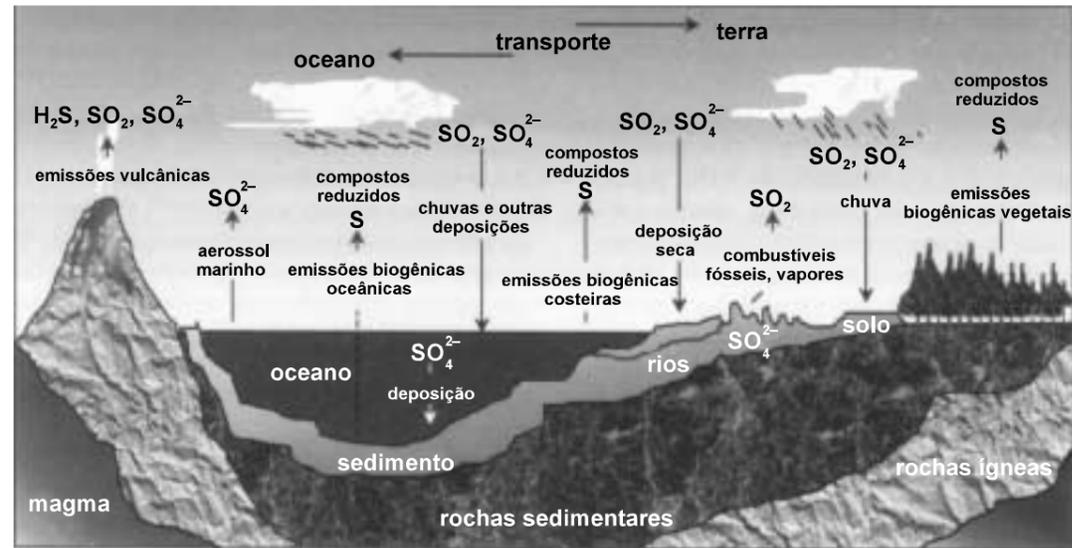
As doenças autossômicas recessivas ocorrem mais freqüentemente em casais consanguíneos, mas podem ocorrer também em prole de casais não-aparentados entre si. Considerando o heredograma acima e o texto III, escolha apenas uma das opções a seguir e calcule o que se pede. Para a marcação na **folha de respostas**, multiplique a quantidade calculada por 1.000 e despreze a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) Calcule a probabilidade de o indivíduo 13 ser heterozigoto para fibrose cística, supondo que nem ele nem seus pais sejam afetados por essa doença, mas o indivíduo 12 o seja. (valor = 0,5 ponto)
- (b) Calcule a probabilidade de o indivíduo 11 ser heterozigoto para fibrose cística, considerando que, conforme o texto III, a incidência dessa enfermidade no Brasil é de 1 em 2.000 nascidos vivos, o que significa dizer que a freqüência do alelo normal é de aproximadamente 0,98 e a do alelo mutante é de aproximadamente 0,02. (valor = 0,7 ponto)
- (c) Calcule a probabilidade de o casal 11–12 ter uma criança com fibrose cística, independentemente do sexo, considerando as informações relativas a essa enfermidade dadas na opção (b). (valor = 1,0 ponto)

## RASCUNHO

## QUÍMICA

## Texto I – questões de 1 a 3



Há muitas incertezas com relação às fontes, às reações e ao destino das espécies de enxofre no ar, mas é certo que os compostos de enxofre entram na atmosfera em grande parte por meio da atividade humana e principalmente na forma de  $\text{SO}_2$ . As principais fontes antropogênicas de emissão desse gás são a queima dos combustíveis fósseis e as atividades industriais, como o refino de petróleo, a indústria de cimento e a metalurgia, entre outras, enquanto a atividade vulcânica é a principal fonte responsável pelas emissões naturais de  $\text{SO}_2$ . A figura acima mostra as principais fontes de emissão e deposição das espécies de enxofre na natureza. A tabela ao lado apresenta estimativas das emissões globais de enxofre atmosférico, em gramas de enxofre por ano.

fontes	hemisfério norte (g/ano)	hemisfério sul (g/ano)
vulcões	$3 \times 10^{12}$	$2 \times 10^{12}$
aerossol marinho	$19 \times 10^{12}$	$25 \times 10^{12}$
biogênico	$54 \times 10^{12}$	$44 \times 10^{12}$
<b>natural total</b>	<b><math>76 \times 10^{12}</math></b>	<b><math>71 \times 10^{12}</math></b>
<b>antropogênico total</b>	<b><math>98 \times 10^{12}</math></b>	<b><math>6 \times 10^{12}</math></b>

Cláudia Rocha Martins e Jailson Bittencourt de Andrade. Química atmosférica do enxofre (IV): emissões, reações em fase aquosa e impacto ambiental. *lv. Química Nova*, v. 25, n.º 2, p. 259-60, 2002 (com adaptações).

## QUESTÃO 1

Considerando a figura e os dados apresentados na tabela do texto I, julgue os itens subsequentes.

- Entre as espécies químicas de enxofre mostradas na figura, o  $\text{SO}_2$  é a que apresenta o maior estado de oxidação para o enxofre.
- As cordilheiras dos Andes e do Himalaia são zonas de dobramentos e, por consequência, poderiam concentrar emissões de  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3^{2-}$ .
- A diferença entre as emissões antropogênicas de  $\text{SO}_2$ , em g/ano, nos hemisférios norte e sul deve-se, em parte, ao processo tardio de industrialização de países localizados no hemisfério sul.
- Se a luz do farol de uma embarcação que navega pelo oceano no período noturno atravessar um aerossol marinho, haverá a possibilidade de se observar o efeito óptico de dispersão da luz pelas partículas que compõem o referido aerossol, denominado efeito Tyndall.
- Considerando os pontos  $P_1 = (3 \times 10^{12}, y_1)$ ,  $P_2 = (19 \times 10^{12}, y_2)$  e  $P_3 = (54 \times 10^{12}, y_3)$ , em que a ordenada de  $P_i$ ,  $1 \leq i \leq 3$ , representa, percentualmente, a contribuição da abscissa de  $P_i$  na emissão total, em g/ano, de enxofre lançado na atmosfera no hemisfério norte pelas fontes naturais, então é correto concluir que, em um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais, os pontos  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  estão sobre uma mesma reta, de declividade positiva.

## QUESTÃO 2

A partir da figura e dos dados apresentados na tabela do texto I, e sabendo que  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$  e  $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g/mol}$ , julgue os itens a seguir.

- Os vulcões, os aerossóis marinhos e as emissões biogênicas constituem exemplos de fontes naturais de emissão de enxofre.
- No hemisfério norte, a quantidade de sulfato lançada na atmosfera pelos aerossóis marinhos é maior que  $7 \times 10^{11} \text{ mol/ano}$ .
- O sulfeto de hidrogênio proveniente de emissões vulcânicas pode ser utilizado por bactérias autotróficas como fonte de hidrogênio para a síntese de substâncias orgânicas.
- Considerando a contribuição antropogênica de emissão de enxofre na atmosfera, é correto estimar que, em média, os países do hemisfério norte lançam diariamente mais que  $2,5 \times 10^5$  toneladas de enxofre no ar a mais que os países do hemisfério sul.

