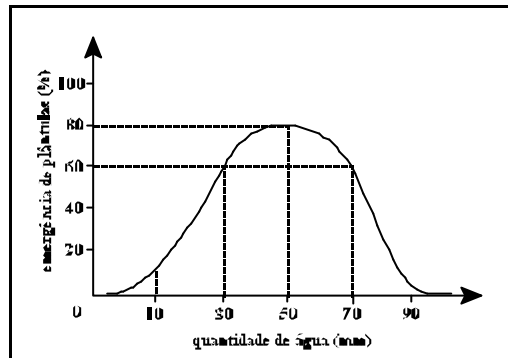




- Nas questões de 2 a 4 e de 6 a 15, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna C; itens **ERRADOS** na coluna E.
- Nas questões 1 e 5, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: o algarismo das **CENTENAS** na coluna C; o algarismo das **DEZENAS** na coluna D; o algarismo das **UNIDADES** na coluna U. Os algarismos das **CENTENAS** e das **DEZENAS** devem ser obrigatoriamente marcados, mesmo que sejam iguais a zero.
- Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a **Folha de Respostas**.

QUESTÃO 1

Um agricultor fez um teste em um solo que apresenta uma restrição à penetração de água em uma determinada profundidade, obtendo o gráfico a seguir, que relaciona o percentual das sementes que produziram plântulas com a quantidade de água aplicada (altura da lâmina de água).



De posse dessas informações, o agricultor semeou milho em um terreno, aplicando a quantidade de água que possibilitou a maior taxa de emergência de plântulas. Considerando que o terreno tem a forma de um paralelogramo de lados medindo 120 m e 200 m, que formam um ângulo de 30° entre si, e que a população de plântulas tenha sido uniformemente distribuída na área, calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- O número de plântulas que foram obtidas pelo agricultor, sabendo que este semeou um total de 60.000 sementes, dividindo a quantidade calculada por 100. (**valor = 0,4 ponto**)
- A densidade populacional de plântulas, ou seja, o número de plântulas por m². (**valor = 0,7 ponto**)
- O volume total de água, **em milhares de litros**, utilizado pelo agricultor. (**valor = 1,0 ponto**)

QUESTÃO 2

Estudos realizados no cerrado do Distrito Federal indicam que sua taxa de transpiração — ou seja, perda de água — durante a estação chuvosa é de 2,6 mm/dia e se reduz a cerca de 1,5 mm/dia durante a estação seca. Para coberturas vegetais de arroz, por exemplo, a taxa de transpiração média é de 4,3 mm/dia; na soja, a média é de 5,4 mm/dia; no girassol, 5,6 mm/dia; no eucalipto, 6,0 mm/dia.

Assad e Assad. *Agricultura sustentável — subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira*. Brasília, MMA, 2000, p. 95 (com adaptações).

A partir das informações do texto acima, julgue os itens a seguir.

- A redução da transpiração entre as espécies do cerrado no período da seca é um exemplo de estratégia adaptativa.
- A transpiração ocorre apenas através dos estômatos existentes nas folhas.
- A transpiração ocorre à noite porque, durante o dia, os estômatos são utilizados para captar o gás carbônico da atmosfera para a fotossíntese.
- A substituição de grande extensão de cerrado por monoculturas, como, por exemplo, soja, girassol ou eucalipto, produz um impacto positivo sobre a disponibilidade de recursos hídricos.

RASCUNHO

QUESTÃO 3

Uma verdadeira revolução tecnológica vem acontecendo na agricultura brasileira, sem que a maioria da população tome conhecimento: a adoção do plantio direto. Nessa técnica, ao contrário do sistema convencional, faz-se a semeadura sem prévio revolvimento do solo. No plantio direto, para perturbar o mínimo possível a estrutura física e a biota do solo, mantém-se a cobertura morta de resíduos de colheitas anteriores, na forma de palhada, sobre a qual é feito o novo plantio. A diferença parece pouca, mas a simples falta de revolvimento do solo acarreta uma série de alterações no manejo das culturas e na preservação ambiental, caracterizando essa técnica como um novo sistema agrícola. Acerca das possíveis razões pelas quais o plantio direto pode contribuir para a sustentabilidade da agricultura, julgue os itens que se seguem.

- 1) A palhada diminui a erosão e a compactação do solo porque atenua o impacto das chuvas.
- 2) A exposição dos solos no sistema convencional é responsável pelo processo de mineralização dos nutrientes conhecido como lixiviação.
- 3) O plantio direto é uma forma de combater o assoreamento dos rios, problema que dificulta a navegação fluvial e reduz a disponibilidade de peixes e de água para o abastecimento humano, podendo ser útil para revitalizar rios como o São Francisco.
- 4) A proteção do solo contra a incidência direta dos raios solares, associada a uma maior disponibilidade de alimentos e à maior umidade, intensifica a atividade de fungos e bactérias próximo à superfície do solo, contribuindo para a reciclagem de nutrientes vegetais.

Texto I – questões 4 e 5

O relato abaixo é resultante de trabalho desenvolvido por professores e estudantes do ensino fundamental do município de Ibirubá – RS, entre 1979 e 1980.

Em meio a uma plantação de soja, os alunos instalaram lâmpadas de luz amarela de 60 W a 100 W, que ficavam acesas das 20 h às 23 h, no período de janeiro a março, quando surgiam as mariposas. Embaixo das lâmpadas, colocaram tonéis ou bacias contendo água e sabão, ou água e óleo queimado. Em todos os dispositivos, foram capturadas mariposas, e observada a redução do número de lagartas da soja, em um raio de 100 m ao redor de cada um deles. Quando os dispositivos foram deslocados, de forma a abranger toda a plantação no período de maior concentração de mariposas, conseguiu-se capturar a maioria das mariposas da lavoura, dispensando-se a aplicação de agrotóxico.

QUESTÃO 4

Considerando as informações do texto I, julgue os itens seguintes.

- 1) O controle das mariposas deve ser feito previamente à sua transformação em lagartas.
- 2) A relação entre a lagarta e a soja é de herbivoria.
- 3) O experimento demonstra existir um fototropismo nas mariposas.
- 4) O sabão foi adicionado à água para diminuir a pressão osmótica desta, permitindo, desse modo, que as mariposas afundassem.

QUESTÃO 5

Com base no texto I, suponha, ainda, que:

- a propriedade mede 2 km × 5 km;
- o conjunto de mariposas na propriedade constitui uma única população isolada, com uma distribuição uniforme de indivíduos ao longo da plantação;
- foram instalados 3 dispositivos coletores, com áreas de abrangência completamente contidas na propriedade, que permaneceram fixos ao longo do primeiro dia, não havendo interseção dessas áreas de abrangência;
- no primeiro dia, foram capturadas todas as mariposas localizadas nas áreas de abrangência dos dispositivos coletores, correspondendo a 125.600 mariposas por dispositivo coletor;
- não houve reprodução de mariposas no período.

Nessas condições, considerando $B = 3,14$, calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) O tamanho original da população de mariposas na propriedade, dividindo a quantidade calculada por 100.000. (**valor = 0,4 ponto**)
- (b) A taxa de mortalidade de mariposas no primeiro dia, multiplicando a quantidade calculada por 100.000. (**valor = 0,7 ponto**)
- (c) A nova densidade demográfica de mariposas na propriedade, ao fim do primeiro dia, expressando a unidade de área em dam^2 . (**valor = 1,0 ponto**)

RASCUNHO

QUESTÃO 6

As atividades antrópicas estão acentuando as concentrações dos gases promotores do efeito estufa na atmosfera, ampliando, assim, a capacidade que estes possuem de absorver energia e aumentando, conseqüentemente, a temperatura do planeta. A respeito desse assunto, julgue os itens abaixo.

- 1) Os elementos atmosféricos que podem ocasionar o aprisionamento da energia, gerando o chamado efeito estufa, incluem o vapor d'água, o gás carbônico e o metano.
- 2) A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima foi assinada em Kyoto (Japão), em 1997, objetivando a estabilização das concentrações de gases provocadores do efeito estufa na atmosfera em um nível que não afete negativamente o clima.
- 3) No Brasil, a medida provisória que instituiu a política de racionamento de energia, por incentivar o maior uso de termelétricas, pode acarretar agravamento do efeito estufa.
- 4) Segundo a teoria de Oparin, os mesmos gases que atualmente promovem o efeito estufa compunham a atmosfera primitiva e foram os responsáveis pela manutenção da temperatura da Terra por volta de 30° C mais elevada do que ela seria na ausência deles, possibilitando a existência de vida no planeta.

QUESTÃO 7

Agente ativo de fungicidas químicos usados contra a podridão-parda, doença que ataca as plantações de cacau na Bahia, o cobre vem-se acumulando há anos nas árvores e no solo da região.

A toxicidade do cobre no solo retarda as atividades metabólicas de microrganismos na decomposição de restos vegetais e reduz a diversidade de organismos, fazendo desaparecer as minhocas, por exemplo. Nas plantas, o excesso de cobre interfere no crescimento das raízes, altera a anatomia do sistema vascular e inibe a absorção de elementos essenciais. No homem, a intoxicação pelo cobre causa dores no estômago, nos músculos e nas articulações, além de náuseas, diarreia, anemia e insuficiências renal e hepática.

Ciência Hoje, v. 20, n.º 117, 1996, p. 18 (com adaptações).

A partir das informações do texto acima, julgue os itens subsequentes.