## QUESTÃO 3

Sabendo que  $Z(\text{C}) = 6$ ,  $Z(\text{O}) = 8$  e  $Z(\text{S}) = 16$ , e a partir da figura apresentada no texto I, julgue os itens abaixo.

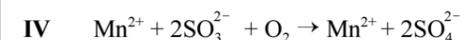
- As moléculas do composto de enxofre liberado na queima de combustíveis fósseis apresentam a mesma geometria espacial que as moléculas do gás carbônico.
- Entre os compostos emitidos pelos vulcões, aquele que apresenta menor estado de oxidação para o enxofre possui ligações iônicas.
- Nos sais de metais alcalino-terrosos ( $\text{ms}^2$ ), cujo ânion aparece explicitamente na figura, a proporção — em quantidade de matéria — entre íons positivos e negativos é 1:1.
- A deposição de sedimentos, como mostrado na figura, é o principal mecanismo para a formação de rochas sedimentares, que, por sua vez, irão formar as rochas ígneas.
- A deposição de sulfato em um oceano, como indicado na figura, requer a formação de um sal insolúvel em água, que se precipita por um processo denominado decantação.

## Texto II – questões de 4 a 6

Comparado a outros gases presentes na atmosfera, o  $\text{SO}_2$  apresenta boa solubilidade em água, o que resulta em um enriquecimento de enxofre no estado de oxidação +4 — S(IV) — na água da chuva, nas nuvens e na neblina. De acordo com o pH, diferentes espécies de S(IV) predominam em soluções aquosas, o que pode ser representado pelas equações da tabela abaixo, na qual  $K_c$  representa a constante de equilíbrio obtida à temperatura de 298 K.

	equação	pH	$K_c$
I	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	< 1,5	1,23
II	$\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{H}^+$	1,5 a 6,5	$1,32 \times 10^{-2}$
III	$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$	> 6,5	$6,42 \times 10^{-8}$

Outras substâncias presentes na atmosfera, como, por exemplo, o  $\text{O}_2$  e o  $\text{O}_3$ , quando dissolvidas em soluções aquosas, contribuem para o processo de oxidação do S(IV). A equação abaixo representa a oxidação do  $\text{SO}_3^{2-}$  por oxigênio atmosférico dissolvido na água, na presença de um íon metálico.



*Idem, ibidem*, p. 262 (com adaptações).

## QUESTÃO 4

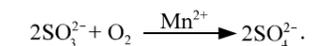
Considerando o texto II, julgue os seguintes itens.

- Na reação direta descrita pela equação II, o reagente é um ácido de Arrhenius.
- Considerando-se apenas os equilíbrios mostrados na tabela, é correto concluir que, para uma solução aquosa em que as concentrações de íons hidróxido e de íons  $\text{H}^+$  sejam iguais, o S(IV) dissolvido apresentará menor concentração de  $\text{HSO}_3^-$ , em mol/L, que o produto das concentrações de  $\text{SO}_3^{2-}$  e  $\text{H}^+$ .
- Um decréscimo em uma população de líquens, provocado pelo  $\text{SO}_2$ , é indicativo de poluição.
- A poluição do ar por dióxido de enxofre acarreta, nos seres humanos, irritação nos olhos e na garganta.

## QUESTÃO 5

Ainda considerando o texto II, julgue os itens que se seguem.

- Se forem considerados apenas os equilíbrios mostrados na tabela, em um meio aquoso cuja concentração hidroxilônica seja igual a  $10^{-1} \text{ mol/L}$ , é correto afirmar que as espécies de S(IV) presentes no equilíbrio descrito pela equação I predominam em solução.
- Para o equilíbrio descrito pela equação II, o produto das concentrações das espécies químicas  $\text{HSO}_3^-$  e  $\text{H}^+$  será sempre uma constante.
- O  $\text{O}_3$  é uma variedade alotrópica do  $\text{O}_2$  indesejável na troposfera.
- A equação IV pode ser corretamente reescrita da seguinte forma



## QUESTÃO 6

Julgue os itens seguintes, referentes às equações químicas representadas no texto II.

- Uma das equações apresentadas viola a lei de Lavoisier.
- Na equação IV, cada átomo de enxofre transfere dois elétrons para cada átomo de oxigênio da molécula de  $\text{O}_2$ .
- O íon metálico que participa da reação representada pela equação IV não interfere na magnitude da energia de ativação da reação.
- O Protocolo de Kyoto — plano de intenções criado para iniciar um controle do aquecimento global — propõe reduzir as emissões de gases poluentes causadores da chuva ácida, como o  $\text{SO}_2$ .

## RASCUNHO

## QUESTÃO 7

A principal causa dos efeitos nocivos do dióxido de enxofre na atmosfera provém do fato de que, no ar, ele é convertido em  $\text{SO}_3$ , que, ao reagir com a água, produz ácido sulfúrico, um ácido forte, cuja concentração de íons  $\text{H}^+$ , provenientes de sua ionização, corresponde a 80% da concentração total inicial de ácido em solução. Em algumas cidades, a quantidade diária de ácido sulfúrico acumulada na atmosfera por metro quadrado de área urbana é de 0,49 g.

Com base nas informações acima e desconsiderando qualquer efeito que interfira nos fenômenos descritos e que não tenha sido explicitamente citado, escolha apenas uma das opções a seguir e faça o que se pede. Para isso, considere que  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,0 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{CaCO}_3) = 100,0 \text{ g/mol}$ ,  $\log_{10} 2 = 0,30$ ,  $\log_{10} 19 = 1,28$  e despreze, para a marcação na **folha de respostas**, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) Determine o pH da chuva em uma das cidades referidas no texto, em uma época do ano na qual a quantidade de chuva que precipita diariamente é igual a  $2,0 \text{ L/m}^2$ . Considere que a chuva dissolva toda a massa de ácido sulfúrico acumulada em um dia na atmosfera. Multiplique a quantidade encontrada por 100. (valor = 0,5 ponto)
- (b) Determine o pH da água de um lago localizado nas imediações de uma das cidades referidas no texto, após um período de chuvas. Considere que o volume total de água no lago antes do período das chuvas era de  $1,0 \times 10^{11} \text{ L}$  de água, com uma concentração hidrogeniônica de  $9 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ . Considere também que, após esse período de precipitação, o lago tenha recebido um volume de  $1,0 \times 10^{10} \text{ L}$  de água da chuva, totalmente originado da precipitação descrita na opção (a), uniformemente distribuído no lago. Multiplique a quantidade encontrada por 100. (valor = 0,7 ponto)
- (c) Calcule o custo, em reais, para neutralizar todo  $\text{H}^+$  adicionado ao lago em decorrência da chuva — considerando os dados fornecidos nas opções (a) e (b) —, utilizando-se carbonato de cálcio, segundo a equação abaixo.
- $$\text{CaCO}_3(s) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$$
- Considere que 1 kg de carbonato de cálcio custe R\$ 0,30. Divida a quantidade calculada por  $10^3$ . (valor = 1,0 ponto)

## QUESTÃO 8

Embora indesejável no ar, a oxidação do  $\text{SO}_2$  nos conversores de uma fábrica é um bom exemplo das inúmeras aplicações industriais dos princípios da físico-química. A conversão de  $\text{SO}_2$  em  $\text{SO}_3$ , na presença de oxigênio e catalisador apropriado, é uma reação exotérmica e reversível, com conversão de 80% em massa, a 600 K. Suponha que a reação mencionada tenha sido simulada em um laboratório para estudo de alguns parâmetros físico-químicos e considere que, nesse experimento:

- a massa inicial de oxigênio foi de 6,4 g;
- a massa de  $\text{SO}_2$  adicionada ao sistema para iniciar a reação foi de 12,8 g;
- a reação foi realizada em um sistema fechado;
- os gases envolvidos na reação comportaram-se idealmente;
- o volume do recipiente utilizado para a reação era igual a 1,6 L;
- a constante universal dos gases é igual a  $8,31 \text{ kPa} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$ ;
- $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$  e  $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g/mol}$ .