- 1) O cacau, por ser uma dicotiledônea, apresenta um sistema vascular formado por dois feixes: fascicular e interfascicular.
- 2) As minhocas pertencem ao filo dos anelídeos.
- 3) A anemia citada no texto resulta da diminuição dos leucócitos no plasma sanguíneo dos agricultores que fazem aplicação do fungicida.
- 4) A camada de restos vegetais sobre o solo é chamada de serrapilheira.
- 5) O agente causador da podridão-parda se reproduz por meio de estróbilos.

QUESTÃO 8

O melhoramento do suíno para corte, as modificações nas condições de alojamento e a rápida evolução da criação de suínos, paralelamente a melhorias de produtividade, trouxeram consigo problemas para o aparelho locomotor desse tipo de animal. Os locais das alterações dolorosas no aparelho locomotor, que têm como conseqüências as claudicações, são principalmente os cascos, os músculos, as articulações e os ossos.

Sobestianski et al. Pesquisa agropecuária brasileira, n.º 19(10), p. 1.295-1.300, out./84 (com adaptações).

Com o auxílio do texto acima, julgue os itens a seguir.

- 1) Citados no texto, os cascos, as articulações e os ossos são exemplos de tecido conjuntivo.
- 2) A necessidade de aumento acentuado de peso dos animais visando à maior lucratividade ocasionou mudanças na suinocultura que levaram ao surgimento de problemas de claudicação nos porcos.
- 3) Os porcos possuem coração dividido em três cavidades.
- 4) A engenharia genética é amplamente usada no melhoramento genético dos animais, por meio de técnicas de inseminação artificial e de seleção de raças.
- 5) Em termos evolutivos, o melhoramento genético consiste em uma seleção artificial em que são selecionados os melhores reprodutores com as características desejadas, aperfeiçoando-se a geração sucessora.

QUESTÃO 9

Utilizada na Europa há vários anos, a equoterapia usa o cavalo como agente terapêutico. No Brasil, ela começou a ser aplicada por volta de 1985, como coadjuvante terapêutico no desenvolvimento psicomotor de portadores de síndrome de Down ou de outras deficiências neuropsicomotoras congênitas ou adquiridas. “Talvez mais importante que a parte fisioterápica, a relação que o paciente estabelece com o cavalo é que vai promover sua melhoria” — comenta Ylna Nascimento, da equipe da Associação Nacional de Equoterapia (ANDE).

A questão espiritual dos animais, 1998, p. 92-3 (com adaptações).

Considerando o texto acima, julgue os itens seguintes.

- 1) Os portadores da síndrome de Down possuem um cromossomo a menos no par 21.
- 2) As deficiências congênitas são aquelas adquiridas durante a gestação, provocadas, entre outros fatores, pela rubéola e pelo consumo de drogas.
- 3) Além de utilizados na equoterapia, os eqüinos também são usados na produção de soros antiofídicos, neles injetando-se doses crescentes de antígenos, o que provoca uma resposta imunitária, aumentando conseqüentemente a quantidade de anticorpos.
- 4) Tanto nos eqüinos quanto nos humanos, na contração muscular lenta trabalha-se o mecanismo anaeróbio, havendo formação de ácido láctico.
- 5) Os eqüinos e os coelhos possuem o ceco intestinal desenvolvido e adaptado à digestão de celulose; essa estrutura corresponde ao apêndice cecal ou vermiforme, que é vestigial em humanos.

A eficácia do uso de células-tronco retiradas do cordão umbilical para o tratamento de leucemia e outras doenças do sangue já foi comprovada. A grande questão agora é saber se elas têm capacidade de diferenciação das células-tronco obtidas do embrião humano. Sabe-se que elas são pluripotentes (podem transformar-se em vários tipos de célula), mas falta descobrir se são totipotentes (com capacidade de se diferenciar em todos os tipos de célula). Caso essas células sejam totipotentes, não será mais necessário utilizar células-tronco embrionárias, pois elas poderão ser obtidas do banco de cordões. No Brasil, vários grupos de pesquisa investigam a possibilidade de transformação de células do cordão umbilical em células musculares, pancreáticas, nervosas e hepáticas, entre outras.

O cordão umbilical e a placenta são ricos em células-tronco, fundamentais no transplante de medula óssea e no tratamento da leucemia e de doenças genéticas imunológicas e hematológicas, entre outras.

O uso do cordão umbilical ou da placenta resolveria um problema polêmico, pois, normalmente, para se obter células-tronco com grande potencial de diferenciação, é necessário extraí-las de um embrião em estágio inicial (blastocisto), que morre. As células-tronco podem ser reproduzidas em cultura de laboratório, para que não seja preciso destruir um embrião a cada pesquisa. Pesquisadores expuseram células-tronco embrionárias humanas assim obtidas a substâncias especializadas (fatores de diferenciação), induzindo-as a tomar a forma de neurônios primitivos (esferas neurais). Implantadas em camundongos recém-nascidos, as células humanas integraram-se ao crescimento normal do cérebro, transformando-se em tipos mais específicos de neurônios.

O que os cientistas tentam saber agora é se essa técnica seria capaz de repor neurônios mortos em animais adultos e, posteriormente, em humanos, para tratar doenças degenerativas como o mal de Parkinson.

Folha de S. Paulo, 1.º/12/2001 (com adaptações).

Considerando as informações do texto acima, julgue os itens a seguir.

- 1) O estágio inicial do embrião a que se refere o texto consiste na fase em que ele se implantaria na mucosa uterina, caso estivesse ocorrendo o processo reprodutivo natural.
- 2) A capacidade de diferenciação de células-tronco em tecidos é consequência de uma especialização mitótica em que há redução na duração do ciclo celular, não ocorrendo praticamente a interfase.
- 3) As células-tronco são fundamentais para o transplante de medula óssea, pois, nela, existem células pluripotentes capazes de se multiplicarem indefinidamente e de se diferenciarem em leucócitos, plaquetas ou hemácias, quando necessário.
- 4) Os fatores de diferenciação citados no texto são específicos e, portanto, aplicam-se apenas às células totipotentes.
- 5) No caso mencionado no terceiro parágrafo do texto, não houve rejeição das células-tronco implantadas porque os camundongos recém-nascidos ainda não possuíam sistema imunológico.

Alguns animais invertebrados possuem células que não são diferenciadas, ou seja, não pertencem a um tecido específico. Quando eles perdem alguma parte do corpo, essas células podem diferenciar-se para formar novos tecidos, regenerando, assim, a parte perdida. Vários invertebrados têm essa capacidade de regeneração, como as planárias e as estrelas-do-mar. Em alguns animais, as células não-diferenciadas podem se originar de células diferenciadas — como as de um músculo, por exemplo — para então reconstruírem a parte perdida ou amputada.

Baratas, percevejos, grilos e bichos-pau, além de todos aqueles que fazem a metamorfose completa, como as borboletas e os besouros, regeneram seus apêndices (pernas, antenas ou peças bucais) a partir de células indiferenciadas, que ficam próximas ao local da perda. Se um desses animais perde uma perna, a base restante da perna guarda informações para regenerar-se. Nesses grupos, entretanto, a regeneração está restrita aos estágios imaturos, não ocorrendo na fase adulta, pois, a partir dessa etapa, não produzem mais cutícula. O exoesqueleto somente é trocado quando o animal ainda está em crescimento, período em que são possíveis as regenerações de partes do corpo.

Ciência Hoje, v. 30, n.º 177, nov./2001, p. 7 (com adaptações).

Com o auxílio do texto acima, julgue os itens subsequentes.

- 1) Os invertebrados identificados no primeiro parágrafo do texto pertencem, respectivamente, aos filos *Platyhelminthes* e *Porifera*, enquanto os do segundo parágrafo são artrópodos da ordem *Insecta*.
- 2) Pelo menos um dos invertebrados citados no segundo parágrafo apresenta grande capacidade adaptativa para todos os ambientes, inclusive o aquático.
- 3) A incapacidade dos vertebrados de regenerar certas partes do corpo pode ser explicada verificando-se que, na árvore filogenética, artrópodos e equinodermos originaram-se de um mesmo tronco, distinto daquele de que se originaram os vertebrados.
- 4) Exemplares de um dos filos dos animais citados no texto são utilizados como modelo para o estudo do desenvolvimento humano devido à semelhança das características de segmentação das primeiras fases embrionárias.

Texto II – questões 12 e 13

A jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*) é uma serpente peçonhenta da família *Viperidae*. Ela ocorre em altíssima quantidade na ilha Queimada Grande, situada a 35 km de Itanhaém – SP. Por não haver mais mamíferos terrestres na ilha, essa serpente adaptou-se para subir em árvores e comer aves migratórias. Assim, seu veneno foi condicionado para agir rapidamente, para evitar que a ave morra fora do alcance da serpente. Para as aves, seu veneno é cinco vezes mais forte que o da jararaca do continente (*Bothrops jararaca*), enquanto, para os mamíferos, é três vezes mais forte.

A maior particularidade que a jararaca-ilhoa apresenta diz respeito aos seus órgãos sexuais. Todos os machos de serpentes e lagartos do mundo apresentam hemipênis, que são os órgãos copulatórios desses animais, consistindo de estruturas pares (por isso são chamados hemipênis) que ficam, quando em repouso, invertidos dentro da cauda da serpente ou do lagarto.

A cópula se dá pela eversão e introdução de um órgão de cada vez na cloaca da fêmea. Nas jararacas-ilhoas, podem ser encontrados hemiclitoris desenvolvidos na grande maioria das fêmeas. Isso só é conhecido para poucas espécies no mundo e, na maioria delas, trata-se de algo eventual. O hemiclitoris é, muitas vezes, bem semelhante ao hemipênis dos machos. O fato de a maioria das fêmeas possuírem hemiclitoris é chamado de intersexualidade.

Uma fêmea com hemiclitoris é genética e fisiologicamente fêmea, não se tratando de um terceiro sexo, como podem pensar alguns. A fêmea, embora tenha um órgão copulador, não apresenta testículos, mas sim ovários, portanto, não produz espermatozoides, impossibilitando qualquer função reprodutora primária.

Ainda não foi observada a utilização desse órgão em corte ou outra atividade. Todas as serpentes e lagartos apresentam hemiclitoris durante o seu desenvolvimento embriológico, porém o crescimento desse órgão é interrompido em uma etapa inicial de sua formação. De alguma forma, a jararaca-ilhoa perdeu boa parte de sua capacidade genética de interromper o desenvolvimento do hemiclitoris, permitindo o seu crescimento, quase como um hemipênis nos machos.

Ciência Hoje, v. 30, n.º 176, out./2001, p. 4 (com adaptações).

QUESTÃO 12

Levando em conta as informações do texto II, julgue os itens que se seguem.

- 1) A presença do hemiclitoris é consequência de uma hipertrofia desse órgão, o que poderia ser usado como exemplo da teoria evolucionista lamarquista.
- 2) O fato de a jararaca-ilhoa apresentar veneno mais potente, quando comparado com a jararaca do continente, faz parte do processo de seleção natural.
- 3) A perda da capacidade genética de interromper o desenvolvimento do hemiclitoris pela jararaca-ilhoa é uma característica anagênica ou reducionista, pois houve um retrocesso à fase embrionária.
- 4) A função reprodutora tratada no texto relaciona-se às estruturas específicas que a espécie poderia possuir para a copulação.

QUESTÃO 13

Ainda considerando o texto II, julgue os itens a seguir.

- 1) Cobras e lagartos são animais pertencentes à mesma subordem, o que os diferencia é a capacidade adaptativa.
- 2) Quanto aos princípios ativos, o veneno da jararaca-ilhoa é classificado como proteolítico e coagulante devido ao gênero a que ela pertence.
- 3) Um ancestral pertencente à mesma classe das serpentes e dos lagartos deu origem a estes animais e também a aves e mamíferos.
- 4) Quanto aos aspectos fisiológicos, é correto afirmar que os animais citados no texto são peclotermos por possuírem apenas hemácias nucleadas e o coração dividido parcialmente em quatro cavidades.
- 5) Na espécie humana, as gônadas são as responsáveis pela produção dos hormônios sexocorticóides.

QUESTÃO 14

Pelos processos de difusão passiva, difusão facilitada e difusão ativa, moléculas e íons atravessam a membrana plasmática e penetram no citoplasma ou dele saem. Entretanto, as células são capazes de transferir para o seu interior, em bloco, grande quantidade de macromoléculas (polipeptídeos, polissacarídeos, polinucleotídeos) e, até mesmo, partículas visíveis ao microscópio óptico, como bactérias, sendo esse último processo conhecido como transporte em massa. A respeito desse tema, julgue os itens abaixo.

- 1) O transporte em massa é normalmente acompanhado por alterações morfológicas da membrana plasmática.
- 2) Na difusão facilitada, proteínas da membrana reconhecem determinado soluto e a ele se ligam especificamente, impedindo sua internalização.
- 3) As substâncias que penetram na célula por pinocitose ou fagocitose, bem como componentes celulares desgastados pelo uso, sofrem a ação de enzimas hidrolíticas contidas no gliossomo.
- 4) A destruição controlada de organelas celulares, ou mesmo da célula como um todo (apoptose), é um mecanismo fundamental em processos como a metamorfose do girino para a condição de animal adulto.

QUESTÃO 15

Espécies ativas de oxigênio (EAO) são radicais que contêm formas de oxigênio extremamente reativas produzidas nas células, que, em certas circunstâncias, atacam o DNA — material que constitui os genes —, causando mutações que podem redundar em câncer. Em várias situações, pode haver produção excessiva de EAO. Uma delas se dá durante a metabolização de inúmeros compostos que, em boa parte, integram a dieta normal (como quinonas, presentes na gordura, e excesso de ferro). Há, inclusive, fortes evidências de que alguns alimentos podem ser cancerígenos justamente por provocarem a produção de EAO.

Ciência Hoje, v. 94, n.º 54, 1987 (com adaptações).

A partir das informações do texto acima, julgue os itens seguintes.

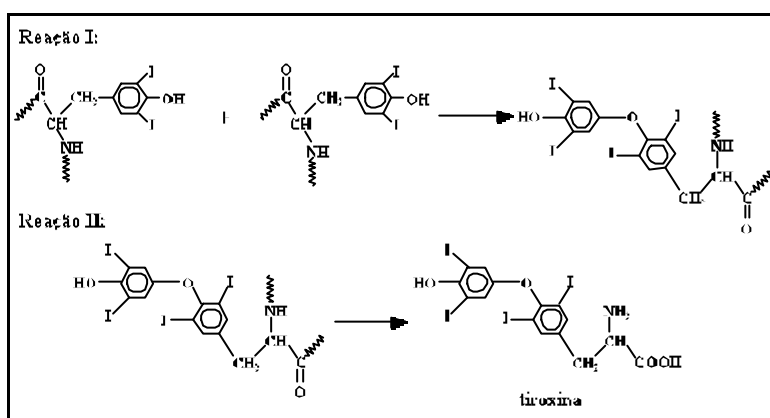
- 1) A produção de EAO nas células é minimizada devido à ação de enzimas como a catalase, presente nos peroxissomos.
- 2) Além do DNA, as EAO podem atuar também sobre os fosfolipídios das membranas, desestruturando-as. Vitaminas como C e E são importantes agentes antioxidantes que podem minimizar os danos às células ocasionados pelas EAO.
- 3) Pelas características dos alimentos potencialmente cancerígenos citadas no texto, conclui-se que o arroz enquadra-se nesse grupo.
- 4) O peróxido de hidrogênio, um subproduto metabólico produzido principalmente no catabolismo de lipídios, é um composto-chave na produção das EAO.



- Nas questões 1, 2, 4, 5, 7 e 8 e nas questões de 10 a 15, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna **C**; itens **ERRADOS** na coluna **E**.
- Nas questões 3, 6 e 9, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: o algarismo das **CENTENAS** na coluna **C**; o algarismo das **DEZENAS** na coluna **D**; o algarismo das **UNIDADES** na coluna **U**. Os algarismos das **CENTENAS** e das **DEZENAS** devem ser obrigatoriamente marcados, mesmo que sejam iguais a zero.
- Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a **Folha de Respostas**.

Texto I – questões de 1 a 3

A glândula tireóide acumula a maior parte do iodo que é ingerido por um ser humano. No organismo, o iodo interage com uma proteína denominada tiroglobulina e os anéis aromáticos dessa proteína tornam-se iodados. Duas moléculas de tiroglobulina iodadas interagem, formando uma molécula de tiroxina, ainda ligada à proteína, como mostrado na reação I, abaixo. A tiroxina, hormônio tireoidiano, é então liberada pela quebra da cadeia protéica, conforme mostrado na reação II.



A deficiência de iodo no organismo pode ocasionar o desenvolvimento anormal da glândula tireóide, o que é conhecido como bócio. Como medida preventiva a esse problema, tem sido recomendada a adição de um composto de iodo ao sal de cozinha, material conhecido comercialmente como sal iodado. Imagens da tireóide para diagnóstico de doenças podem ser geradas, usando-se detectores da radiação emitida por um determinado radioisótopo. Para esse fim, o iodo-131 (${}_{53}^{131}\text{I}$) tem sido largamente utilizado, geralmente introduzido no organismo como uma solução aquosa de NaI. Esse radioisótopo, cujo decaimento produz um elemento ${}_{54}^{\text{X}}{}^{131}$, possui meia-vida de oito dias.

QUESTÃO 1

Com base no texto I, julgue os itens que se seguem.

- 1) Os hormônios produzidos pela tireóide são denominados *tireoidotrópicos*.
- 2) Na tiroglobulina, o carbono em que se liga o átomo de iodo é secundário.
- 3) Segundo a teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência, a ligação carbono-oxigênio-carbono existente na tiroxina apresenta geometria similar à da ligação hidrogênio-oxigênio-hidrogênio existente na molécula de água.
- 4) A função éter é encontrada na tiroxina.

QUESTÃO 2

Ainda com referência ao texto I, julgue os itens seguintes.

- 1) Pelo fato de formar cristais brilhantes, a substância iodo é classificada como um metal.
- 2) A fórmula química do sal iodado referido no texto é NaI.
- 3) Para formar o elemento ${}_{54}^{\text{X}}{}^{131}$, o iodo ${}_{53}^{131}\text{I}$ deve emitir uma partícula " α ".
- 4) O elemento X é um gás nobre.