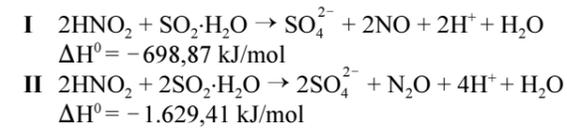
Com base nessas informações e nas condições descritas, escolha apenas uma das opções a seguir e faça o que se pede, desprezando, para a marcação na **folha de respostas**, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) Calcule a massa, em gramas, de  $\text{SO}_3$  obtida ao final do experimento, multiplicando a quantidade calculada por 10. (valor = 0,5 ponto)
- (b) Calcule a pressão parcial, em kPa, exercida pelo  $\text{SO}_3$  no sistema ao final do experimento. (valor = 0,7 ponto)
- (c) Determine a pressão, em kPa, do sistema ao final do experimento. (valor = 1,0 ponto)

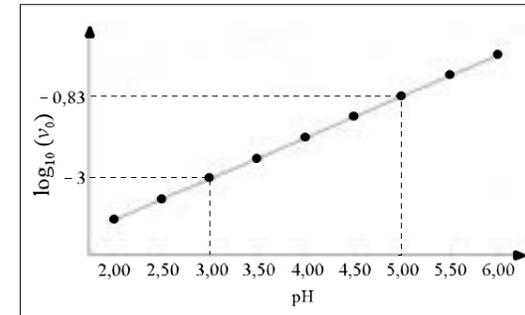
## RASCUNHO

## QUESTÃO 9

Sistemas aquosos contendo S(IV) podem ser oxidados por compostos contendo nitrogênio no estado de oxidação +3 — N(III) — em solução ácida, como mostram as equações abaixo.



O gráfico abaixo, que é uma reta, ilustra as velocidades estimadas  $v_0$  da oxidação do S(IV) em função do pH.



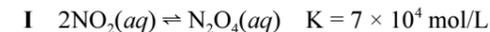
Idem, *ibidem*, p. 262 (com adaptações).

Sabendo que  $Z(\text{N}) = 5$  e  $Z(\text{O}) = 8$ , julgue os itens abaixo, com base nas equações e no gráfico apresentados.

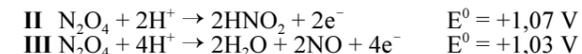
- Na condição padrão, por liberar maior quantidade de calor, a reação II ocorre mais rapidamente que a reação I.
- Ambos os óxidos de nitrogênio produzidos nas reações I e II violam a regra do octeto.
- Segundo a teoria das colisões, as reações I e II serão aceleradas com o aumento da temperatura.
- Para um valor de pH igual a 2,  $\log_{10}(v_0) > -4,5$ .

## QUESTÃO 10

Reações que envolvem óxidos de nitrogênio, como espécies oxidantes, e o dióxido de enxofre são termodinamicamente possíveis e consideradas importantes do ponto de vista ambiental. O dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) é bastante solúvel em água e, quando em solução aquosa, dimeriza-se rapidamente, estabelecendo o equilíbrio com a espécie  $\text{N}_2\text{O}_4$ , o que é representado na equação abaixo, em que K refere-se à constante do equilíbrio.



O tetróxido de dinitrogênio, por sua vez, pode reagir segundo as equações abaixo, em que  $E^0$  representa o potencial em volts.



Idem, *ibidem*, p. 265 (com adaptações).

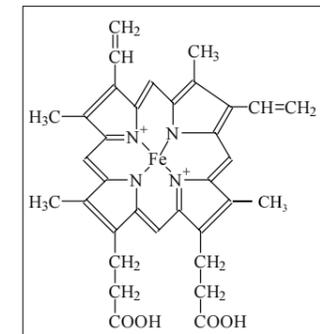
Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem.

- Reações termodinamicamente possíveis são reações espontâneas; no entanto, sua influência no ambiente depende de dados cinéticos.
- Na equação I, a velocidade da reação direta é maior que a da reação inversa.
- Dois células eletroquímicas distintas tendo a mesma reação anódica, mas com as reações catódicas sendo representadas respectivamente pelas equações II e III, apresentarão a mesma diferença de potencial com relação a um mesmo potencial de referência.
- O valor do potencial de redução exibido nas equações II e III é relativo ao eletrodo de hidrogênio, medido à pressão de 1 atm, à temperatura de  $25^\circ\text{C}$  e em concentrações das soluções iguais a  $1,0 \text{ mol/L}$ .

## Texto III – questões de 11 a 13

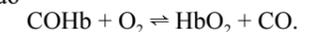
A combustão incompleta de materiais como querosene, gasolina e tabaco lança na atmosfera vários gases poluentes, entre eles o monóxido de carbono. As maiores concentrações desse gás são encontradas em áreas industriais e(ou) de tráfego muito intenso das regiões metropolitanas. Nessas áreas, já foram verificados níveis de 50 ppm (volume/volume), sendo considerados normais, em cidades, valores próximos a 7 ppm (volume/volume). Em contraposição, regiões consideradas despoluídas podem apresentar concentrações de 0,05 ppm (volume/volume). A quantidade total de CO na atmosfera terrestre, em 1996, foi estimada em  $5,2 \times 10^{14} \text{ g}$ , sendo os Estados Unidos da América (EUA) o país que emitiu maior quantidade nesse ano ( $1,0 \times 10^{14} \text{ g}$ , dos quais dois terços foram provenientes dos automóveis).

O monóxido de carbono afeta o ser humano por interagir fortemente com a hemoglobina, proteína fundamental para a respiração, responsável pelo transporte de oxigênio. Na figura abaixo, está representada a porção heme dessa proteína.



No heme, o átomo de ferro, situado no centro da estrutura, está ligado a quatro átomos de nitrogênio. Cada átomo de ferro reage com uma molécula de oxigênio, formando a oxihemoglobina ( $\text{HbO}_2$ ). Essa molécula é transportada e, então, liberada nos tecidos, para a continuidade do metabolismo celular.

O monóxido de carbono também interage com o átomo de ferro da hemoglobina, nas mesmas proporções que a molécula de oxigênio, formando a carboxihemoglobina ( $\text{COHb}$ ). Contudo, a afinidade da hemoglobina com CO é aproximadamente 210 vezes maior que com o oxigênio. Como consequência, uma quantidade relativamente pequena de CO pode desativar uma fração significativa de hemoglobina, prejudicando, ou até mesmo impedindo, o transporte de oxigênio e o metabolismo celular. Como as reações da hemoglobina com o CO e com o  $\text{O}_2$  são reversíveis, é estabelecido o equilíbrio descrito pela equação



## QUESTÃO 11

Considerando o texto III, julgue os itens a seguir.