QUESTÃO 3

Com relação ao texto I, considere que 0,5 mL de uma solução aquosa de NaI* (em que I* é iodo-131), cuja concentração é 1,0 mol/L, foi administrada a um paciente que não possuía esse radioisótopo. Admitindo que não tenha havido qualquer eliminação de iodeto do organismo, que todos os íons iodeto presentes na solução de NaI* sejam radioativos, e sabendo que $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$, calcule uma das quantidades seguintes, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) A massa, **em miligramas**, de NaI* que foi administrada ao paciente. (**valor = 0,4 ponto**)
- (b) O número de mols de íons de iodeto radioativo presentes na dose administrada ao paciente, multiplicando a quantidade encontrada por 10^5 . (**valor = 0,7 ponto**)
- (c) O número de mols de íons de iodeto radioativo presentes no paciente, exatamente oito dias após a administração da dose, multiplicando a quantidade encontrada por 10^6 . (**valor = 1,0 ponto**)

RASCUNHO

Texto II – questões 4 e 5

No ser humano, o processo de obtenção de energia pela respiração celular depende da disponibilidade de oxigênio para a cadeia de transporte de elétrons. Esse transporte inicia-se em moléculas como NADH e FADH₂, que fornecem os elétrons que são passados seqüencialmente por diversos transportadores até que sejam recebidos pelo oxigênio, produzindo, nesse processo, energia e água. A tabela abaixo mostra diversas etapas de uma cadeia de transporte de elétrons e os potenciais de redução (E_{redução}) dos transportadores envolvidos.

etapa	reação	E _{redução} (V)
1	ubiquinona + 2H ⁺ + 2e ⁻ → ubiquinol	0,045
2	citocromo a (Fe ³⁺) + e ⁻ → citocromo a (Fe ²⁺)	0,290
3	citocromo a ₃ (Fe ³⁺) + e ⁻ → citocromo a ₃ (Fe ²⁺)	0,550
4	citocromo b (Fe ³⁺) + e ⁻ → citocromo b (Fe ²⁺)	0,077
5	citocromo c (Fe ³⁺) + e ⁻ → citocromo c (Fe ²⁺)	0,254
6	citocromo c ₁ (Fe ³⁺) + e ⁻ → citocromo c ₁ (Fe ²⁺)	0,220
7	$\frac{1}{2}$ O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂ O	0,816

Albert L. Lehninger. *Principles of biochemistry*. Second edition, 1997, Worth Publishers, p. 548-9 (com adaptações).

Algumas bactérias, como, por exemplo, a *Shewanella*, na falta de oxigênio, utilizam o ferro como oxidante. Nesse mecanismo alternativo, essas bactérias enviam uma enzima para a superfície de sua membrana, iniciando o processo de redução do ferro, presente em minerais no meio externo.

Ciência Hoje, v. 29, n.º 172, p. 17 (com adaptações).

QUESTÃO 4

A partir das informações do texto II, julgue os itens que se seguem.

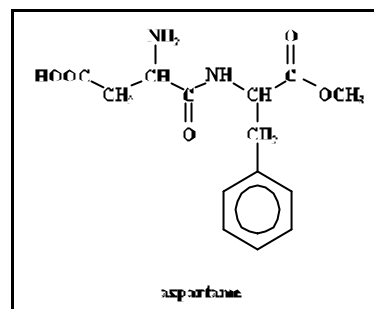
- 1) A respiração celular é a única forma de obtenção de energia em seres humanos.
- 2) A transferência de elétrons na cadeia de transporte de elétrons é um fenômeno físico.
- 3) Sabendo que todas as reações apresentadas na tabela ocorrem necessariamente no transporte de elétrons, então a ordem de transferência espontânea de elétrons na cadeia relativa a essa tabela é 1 \hat{y} 2 \hat{y} 3 \hat{y} 4 \hat{y} 5 \hat{y} 6 \hat{y} 7.
- 4) Na etapa 7 da seqüência de reações apresentadas na tabela, ocorre oxidação do oxigênio.

QUESTÃO 5

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

- 1) As bactérias do gênero *Shewanella*, na ausência de oxigênio na matriz mitocondrial, utilizam ferro para a síntese de moléculas do citocromo a.
- 2) Considerando uma reação espontânea que envolva apenas as etapas 2 e 3 da tabela, o agente oxidante é o citocromo a (Fe²⁺).
- 3) O ferro metálico presente em uma chapa desse metal é um ambiente ideal para que as bactérias do gênero *Shewanella* realizem o processo descrito no texto.
- 4) Sob as mesmas condições, se o Fe³⁺ do citocromo a for substituído por Zn²⁺, haverá mudança no potencial de redução do citocromo a.

QUESTÃO 6



Frutose, glicose e sacarose são alguns exemplos de compostos que apresentam a capacidade de tornar os alimentos doces ao paladar humano. Entretanto, a sociedade moderna, quer pela estética, quer por motivos de saúde, busca compostos alternativos, que apresentem o mesmo poder de adoçar, porém com menor produção de energia para o organismo; são os chamados adoçantes. O aspartame é um exemplo de adoçante e sua estrutura é mostrada na figura acima. O poder adoçante do aspartame é muito superior ao da sacarose (açúcar comum, C₁₂H₂₂O₁₁), de tal forma que a massa de aspartame necessária para se adoçar uma determinada quantidade de um material corresponde a 1% da massa de sacarose requerida para se produzir o mesmo efeito. Com base nessas informações e sabendo que M(H) = 1,0 g/mol, M(C) = 12,0 g/mol, M(N) = 14,0 g/mol e M(O) = 16,0 g/mol, calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) A concentração de aspartame, **em mol/L**, em 300 mL de um suco adoçado com 3 g desse composto, multiplicando a quantidade obtida por 1.000. (**valor = 0,4 ponto**)
- (b) A massa de sacarose, **em gramas**, para se adoçar 100 mL de um suco, sabendo que se obtém o mesmo efeito adoçante com uma concentração de aspartame igual a 0,005 mol/L. (**valor = 0,7 ponto**)
- (c) A concentração de sacarose, **em mol/L**, para se adoçar um determinado volume de um suco, sabendo que se obtém o mesmo efeito adoçante com uma concentração de aspartame igual a 0,005 mol/L. Multiplique a quantidade obtida por 1.000. (**valor = 1,0 ponto**)

RASCUNHO

Texto III – questões de 7 a 9

Em geral, transformações biológicas ocorrem em condições mais brandas que aquelas realizadas em laboratório. Por exemplo, do ponto de vista termodinâmico-cinético, as reações processadas no organismo utilizam energia obtida a partir de uma transformação gradual das moléculas de nutrientes, por ação de enzimas, no processo de respiração celular. Já no laboratório, a energia necessária pode ser obtida por aquecimento do meio reacional, alcançando-se temperaturas incompatíveis com a sobrevivência da maioria dos organismos vivos. Do ponto de vista mecanístico, uma mesma reação, ou seja, mesmos reagentes e mesmos produtos, pode ocorrer por caminhos distintos. Exemplo disso é a produção de energia, gás carbônico e água a partir da glicose ($C_6H_{12}O_6$). No organismo, esse processo pode ser representado, de forma simplificada, em três etapas, cujas equações estão mostradas abaixo e em que são consumidos 30,5 kJ para cada mol de ATP ou GTP formado. Nas equações, P_i = fosfato inorgânico.

Etapa I:



Etapa II:



Etapa III:



Por outro lado, em laboratório, sob pressão de 1 atm (101,3 kPa), a combustão de 180 g de glicose no estado sólido produz 264 g de gás carbônico, 108 g de água no estado líquido e libera 2.813 kJ de calor, sendo usualmente representada por uma única equação química. Nesse contexto, o calor envolvido na reação de solubilização da glicose em água pode ser considerado desprezível.

QUESTÃO 7

Com referência ao texto III, julgue os itens que se seguem.

- 1) As “transformações biológicas” mencionadas no texto referem-se a tipos de transformações químicas.
- 2) A “transformação gradual das moléculas de nutrientes” envolve consumo de energia.
- 3) Na molécula de glicose, os números de oxidação do carbono, do hidrogênio e do oxigênio são iguais a 0, +1 e -2, respectivamente.
- 4) A menor soma dos coeficientes inteiros dos produtos da equação química global balanceada das etapas I, II e III é igual a 50.

QUESTÃO 8

Considerando o texto III e sabendo que $M(C) = 12 \text{ g/mol}$, $M(H) = 1,0 \text{ g/mol}$, $M(O) = 16 \text{ g/mol}$ e que a constante universal dos gases é igual a $8,31 \text{ kPa} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$, julgue os itens a seguir.

- 1) A energia de ativação para a combustão da glicose é a mesma, tanto em organismos vivos como em laboratório.
- 2) Em laboratório, se a combustão da glicose for realizada em um sistema fechado, utilizando-se glicose e oxigênio em proporções estequiométricas, com 100% de conversão, desprezando-se o volume ocupado por sólidos e líquidos, então a pressão final nesse sistema será igual à pressão inicial.
- 3) A variação de entalpia para o processo descrito em laboratório é negativa.
- 4) Para cada 100 L de $O_2(g)$ consumidos no processo de combustão realizado em laboratório, a 1 atm e 298 K, são produzidos, no máximo, 3,2 mols de dióxido de carbono.