- Na combustão incompleta da gasolina, apenas parte do oxigênio fornecido para a reação é consumida.
- As áreas campestres com baixa densidade populacional podem apresentar 0,05 mL de monóxido de carbono para cada litro de ar.
- É correto estimar que, em 1996, os automóveis dos EUA emitiram entre 12% e 13% da quantidade de CO existente na atmosfera terrestre naquele ano.
- Automóveis movidos a álcool não contribuem para o aumento de CO na atmosfera.

## QUESTÃO 12

Com relação à estrutura apresentada no texto III, julgue os itens abaixo.

- As unidades formadoras da proteína hemoglobina apresentam propriedades ácido-base.
- O ácido aminoetanóico apresenta baixa solubilidade em água.
- Na estrutura da molécula heme, é encontrada a função amida.
- Na estrutura apresentada, existem 8 átomos de carbono primário.
- Sabendo que, na molécula heme, as ligações N—Fe são ligações covalentes, é correto concluir que os átomos de nitrogênio atraem mais fortemente os pares de elétrons das ligações que o átomo de ferro.

## QUESTÃO 13

Ainda considerando o texto III, e sabendo que  $M(C) = 12,0 \text{ g/mol}$  e  $M(O) = 16,0 \text{ g/mol}$ , julgue os itens subsequentes.

- Em laboratório, a reação de 28 g de monóxido de carbono com 1 mol de moléculas heme produz um número de moléculas aproximadamente 210 vezes maior que o número de moléculas produzidas na reação *in vitro* de 32 g de oxigênio com 1 mol de moléculas heme.
- Um indivíduo levemente intoxicado por monóxido de carbono não apresentará melhora na sua capacidade respiratória ao inalar oxigênio, porque a molécula de oxigênio não tem energia suficiente para substituir o monóxido de carbono na ligação com a hemoglobina.
- O sangue é um material homogêneo formado por material líquido, que é o plasma, e por materiais em suspensão, como, por exemplo, hemácias, glóbulos brancos e plaquetas.
- A boa condutividade de calor e a de eletricidade do ferro sólido são propriedades físicas, características de substâncias formadas por ligações metálicas, que estão diretamente relacionadas com a baixa energia de ionização e a baixa afinidade eletrônica apresentadas pelo átomo de ferro.
- Os fumantes e os fumantes passivos têm sua capacidade respiratória reduzida pela diminuição de hemoglobina disponível para a respiração.

## QUESTÃO 14

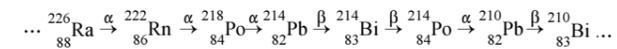
Com o advento dos motores de explosão a álcool hidratado comum e com a prática de se adicionar esse álcool à gasolina para melhorar o desempenho desses motores, alguns compostos da classe dos aldeídos passaram a ser introduzidos no ar atmosférico. O aldeído mais comum nos gases de escapamento de motores a álcool é o metanal. Esse composto, ao ser oxidado, produz um composto orgânico **A**, que pode reagir com o etanol, produzindo o composto **B**, que é isômero de um ácido carboxílico **C**. O composto **C**, ao reagir com o etanol, produz o composto **D**.

Com base nas informações do texto acima, considerando que o número de Avogadro seja igual a  $6,02 \times 10^{23}$  e sabendo que  $M(H) = 1,0 \text{ g/mol}$ ,  $M(C) = 12,0 \text{ g/mol}$ ,  $M(O) = 16,0 \text{ g/mol}$ , escolha apenas uma das opções a seguir e faça o que se pede, desprezando, para a marcação na **folha de respostas**, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuar todos os cálculos solicitados.

- Determine a massa molecular do composto **A**, multiplicando a quantidade obtida por 11. (**valor = 0,5 ponto**)
- Encontre o número cujas unidade, dezena e centena correspondam, respectivamente, ao número de átomos de oxigênio, ao número de átomos de hidrogênio e ao número de átomos de carbono existentes na molécula do composto **B**. (**valor = 0,7 ponto**)
- Determine a quantidade de átomos de hidrogênio existentes em 3 mol do composto **D**, dividindo a quantidade obtida por  $10^{23}$ . (**valor = 1,0 ponto**)

## QUESTÃO 15

A presença de isótopos radioativos é uma forma importante de poluição da atmosfera nas edificações. Muitas rochas e solos contêm urânio-238 ( $^{238}_{92}\text{U}$ ), cuja meia-vida é de  $4,5 \times 10^9$  anos. O seu decaimento radioativo envolve 14 etapas e termina com a formação do núcleo estável de  $^{206}_{82}\text{Pb}$  (grupo 14 e 6.º período da tabela periódica). A seqüência de desintegrações abaixo representa algumas etapas desse decaimento com as respectivas partículas emitidas.



O  $^{222}\text{Rn}(g)$ , uma das espécies observadas na seqüência acima, compõe uma das fontes de material radioativo proveniente de uma capa do primeiro metro do solo, que pode vaziar para dentro das edificações.

Antonio A. Mozeto. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. In: Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo: SBQ, n.º 1, 2001, p. 47 (com adaptações).

A partir dessas informações, julgue os itens a seguir.

- A quantidade de átomos  $^{206}_{82}\text{Pb}$  existente em uma amostra de minério de urânio permite saber o número de átomos de  $^{238}_{92}\text{U}$  que sofreu decaimento e, portanto, estimar a idade do minério.
- Na desintegração do urânio-238, com decaimento até o rádio, são emitidas duas partículas  $\alpha$  e três partículas  $\beta$ .
- A seqüência de desintegrações apresenta núclídeos instáveis de chumbo.
- A desintegração radioativa confirma o modelo atômico de Rutherford.
- O bismuto localiza-se no 6.º período da coluna 16 da tabela periódica.

## RASCUNHO

## FÍSICA

## QUESTÃO 1

Provérbio I

Água mole em pedra dura  
tanto bate até que fura.

Provérbio II

Águas passadas não movem  
moinhos.

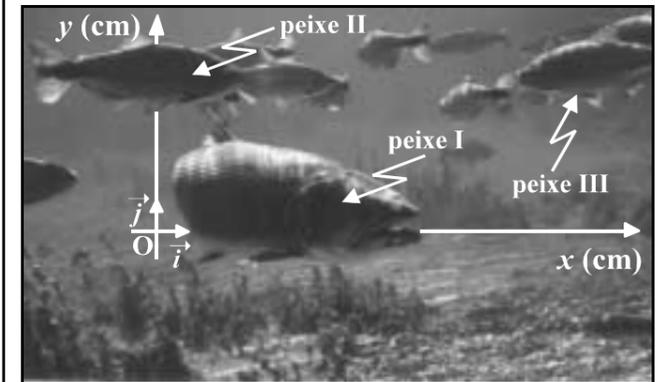


Figura – Queda d'água — gravura de Escher.

Em relação aos provérbios I e II e observando com atenção a figura acima, julgue os itens que se seguem.

- O provérbio I evidencia que o uso da água é uma forma muito eficiente de perfurar rochas, com baixo consumo de energia.
- A mensagem metafórica expressa no provérbio II viola o princípio físico da conservação da energia mecânica.
- A figura mostra uma maneira fisicamente viável de se violar o provérbio II.
- Ambos os sólidos que estão no alto das duas torres da figura são poliedros regulares convexos.

## QUESTÃO 2



A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil: Agência Nacional de Águas, p. 61.

posição do centro de massa do peixe II	(0, 40)
posição do centro de massa do peixe III	(100, 40)
massa do peixe II	3,0 kg
massa do peixe III	2,0 kg

A figura acima reproduz uma fotografia de peixes em uma lagoa de água parada e fundo plano horizontal, na qual se introduziu um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais  $xOy$  em um plano vertical. Supondo que  $\vec{i}$  e  $\vec{j}$  sejam vetores unitários, que a densidade e a temperatura da água sejam as mesmas em qualquer local da lagoa e que os peixes II e III estejam no plano vertical  $xOy$ , julgue os itens a seguir.

- Sabendo que o peixe I estava fazendo uma curva no instante em que a fotografia foi tirada, então, é correto afirmar que, nesse instante, a resultante das forças externas sobre esse peixe era diferente de zero.
- A posição do centro de massa do peixe I, quando ele não mais estiver com o corpo curvado, será igual à posição do centro de massa desse peixe na conformação em que ele se encontra na figura.
- Se os peixes II e III estivessem em profundidades diferentes, conseqüentemente, eles teriam densidades diferentes.
- No instante em que a fotografia foi tirada, o vetor com origem no ponto O, indicativo da posição do centro de massa do sistema formado pelos peixes II e III, era igual a  $30\vec{i} + 40\vec{j}$ .

## RASCUNHO

## QUESTÃO 3



Figura I – Douglas C. Giancoli. In: **Physics: principles with applications**. 5.ª ed., 1988, p. 333.



Figura II – Seqüência de fotos tiradas, em intervalos de tempo iguais, de um lago de água com densidade homogênea e com fundo plano horizontal. *Idem, ibidem*, p. 323.

Com base nas figuras I, II e III e considerando que a velocidade de propagação da onda na superfície da água tem módulo constante e igual a 2 m/s e que  $\pi = 3,14$ , julgue os itens seguintes.

- 1 A figura I mostra um fenômeno que envolve interferência de ondas mecânicas.
- 2 Na situação mostrada na figura II, sabendo que as ondas foram produzidas por uma perturbação puntual em um lago de água plácida e homogênea, é correto afirmar que as frentes de onda são circulares e concêntricas.
- 3 Na seqüência de fotos mostrada na figura II, supondo-se que as frentes de ondas sejam circulares e que tenham sido geradas no instante  $t = 0$  s, então, para  $t = 2$  s, a área do círculo delimitado pela primeira frente de onda será menor que  $50 \text{ m}^2$ , caso não atinja as margens do lago.
- 4 A figura III mostra um padrão de refração de ondas.

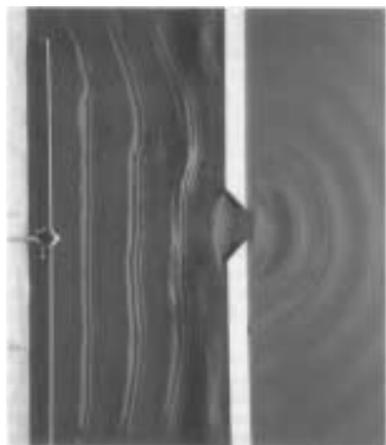
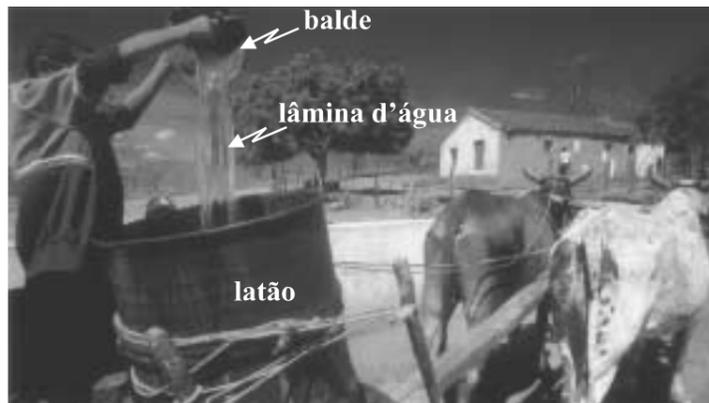


Figura III

## QUESTÃO 4

## Dados relativos à situação ilustrada

densidade da água	1.000 kg/m <sup>3</sup>
calor específico da água	4,2 kJ/(kg × °C)
volume de água contida no latão antes de ser introduzida a água do balde	100 L
volume de água contida no balde antes de ser derramada	15 L
distância percorrida pela água ao cair do balde até atingir a superfície da água contida no latão	1,0 m
aceleração da gravidade	10 m/s <sup>2</sup>



A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Agência Nacional de Águas, p. 33.

Considerando a figura e a tabela acima, julgue os itens subseqüentes.

- 1 Supondo-se que toda a energia cinética da água que cai do balde seja transformada em calor, então, devido a esse fator, após ser despejada toda a água do balde, a água contida no latão sofrerá um aumento de temperatura maior que  $10^{-3} \text{ °C}$ .
- 2 Ao passar através da lâmina d'água mostrada na figura, a luz sofrerá refração.
- 3 Da análise da trajetória da queda de uma gota d'água desde o balde até o latão, é possível inferir se o movimento do carro de boi é acelerado ou é retilíneo uniforme.
- 4 Supondo-se que o terreno seja plano e que haja uma força dissipativa total constante, de módulo igual a 200 N, atuando no carro de boi, então o trabalho realizado pela força dissipativa, quando o carro se movimentar 20 m, será menor que 4 kJ.

## Situação I – questões 5 e 6



Figura I – Crianças enchendo com água de um açude as barricas encilhadas em um jegue. Fonte: **O Banco Mundial e o Setor Água – 2000**.

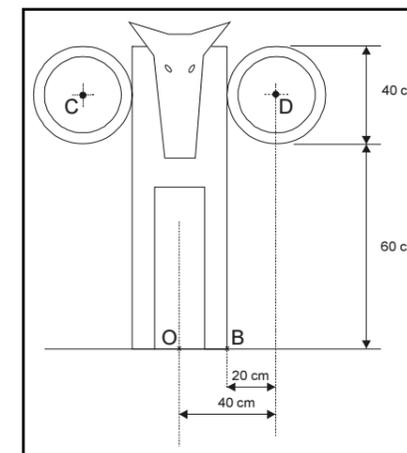


Figura II – Desenho esquemático do jegue e das barricas mostrados na figura I.

## Dados referentes à situação apresentada

massa do jegue encilhado com barricas idênticas e vazias	120 kg
densidade da água	1 kg/L
volume máximo de água que pode ser estocada em cada barrica	40 L
massa de uma barrica vazia	5 kg
aceleração da gravidade	10 m/s <sup>2</sup>

## QUESTÃO 5

Com base na situação I e de acordo com o ilustrado nas figuras acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 Para se encher completamente as barricas com água do açude, gastam-se menos de 640 J de energia.
- 2 Para manterem o centro de massa da carga sobre a coluna do animal, os meninos precisam encher as duas barricas despejando, simultaneamente, a mesma quantidade de água.
- 3 Independentemente das características do terreno, se o jegue transportar as barricas cheias de água com velocidade de módulo constante, o trabalho mecânico realizado sobre as barricas será nulo.
- 4 De acordo com os dados da tabela e da figura II, dependendo da espessura das barricas, seria possível que elas tivessem o formato de um cilindro circular equilátero.