RASCUNHO

QUESTÃO 9

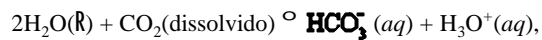
Ainda considerando o texto III e as equações químicas nele descritas, calcule uma das quantidades a seguir, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) A energia, **em kJ**, armazenada nas moléculas de ATP e GTP produzidas na combustão de 1 mol de glicose no organismo, dividindo a quantidade calculada por 3. (**valor = 0,4 ponto**)
- (b) A energia, **em kJ**, dissipada na combustão de 1 mol de glicose no organismo, ou seja, a parcela da energia total liberada que não foi utilizada para a formação de ATP ou GTP, dividindo a quantidade calculada por 10. (**valor = 0,7 ponto**)
- (c) O menor volume de ar, **em litros**, que deve ser aspirado em um período de um dia por uma pessoa cujo gasto calórico diário seja de 3.000 kcal, assumindo que:
- toda a energia necessária para o gasto calórico diário provém somente da combustão da glicose;
 - toda a glicose consumida pelo organismo é utilizada para a obtenção de energia;
 - todo o oxigênio proveniente do ar aspirado é utilizado na combustão da glicose;
 - 21% do volume do ar aspirado devem-se às moléculas de oxigênio;
 - 1 kcal corresponde a 4,18 kJ;
 - a pressão corporal é igual a 101,3 kPa;
 - a temperatura corporal é igual a 309 K;
 - $R = 8,31 \text{ kPa} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$.
- Divida a quantidade calculada por 10. (**valor = 1,0 ponto**)

RASCUNHO

Texto IV – questões 10 e 11

O CO_2 resultante da respiração celular, ao ser liberado pelas células, antes de ser expirado, pode permanecer no organismo, dissolvido no plasma sanguíneo, onde reage com a água, em um processo denominado hidrólise. A reação de hidrólise do dióxido de carbono pode ser representada pela equação



cujas constantes de equilíbrio é igual a $4,44 \times 10^7$.

Em geral, essa reação se processa muito lentamente. Entretanto, sob a ação de uma enzima denominada anidrase carbônica, a velocidade dessa reação pode ser aumentada por um fator de até $1,0 \times 10^7$ comparativamente à reação não-catalisada.

QUESTÃO 10

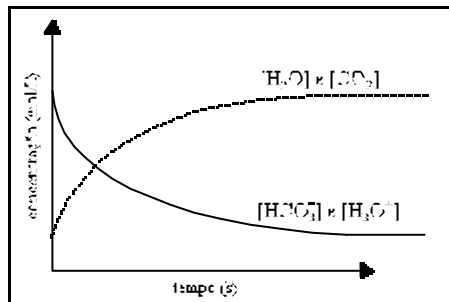
Considerando o texto IV, julgue os itens subseqüentes.

- 1) Toda reação de hidrólise envolve a quebra de ligações O–H.
- 2) Segundo a Teoria de Arrhenius, o íon hidrônio é um ácido.
- 3) O valor da constante de equilíbrio da reação indica que, no equilíbrio, o produto das concentrações dos íons obtidos é maior que a concentração das moléculas de CO_2 .
- 4) Se as quantidades de CO_2 e HCO_3^- presentes no plasma sanguíneo forem equimolares, então o pH do sangue será necessariamente igual a 7.

QUESTÃO 11

Julgue os itens abaixo, relativos ao texto IV.

- 1) O equilíbrio representativo da hidrólise pode ser descrito pelo gráfico seguinte.



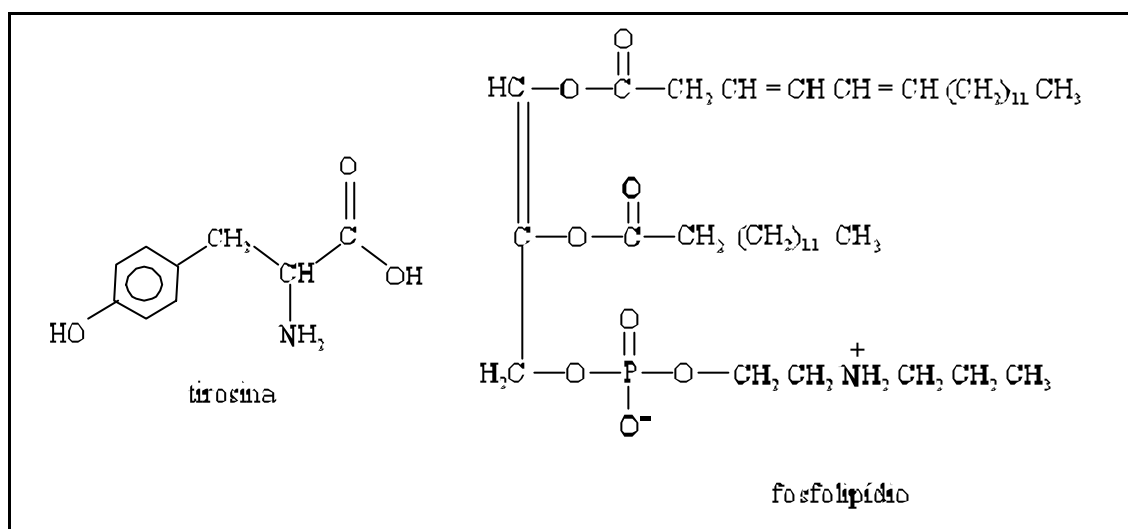
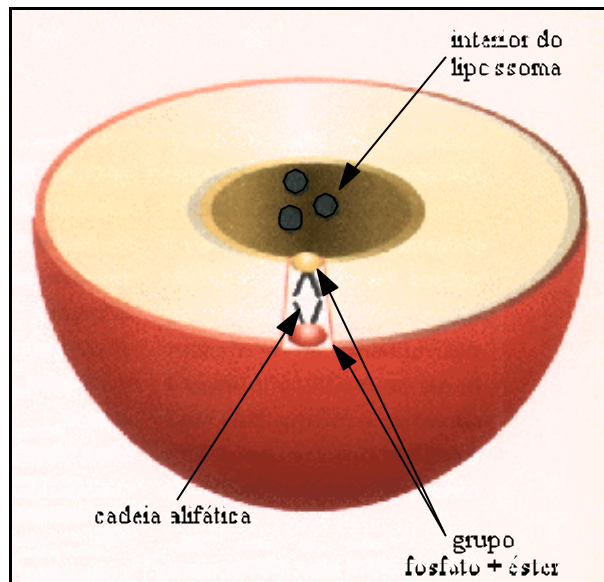
- 2) Considerando que a hidrólise de CO_2 seja um processo exotérmico, então, em um indivíduo com febre, o processo de hidrólise será favorecido, desde que não haja prejuízo à atividade enzimática.
- 3) O fator $1,0 \times 10^7$, mencionado no texto, corresponde à constante de velocidade da reação catalisada subtraída da constante de velocidade da reação não-catalisada.
- 4) Sabendo que o CO_2 presente no plasma sanguíneo é eliminado do organismo, na forma de gás carbônico $\text{CO}_2(\text{g})$, pelo processo de expiração que ocorre nos pulmões, então, se o pH do sangue for momentaneamente aumentado, haverá diminuição da quantidade de CO_2 expirado.

Texto V – questões 12 e 13

Ao se administrar um medicamento ao organismo, deseja-se que o mesmo permaneça estável, sendo liberado de forma programada, de modo a atingir principalmente os tecidos ou órgãos doentes e reduzir os efeitos colaterais. Nesse sentido, estudos revelam que lipossomas mostram-se adequados a essa finalidade. Lipossomas são materiais constituídos predominantemente por fosfolípidios, organizados em dupla camada lipídica, formando vesículas coloidais. Tal padrão estrutural, ilustrado na figura ao lado, assemelha-se ao da membrana celular.

No interior dos lipossomas, pode-se encapsular os princípios ativos de medicamentos como as proteínas, sendo que a microcápsula formada — lipossoma mais medicamentos — interage intimamente com as células e se aloja, por exemplo, na área atingida por um tumor. A camada dupla de lípidios funciona como uma membrana, através da qual a substância encapsulada passa gradativamente para o meio externo. Existem algumas estratégias para que o fármaco só seja liberado quando atingir o alvo. Uma delas é projetar cápsulas sensíveis à acidez ou à alcalinidade do meio, de forma que, ao atingir determinado pH, a membrana se modifique e libere a substância encapsulada.

As estruturas abaixo correspondem à tirosina, um tipo de aminoácido encontrado nas proteínas, e a um fosfolípido.



Ciência Hoje, v. 21, n.º 126, p.71-2 (com adaptações).

QUESTÃO 12

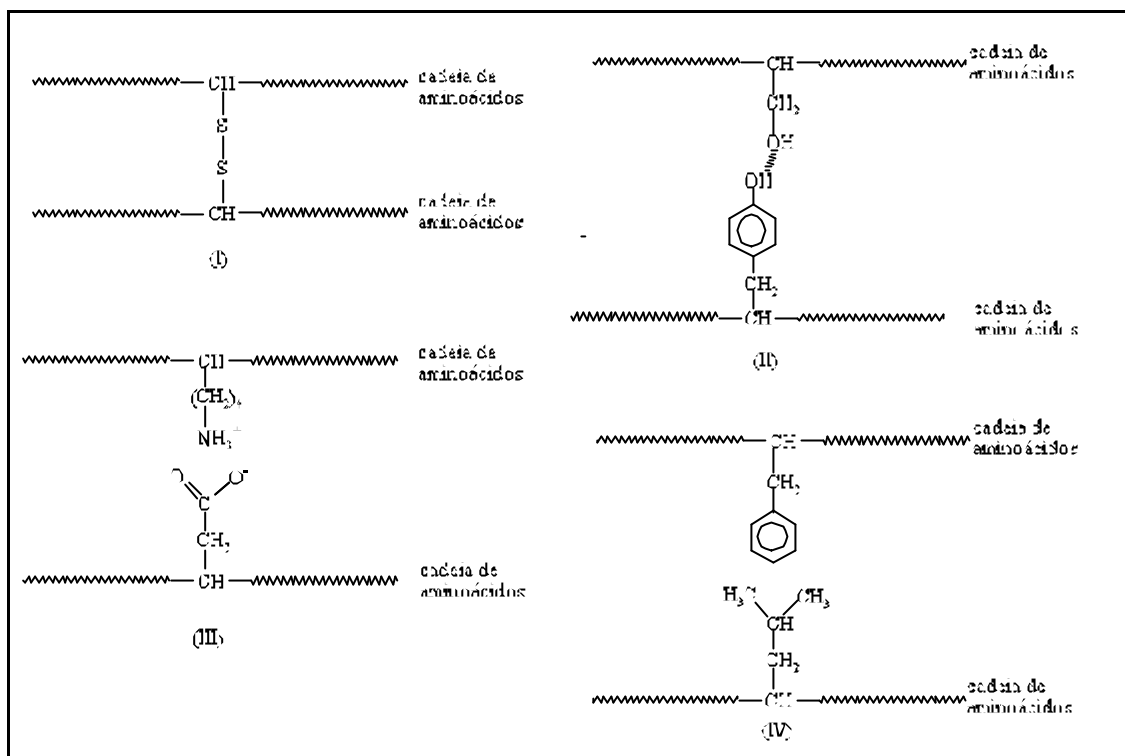
Levando em consideração as informações do texto V, julgue os itens a seguir.