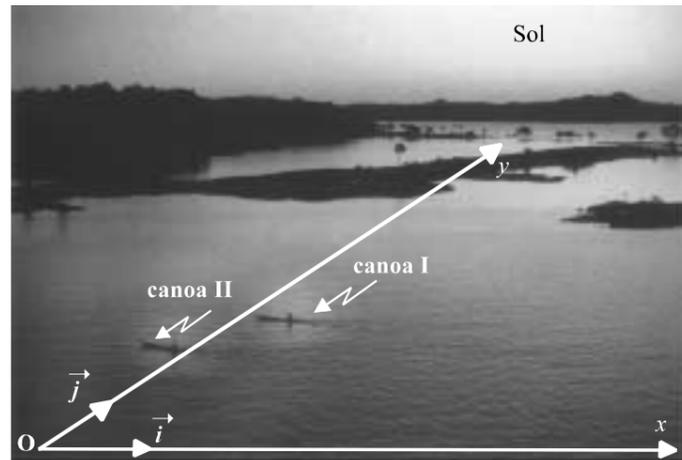
## QUESTÃO 6

Com relação ao desenho esquemático do jegue da situação I, considere que a projeção ortogonal do centro de massa do conjunto jegue, celas e barricas vazias sobre a reta determinada por OB coincida com o ponto O. Escolha uma das opções abaixo e calcule o que se pede, desprezando, apenas para a marcação na **folha de respostas**, a parte fracionária do resultado final obtido.

- (a) Calcule o módulo da força peso, **em N**, de uma barrica completamente cheia de água. (**valor = 0,5 ponto**)
- (b) Calcule o módulo do torque, **em N × m**, em relação ao ponto médio do segmento CD, produzido por uma das barricas cheia de água. (**valor = 0,7 ponto**)
- (c) Determine a distância, **em cm**, do ponto O à projeção sobre a reta determinada por OB do centro de massa do conjunto jegue e barricas, se uma das barricas estiver completamente cheia de água, e a outra, vazia. (**valor = 1,0 ponto**)

## RASCUNHO

QUESTÃO 7



Canoas navegando em uma lagoa ao entardecer. O plano formado pelo sistema de eixos ortogonais  $xOy$  coincide com a superfície da água, e  $\vec{i}$  e  $\vec{j}$  são vetores unitários. Fonte: **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Agência Nacional de Águas, p. 32.

velocidade (em m/s)	
canoa I	$\vec{v}_I = -0,1\vec{i} + 0,02\vec{j}$
canoa II	$\vec{v}_{II} = -2\vec{i} + 0,2\vec{j}$

Considerando que as canoas têm trajetórias retilíneas, julgue os itens a seguir, relativos às informações apresentadas.

- As canoas movimentam-se na mesma direção e rumam para o norte.
- Se cada remada do canoeiro da canoa I tiver duração de 0,55 s e exercer uma força constante de 100 N na direção do movimento dessa canoa, então a quantidade de movimento da canoa sofrerá uma variação menor que  $50 \text{ kg} \times \text{m/s}$  durante uma remada.
- Supondo que, ao navegar pela lagoa, a proa da canoa I produza ondas na superfície da água, então a velocidade de propagação dessas ondas na água dependerá da velocidade da canoa.
- Haverá reflexão total da luz proveniente do Sol que incidir sobre a superfície da água da lagoa sempre que o ângulo de incidência for maior que  $76^\circ$ .
- Supondo que os conjuntos {canoa I, canoeiro I} e {canoa II, canoeiro II} tenham massas iguais, então a energia cinética do primeiro conjunto será maior que a do segundo.

RASCUNHO

QUESTÃO 8

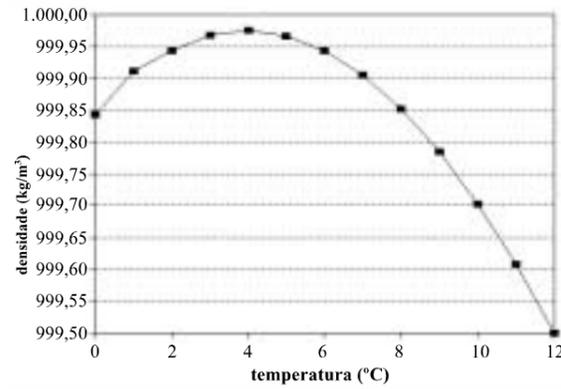


Figura I – Densidade da água destilada em função da temperatura.

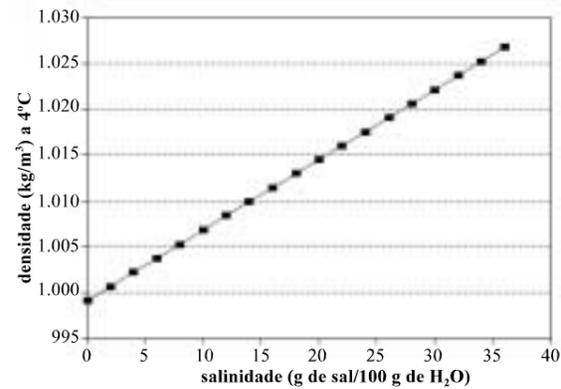


Figura II – Efeito da salinidade na densidade da água.



Figura III – Inseto caminhando sobre a superfície da água.

Com base nas figuras acima, julgue os itens seguintes.

- Um inseto estático no interior de água destilada, com temperatura superior a  $8^\circ\text{C}$ , afundará se a densidade dele for igual a  $999,90 \text{ kg/m}^3$ .
- A partir dos dados da figura II, conclui-se que o aumento da salinidade da água é um dos fatores que podem permitir a flutuação de insetos em fluidos.
- Supondo que um inseto, sujeito apenas às forças gravitacional e de empuxo, cuja densidade seja de  $1.015 \text{ kg/m}^3$ , esteja submerso em 1 L de água destilada a  $4^\circ\text{C}$ , é correto afirmar que esse inseto flutuará se forem diluídos nessa água 200 g de sal de cozinha.
- Se o inseto da figura III tiver densidade maior que a densidade da água, então ele estará sujeito a outras forças além da gravidade e do empuxo.

QUESTÃO 9

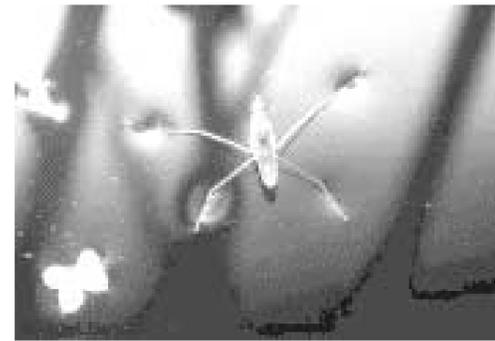


Figura I – Inseto em repouso sobre a superfície da água, sujeito à ação da tensão superficial.

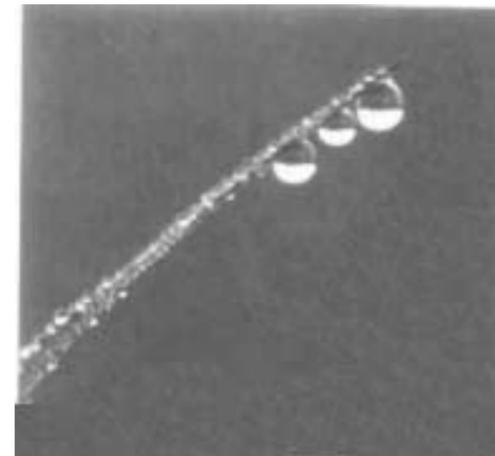


Figura II – Gotas de orvalho em uma folha. O formato esférico deve-se à tensão superficial.

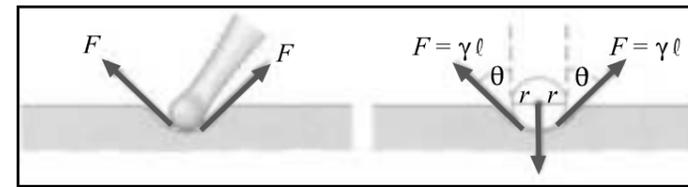


Figura III – Representação esquemática da tensão superficial da água sobre uma pata do inseto (figura I). A grandeza física  $\gamma$ , uma constante que depende das características físicas do fluido, é definida como sendo igual à força,  $F$ , por unidade de comprimento  $\ell$ .

força de Hooke	$F = kx$
tensão superficial	$F = \gamma\ell$

Com base nas informações acima, julgue os itens seguintes.

- Assumindo que o peso do inseto da figura I esteja distribuído uniformemente em suas quatro patas, é correto afirmar que seu peso é igual a  $8\gamma\ell \cos\theta$ .
- Infere-se da tabela que há uma analogia entre a força de Hooke e a tensão superficial, sendo a constante  $k$  correspondente à constante  $\gamma$ .
- A forma esférica da gota de orvalho pode ser explicada assumindo-se que a tensão superficial age, em cada ponto da película externa, com módulo constante e direção radial.
- Sabendo-se que os detergentes têm a propriedade de diminuir a tensão superficial da água, então, se for adicionado detergente à água da figura I, o inseto poderá afundar.

QUESTÃO 10

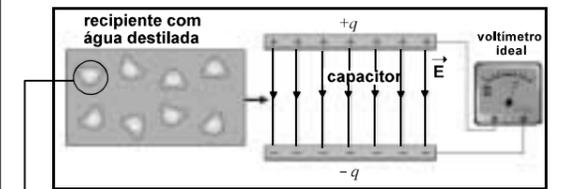


Figura I – Água destilada sendo introduzida no interior de um capacitor de placas paralelas carregado previamente.

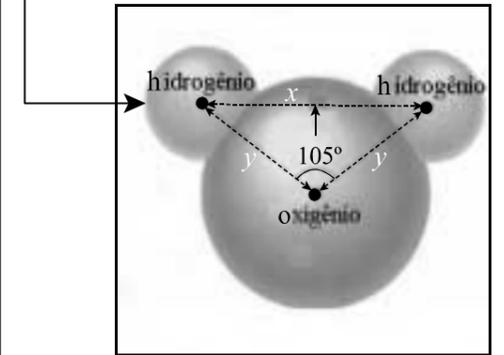


Figura II – Representação estrutural da molécula de água.

Com base nas figuras acima, julgue os itens a seguir.

- Uma molécula de água, quando no interior do capacitor carregado, terá orientação em que o átomo de oxigênio estará mais próximo da placa positiva.
- Após o preenchimento do capacitor com água destilada, tem-se um aumento do campo elétrico resultante entre as placas.
- Ao se preencher o capacitor com água destilada, a ddp entre as placas do capacitor diminuirá.
- Preenchido com água destilada, o capacitor apresentará menor capacitância que vazio.
- Na figura II,  $x = y\sqrt{2[1 - \frac{\sqrt{2}}{2}(1 - \sqrt{3})]}$ .

RASCUNHO

## QUESTÃO 11

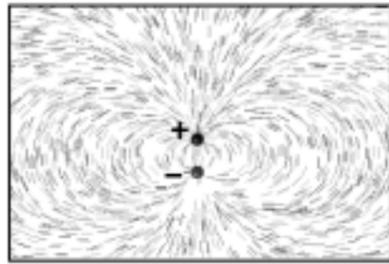


Figura I – Linhas de força de um dipolo elétrico.

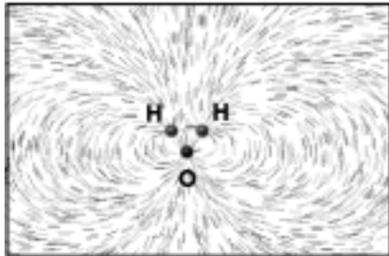


Figura II – Vista de longe das linhas de força para a molécula de água.

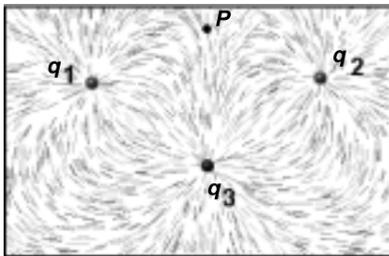


Figura III – Vista aproximada das linhas de força para a molécula de água.

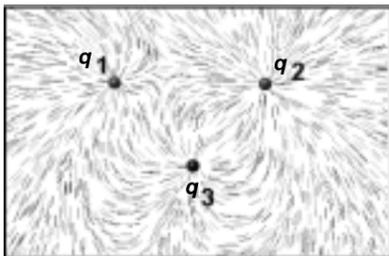


Figura IV – Linhas de força para um conjunto de cargas.

Com base nas figuras acima, julgue os itens seguintes.

- 1 As figuras I e II mostram que, para regiões distantes da molécula de água, a configuração das linhas de força dessa molécula assemelha-se àquela das linhas de força de um dipolo elétrico.
- 2 As linhas de força esquematizadas na figura III sugerem que as cargas  $q_1$  e  $q_2$  têm o mesmo sinal.
- 3 As linhas de força esboçadas na figura III sugerem que o campo elétrico resultante no ponto P é paralelo à linha que liga o ponto P à carga  $q_3$ .
- 4 Observando a figura IV, é correto afirmar que a intensidade da carga  $q_2$  é maior que a da carga  $q_1$ .

## QUESTÃO 12



Figura I – Barragem de uma hidrelétrica.

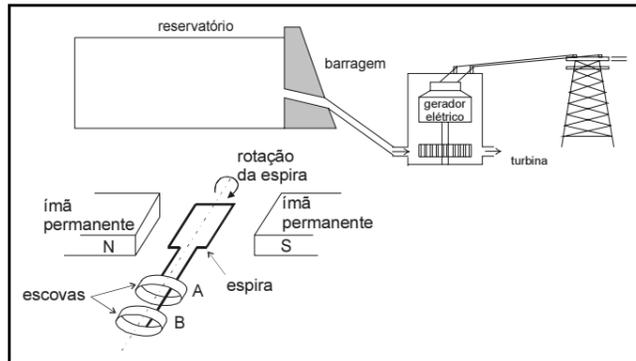
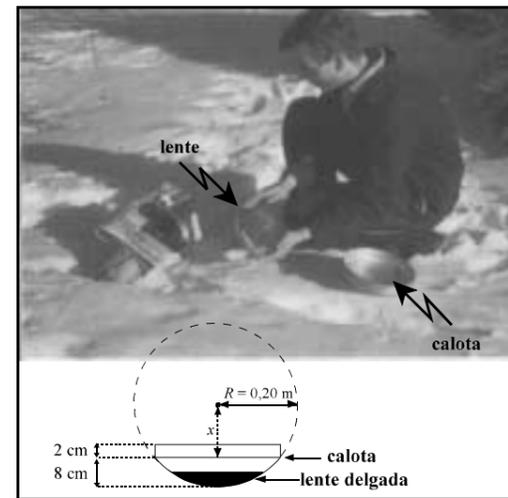


Figura II – Desenho do reservatório, da barragem, da turbina e do gerador elétrico, e o esquema de uma espira retangular do gerador mergulhada no campo magnético de dois ímãs permanentes. Cada extremidade da espira está ligada a uma das escovas A ou B. Fonte: **Física para ciências biológicas e biomédicas**. Emico Okuno *et al.* São Paulo: Harper & Row Brasil / Harbra, 1982, p. 137.