- 1) Lipossomas em uma suspensão aquosa não podem ser separados do meio por ultracentrifugação.
- 2) A osmose é uma das formas possíveis de passagem do fármaco — que se encontra encapsulado no lipossoma — para o meio externo (órgão doente).
- 3) Medicamentos com caráter polar, que seriam destruídos em contato com o meio externo, podem ser encapsulados no interior do lipossoma.
- 4) Na microcápsula referida no texto, a parte polar externa é compatível com o meio aquoso do organismo humano.

QUESTÃO 13

Ao se adicionar um solvente orgânico apolar a um meio aquoso que contém um lipossoma, em cujo interior encontra-se uma solução aquosa de tirosina, verifica-se o rompimento da vesícula, com a formação de duas fases. Com base nessa informação e no texto V, julgue os itens abaixo.

- 1) As funções orgânicas amina, ácido carboxílico e fenol podem ser encontradas na estrutura da tirosina.
- 2) Em uma das cadeias alifáticas do fosfolípido, são encontradas insaturações.
- 3) O rompimento da vesícula por adição do solvente orgânico evidencia que a mesma possui grupos apolares.
- 4) Após o rompimento da vesícula pelo solvente orgânico, a filtração é o método mais fácil para se separar o fosfolípido da tirosina.



Os fios de cabelo são constituídos por proteínas formadas por longas cadeias de aminoácidos ligadas entre si por diferentes tipos de interações, como ilustra a figura acima. A principal proteína presente no cabelo é a queratina, rica em enxofre, o que permite uma grande quantidade das interações mostradas em I, denominadas pontes dissulfeto (ligações S–S), que são, primariamente, responsáveis pela forma do cabelo. Agentes redutores quebram as ligações S–S. Esse é um processo reversível, ou seja, o uso de oxidantes pode fazer que grupos –SH, formados na quebra das pontes, se liguem novamente para a formação de novas pontes S–S. Esse é o princípio aplicado ao alisamento de cabelos: um produto químico redutor é aplicado ao cabelo, que perde a forma devido à quebra das pontes dissulfeto. O cabelo é, então, moldado na forma desejada. Em seguida, aplica-se um produto químico oxidante para que novas pontes se formem e o cabelo se fixe no formato liso.

Uma importante característica do cabelo é que, durante o seu crescimento — 1 cm por mês, em condições normais —, metais pesados que circulam pelo organismo, como Hg²⁺, Pb²⁺ e Cd²⁺, podem incorporar-se continuamente à sua estrutura. Esses metais ligam-se de forma irreversível aos grupos –SH dos aminoácidos, formando novas pontes S–M–S, em que M representa o metal. Isso permite, por exemplo, avaliar se uma pessoa ingeriu ou não metais pesados e, em caso afirmativo, determinar o nível de contaminação desses metais em seu organismo.

QUESTÃO 14

Com base nas informações do texto VI e sabendo que Z(Cd) = 48, Z(Hg) = 80 e Z(Pb) = 82, julgue os itens que se seguem.

- 1) Ao serem quebradas as pontes dissulfeto, o enxofre é reduzido para formar grupos –SH.
- 2) Cabelos muito lisos não apresentam pontes dissulfeto.
- 3) Em condições normais, o cabelo natural, sem tratamentos, com fios de 30 cm de comprimento, pode conter registros de intoxicação por metais pesados ocorrida há mais de dois anos.
- 4) A ligação S–M–S é um exemplo de ligação metálica.
- 5) Por apresentarem números de oxidação iguais a +2, os metais pesados mencionados no texto pertencem à família 2A da tabela periódica.

QUESTÃO 15

Ainda considerando as informações do texto VI, julgue os seguintes itens.

- 1) As interações mostradas em I são da mesma natureza que as ligações C–H do metano.
- 2) As interações mostradas em II não podem ser destruídas por aquecimento.
- 3) A interação observada em III é análoga à encontrada no cloreto de sódio.
- 4) O átomo de nitrogênio que aparece em III obedece à regra do octeto.
- 5) Ocorrem interações do tipo van der Waals em IV.



- Nas questões 1, 2, de 4 a 7, 9, 10 e de 12 a 14, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna C; itens **ERRADOS** na coluna E.
- Nas questões 3, 8, 11 e 15, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: o algarismo das **CENTENAS** na coluna C; o algarismo das **DEZENAS** na coluna D; o algarismo das **UNIDADES** na coluna U. Os algarismos das **CENTENAS** e das **DEZENAS** devem ser obrigatoriamente marcados, mesmo que sejam iguais a zero.
- Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a **Folha de Respostas**.

QUESTÃO 1

Considere as seguintes afirmações.

- Animais como coelhos e toupeiras constroem suas tocas com mais de uma abertura, cada abertura localizada a uma altura diferente, conforme ilustrado na figura I abaixo.
- Nas proximidades do solo, o módulo da velocidade do vento aumenta com a altitude, conforme ilustra a figura II a seguir.
- O princípio de Bernoulli estabelece que a pressão que o ar em movimento exerce sobre superfícies ao longo das quais ele escoa varia com a velocidade de escoamento. Assim, na situação ilustrada na figura I, devido à velocidade do ar, as pressões P_1 e P_2 e as velocidades v_1 e v_2 nas aberturas 1 e 2, respectivamente, são relacionadas de forma aproximada pela equação $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$, em que ρ é a densidade do ar, supostamente constante. A análise dessa equação permite afirmar que, em regiões onde a velocidade do ar é alta, a pressão é baixa, e onde a velocidade é baixa, a pressão é alta.

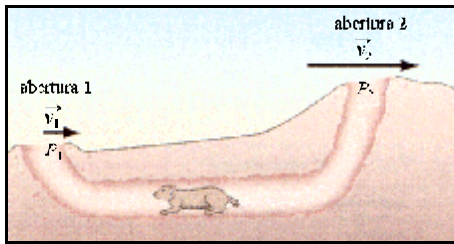


Figura I – Giancoli. *Physics*, 5.ª ed. (com adaptações).

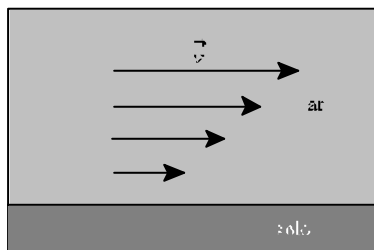


Figura II

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

- Uma toca com duas aberturas no mesmo nível terá melhor ventilação que a apresentada na figura I, sob as mesmas condições de vento.
- Se um arbusto crescer nas proximidades da abertura 1, de forma a dificultar a passagem do vento, sem bloquear a abertura, então a ventilação na toca será melhorada.
- $\Delta P = P_1 - P_2$ é diretamente proporcional à diferença dos módulos das velocidades v_2 e v_1 .
- A circulação de ar no interior da toca mostrada na figura I ocorre da abertura 1 para a abertura 2.

QUESTÃO 2

Em uma apresentação de circo, em 1901, Allo Diavolo introduziu a acrobacia de bicicletas em pistas com *loops*, como mostra a figura I abaixo. Diavolo observou que, se ele partisse de uma determinada altura mínima, poderia percorrer todo o trajeto, passando inclusive pelo *loop*, sem cair, em um “desafio” às leis da gravidade, conforme anunciava ele. A figura II mostra o caminho do centro de massa do sistema acrobata-bicicleta. Nessa figura, h é a altura entre o ponto mais alto — A — e o ponto mais baixo — C — da trajetória, B é o ponto mais alto do *loop* e R é o raio do *loop*.



Figura I

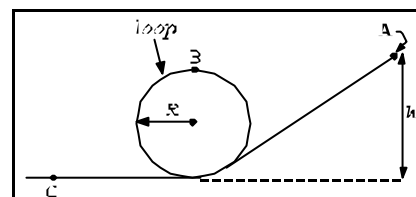
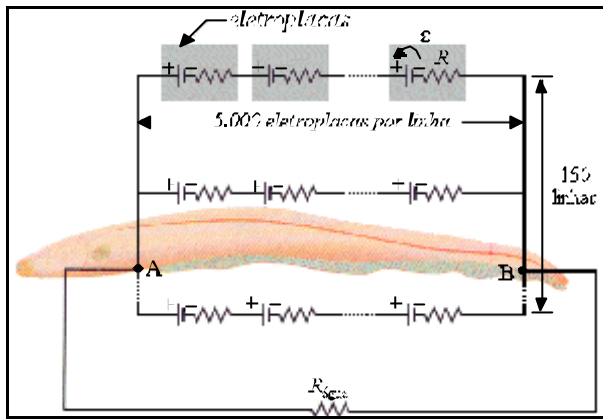


Figura II

A partir dessas informações e considerando que m é a massa do sistema acrobata-bicicleta, que g é a aceleração da gravidade, que não há forças dissipativas, que a bicicleta não é impulsionada pelo acrobata em nenhum instante da trajetória e que apenas o movimento do centro de massa do sistema acrobata-bicicleta é analisado, julgue os itens abaixo.

- No ponto C do caminho mostrado na figura II, a energia cinética é igual a mgh .
- A energia mecânica total do sistema acrobata-bicicleta será mgh mesmo no caso da existência de forças dissipativas.
- Para que o sistema acrobata-bicicleta passe pelo ponto mais alto do *loop* sem perder contato com a pista, o sistema deverá ter nesse ponto uma velocidade de módulo superior ou igual a \sqrt{gR} .
- A razão entre os módulos das velocidades nos pontos B e C independe da altura h .

RASCUNHO



Halliday-Resnick-Walker. *Fundamentals of physics extended*, 5.ª ed. (com adaptações).

Um perigo para os mergulhadores em rios e oceanos é o contato com peixes elétricos. Sabe-se que essa espécie produz eletricidade a partir de células biológicas (eletroplacas) que funcionam como baterias elétricas. Certos peixes elétricos encontrados na América do Sul contêm um conjunto de eletroplacas organizadas de forma análoga ao circuito elétrico representado na figura acima. Existem, ao longo do corpo deles, 150 linhas horizontais, com 5.000 eletroplacas por linha. Cada eletroplaca tem uma força eletromotriz — \mathcal{E} — de 0,15 V e uma resistência elétrica — R — interna de 0,30 Ω . A resistência da água — $R_{\text{água}}$ — em torno do peixe deve ser considerada igual a 740 Ω . Com base nessas informações, calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- O número total de eletroplacas do peixe elétrico, expressando a quantidade calculada em milhares de eletroplacas. (valor = 0,2 ponto)
- A resistência equivalente em cada linha de eletroplacas, em ohms, dividindo a quantidade calculada por 10. (valor = 0,4 ponto)
- A resistência equivalente do peixe elétrico, observada entre os pontos A e B, em ohms. (valor = 0,7 ponto)
- A potência dissipada no peixe elétrico, em watts, quando este está submerso na água. Multiplique a quantidade calculada por 10. (valor = 1,0 ponto)

QUESTÃO 4

A luz tem um comportamento dual, ou seja, em determinados experimentos, ela se comporta como onda eletromagnética e, em outros, como um feixe composto de partículas denominadas fótons. O comportamento de feixe de partículas pode ser observado em um experimento em que um feixe de átomos de sódio é freado ao colidir frontalmente contra um feixe de luz. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de que cada partícula (fóton) do feixe de luz carrega momento linear na direção de propagação do feixe, mas, diferentemente das partículas comuns, a natureza desse momento linear não é mecânica, uma vez que os fótons não têm massa. Na colisão frontal, existe transferência do momento linear do fóton para os átomos de sódio, o que provoca a frenagem desses átomos.

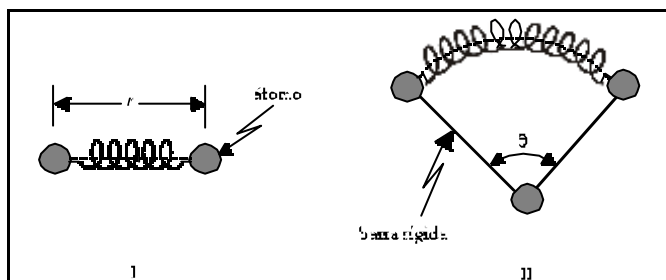
Em relação ao fenômeno descrito e considerando a luz como um feixe de partículas, julgue os itens subsequentes.

- Pequenas partículas podem ser levitadas usando-se um feixe de luz.
- Ao atravessar obliquamente a interface entre dois meios diferentes, como ar e água, os fótons têm o seu momento linear alterado.
- Se a energia cinética das moléculas que compõem um gás for reduzida pela ação de feixes de luz, então o gás se resfriará.

QUESTÃO 5

Até o final do século XIX, as teorias e os modelos em Física usados na descrição dos fenômenos atômicos e moleculares tinham como base a mecânica de Newton, que vinha acompanhada, muitas vezes, de informações totalmente empíricas.

No início do século XX, ocorreu uma revolução na física dos átomos e moléculas, conhecida como Física Quântica. Infelizmente, as formulações matemáticas para a teoria quântica são tão complexas que inviabilizam a sua aplicação em sistemas macromoleculares biológicos. Acredita-se que não haja perspectiva alguma de, nas próximas décadas, se resolver computacionalmente as equações da Física Quântica associadas a tais sistemas moleculares sem o desenvolvimento de novos tipos de computadores e de novas técnicas computacionais. Essas dificuldades levaram os pesquisadores a voltarem as suas atenções aos modelos newtonianos clássicos do século XIX. Nesses modelos, os átomos são tratados como pontos materiais e as ligações químicas entre átomos — interações atômicas — são representadas por molas ideais. A separação linear entre os átomos em uma ligação está representada na figura I, enquanto variações angulares que também ocorrem são representadas na figura II.

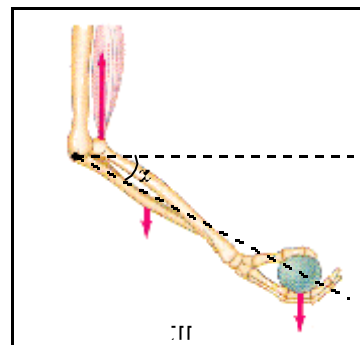
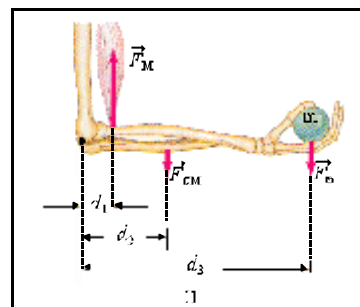
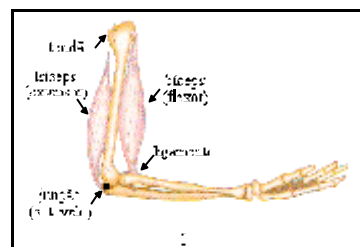


Com base nas informações do texto acima, julgue os seguintes itens.

- 1) Nos modelos newtonianos clássicos aplicados ao caso da figura I, a constante elástica da mola poderia estar associada à intensidade da ligação química.
- 2) As forças em cada átomo relativas às interações ilustradas nas figuras I e II são sempre repulsivas.
- 3) O texto permite concluir que, hoje, os métodos computacionais aplicados à teoria quântica são inviáveis no estudo de moléculas importantes como o DNA.
- 4) A energia potencial na ligação representada na figura II pode ser descrita por $\frac{1}{2}k_2(\theta - \theta_0)^2$, em que θ_0 é o ângulo de equilíbrio entre os átomos da molécula mostrada e k_2 é uma constante associada à elasticidade da mola.

QUESTÃO 6

Em certos animais, e em particular no homem, os músculos são ligados aos diferentes ossos por tendões, denominados pontos de inserção ou ligamentos. No caso do braço humano, o cotovelo funciona como um ponto de articulação entre o braço e o antebraço, e os movimentos de flexão e extensão são realizados pelos músculos bíceps e tríceps, respectivamente. Sabe-se, também, que, apesar de chimpanzés adultos terem uma massa muscular três vezes menor que a de um homem adulto, eles são duas vezes mais fortes em alguns movimentos, em especial naqueles relacionados à flexão dos braços. Essa diferença de desempenho está relacionada com a anatomia do braço dos dois animais. As figuras abaixo ilustram os pontos principais da anatomia do braço humano, em que d_1 , d_2 e d_3 são, respectivamente, as distâncias do cotovelo ao ligamento do bíceps, do cotovelo ao centro de massa do braço (CM) e do cotovelo ao centro de massa de um objeto de massa m segurado pela mão. Ainda nessas figuras, \vec{F}_M é a força exercida pelo bíceps, \vec{F}_{CM} é a força peso do braço e \vec{F}_m é a força peso do objeto de massa m .

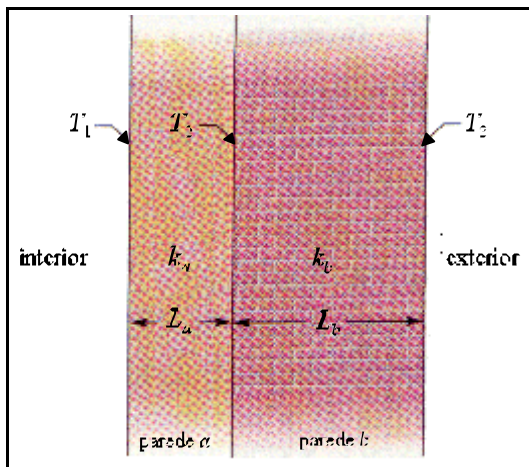


Com base nas informações e nas figuras acima, julgue os itens que se seguem.