Considerando as figuras acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 Para realizar o ciclo da água, a principal fonte de energia que produz as chuvas que contribuem para o abastecimento da represa tem sua origem nos processos de fusão nuclear no interior do Sol.
- 2 No conjunto {gerador elétrico, turbina}, ocorre a transformação da energia cinética das águas que vazam da represa em energia elétrica.
- 3 A lei da indução de Faraday garante que a rotação da espira do gerador induzirá uma força eletromotriz, nas escovas, que será nula, se a velocidade de rotação da espira for constante.
- 4 Se a espira esquematizada na figura II sofrer uma rotação de  $90^\circ$  no sentido indicado, vai aparecer uma ddp entre as escovas A e B durante essa rotação.

## QUESTÃO 13



Para acender uma fogueira, um homem constrói uma lente delgada de gelo, usando como molde uma calota de um carro, constituída de uma calota esférica com arremate em forma de cilindro, de espessura desprezível.

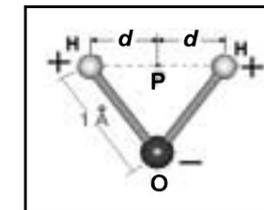
equação dos fabricantes de lentes ( $f$ = distância focal da lente; $n$ = índice de refração do material da lente; $R_1$ e $R_2$ são os raios de curvatura das faces da lente)	$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
índice de refração do gelo	1,33
volume de uma calota esférica (sem borda cilíndrica), obtida de uma esfera de raio $R$ e cuja seção circular máxima dista $x$ do centro da esfera	$\frac{\pi}{3} (2R^3 - 3R^2x + x^3)$

Com base nas informações acima, resolva uma das opções a seguir, desprezando, apenas para a marcação na **folha de respostas**, a parte fracionária do resultado final obtido.

- (a) Calcule  $\frac{1}{10}$  do volume máximo de água, em  $\text{cm}^3$ , que se pode armazenar na calota utilizada como molde, considerando 3,14 como valor para  $\pi$ . (valor = 0,7 ponto)
- (b) Determine a distância focal, em cm, da lente. (valor = 1,0 ponto)

## QUESTÃO 14

Com base nas informações da figura ao lado, considerando que o átomo de oxigênio possui carga  $-2e$ , os átomos de hidrogênio possuem, cada um, carga  $+1e$ , e sabendo que  $\frac{e}{4\pi\epsilon_0} = 1,4 \times 10^{-9} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ ;  $d = 0,79 \text{ \AA}$  e

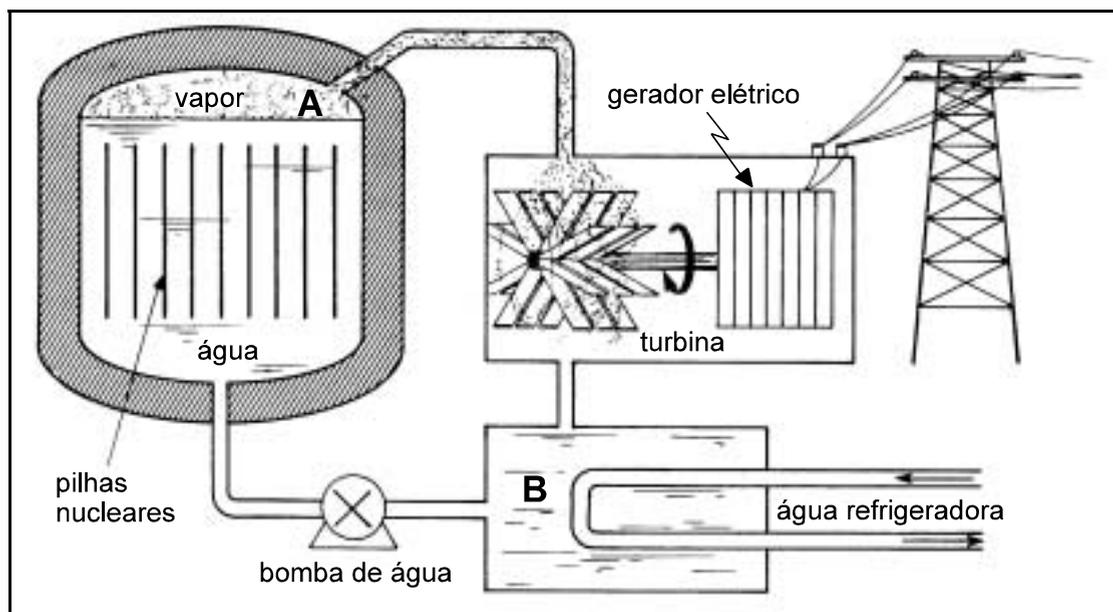


Representação espacial da molécula de água eletricamente neutra.

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ , escolha apenas uma das opções abaixo e calcule o que se pede, desprezando, para a marcação na **folha de respostas**, a parte fracionária do resultado final obtido.

- (a) Determine a distância, em  $\text{\AA}$ , do ponto P ao centro da molécula de oxigênio. Multiplique a quantidade obtida por 1.000. (valor = 0,5 ponto)
- (b) Calcule o módulo do campo elétrico, em  $10^9 \text{ N/C}$ , resultante no ponto P devido à distribuição de cargas apresentada. (valor = 1,0 ponto)

## QUESTÃO 15



Esquema de um reator nuclear. Fonte: **Física para ciências biológicas e biomédicas**. Emico Okuno *et al.* São Paulo: Harper & Row Brasil / Harbra, 1982, p. 169.

Em relação ao esquema acima e considerando que a temperatura em **A** seja de  $210^{\circ}\text{C}$ , a temperatura em **B** seja de  $90^{\circ}\text{C}$  e que  $0^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$ , julgue os itens que se seguem.

- ❶ Um dos processos que ocorrem no gerador elétrico é a transformação de energia mecânica em energia elétrica.
- ❷ Supondo que a parte do reator compreendida entre os pontos **A** e **B** seja equivalente a uma máquina de Carnot, então o seu rendimento será maior que 24%.
- ❸ Um dos graves problemas ecológicos gerados pelo funcionamento de usinas termonucleares é o fato de a água que refrigera o reator ser despejada em rios ou oceanos, causando, no local, o aquecimento da água.
- ❹ O esquema acima mostra que toda energia produzida pelas pilhas nucleares é transformada em energia elétrica.

RASCUNHO