- 1) Para manter o objeto fixo na posição mostrada na figura II, desprezando-se o peso do braço, a força exercida pelo bíceps no braço é diretamente proporcional à razão $\frac{d_2}{d_3}$.
- 2) A diferença de desempenho entre o homem e o chimpanzé poderia ser explicada se fosse admitido que d_1 para o chimpanzé é menor que d_1 para o homem.
- 3) A razão entre os módulos dos torques exercidos pelo bíceps em relação ao cotovelo nas situações mostradas nas figuras III e II, respectivamente, é igual a $\sin(\theta)$.

QUESTÃO 7

Para a construção de prédios termicamente isolados, é necessário o estudo de processos que envolvem transferência de calor. A figura abaixo ilustra duas paredes — a e b — construídas com diferentes materiais.



Do ponto de vista termodinâmico, a taxa de transferência de calor — H —, em regime estacionário, é diretamente proporcional à diferença de temperatura — ΔT — nas interfaces da parede e inversamente proporcional à resistência térmica da parede — R —, de acordo com as equações abaixo.

$$\begin{cases} H_a = \frac{k_a A}{L_a} (T_1 - T_2) = \frac{1}{R_a} \Delta T_a \\ H_b = \frac{k_b A}{L_b} (T_2 - T_3) = \frac{1}{R_b} \Delta T_b \end{cases}$$

Nessas equações, A é a área das interfaces de cada parede, k_a e k_b são as suas condutividades térmicas, L_a e L_b são as suas respectivas espessuras, e T_1 , T_2 e T_3 são temperaturas das interfaces entre o interior e a parede a , entre a parede a e a parede b e entre a parede b e o exterior, respectivamente.

Com base nas informações acima e nas leis da Termodinâmica, julgue os seguintes itens.

- 1) No equilíbrio térmico, quando todas as interfaces das paredes estiverem à mesma temperatura, as taxas de transferência de calor H_a e H_b poderão ser diferentes de zero.
- 2) Se $T_3 > T_2 > T_1$, o calor fluirá do interior para o exterior, independentemente do material de que é feita cada parede.
- 3) Maximizar o isolamento térmico das paredes envolve a procura de materiais de maiores valores de condutividade térmica.
- 4) Fazendo-se uma analogia do sistema de duas paredes apresentado na figura com um circuito elétrico formado por dois resistores em série, então a diferença de temperatura corresponderia à diferença de potencial e a taxa de transferência de calor corresponderia à corrente elétrica.

QUESTÃO 8

Tipicamente, uma pessoa utiliza 100 L de água para tomar um banho diário em um chuveiro elétrico que aquece a água em 10°C . Admita que a energia elétrica utilizada para o aquecimento seja gerada na usina de Itaipu, onde cada $10,8 \times 10^6 \text{L}$ de água que vertem pelas turbinas geram $1,26 \times 10^6 \text{kJ}$ de energia elétrica. Considerando o calor específico da água igual a $4,2 \text{kJ} \times \text{kg}^{-1} \times (^\circ \text{C})^{-1}$ e a densidade da água igual a 1kg/L , calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- (a) A energia, em **kJ**, consumida no banho, dividindo a quantidade calculada por 10. (valor = 0,5 ponto)
- (b) O volume de água utilizada em Itaipu, em **m³**, para aquecer a água do banho mencionado. (valor = 1,0 ponto)

RASCUNHO

QUESTÃO 9

Um termômetro é um dispositivo usado para medir a temperatura de um sistema e pode, em princípio, ser construído com base na mudança de qualquer propriedade física em função da temperatura. A figura I abaixo mostra o esquema de um possível termômetro embasado na variação da constante elástica de duas molas com a temperatura. As duas molas encontram-se esticadas e conectadas uma à outra com suas extremidades opostas presas a uma base fixa. Todo o sistema mostrado na figura I possui dilatação térmica desprezível e as molas, quando livres de forças externas, têm comprimentos iguais. Um ponteiro está conectado à junção das duas molas e translada na horizontal dentro de toda a escala do termômetro. O gráfico da figura II mostra como a constante elástica das duas molas varia com a temperatura. A menos dessa variação, todas as demais características das duas molas são iguais.

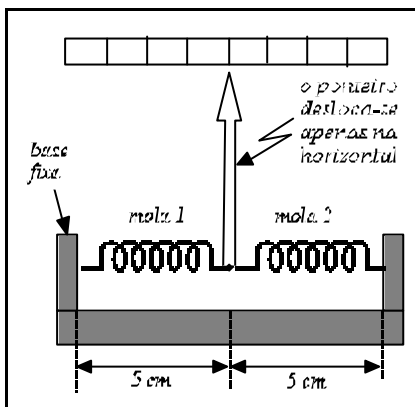


Figura I

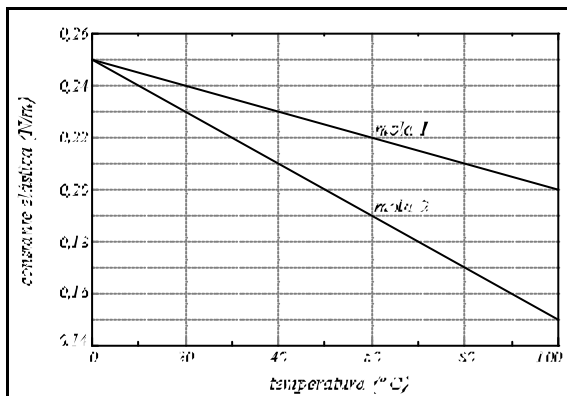
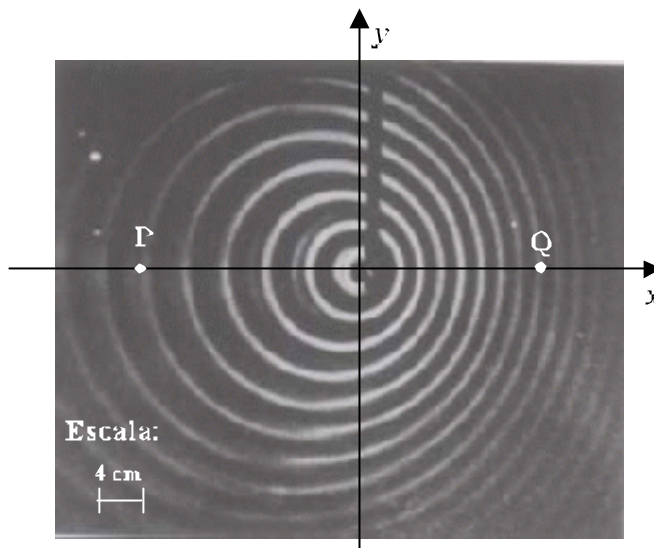


Figura II

Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- 1) A posição do ponteiro indicada na figura I corresponde à temperatura de 0° C.
- 2) Se a temperatura estiver a 60° C, o ponteiro estará deslocado à direita da posição mostrada na figura I.
- 3) A força que cada mola exerce sobre o ponteiro é função quadrática da temperatura.
- 4) A constante elástica da mola 2 pode ser descrita pela equação $k_2 = 0,25 - 0,001T$, em que T é a temperatura em graus Celsius.
- 5) Supondo que x_1 seja a variação do comprimento da mola 1 em relação ao seu comprimento natural e x_2 seja a variação do comprimento da mola 2 em relação ao seu comprimento natural, então, para 80° C, a razão $\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$ é maior que 0,7.

QUESTÃO 10



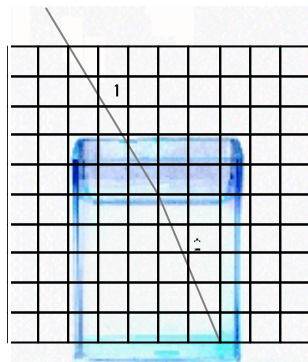
Uma cuba de ondas pode ser considerada como uma lâmina de água de área infinita e profundidade constante de 1 cm, na qual se realizam experimentos de propagação de ondas mecânicas. A foto acima mostra um instante em que frentes de onda produzidas por uma fonte periódica pontual com frequência de 5 Hz propagam-se na cuba. Nela, está representado um sistema de eixos ortogonais xOy fixos no plano horizontal da cuba e cuja origem no instante da foto coincide com a posição da fonte pontual. A respeito da situação descrita e considerando que a água não se desloca horizontalmente, julgue os itens abaixo.

- 1) Nas condições de preparação do experimento, é esperada a observação de frentes de onda circulares.
- 2) Uma pequena esfera de isopor colocada sobre a água realizará um movimento harmônico na vertical.
- 3) A frequência da onda medida por um observador no ponto P é maior que aquela medida por um observador no ponto Q, estando P e Q fixos na cuba.
- 4) Em relação à cuba de ondas, a fonte está em movimento retilíneo uniforme ao longo do eixo x .
- 5) Utilizando a escala milimetrada impressa no rodapé da Folha de Rascunho, é correto concluir que a velocidade de propagação da onda na cuba é menor que 8 cm/s.

RASCUNHO

QUESTÃO 11

A figura abaixo mostra a foto de um feixe de luz *laser* que se propaga no ar e incide sobre a superfície de um líquido contido em um recipiente transparente. Na foto, em que foi sobreposto um quadriculado, pode-se observar os raios incidente (1) e refratado (2).



Com base na figura, calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

- O seno do ângulo de refração, com a melhor aproximação possível, multiplicando a quantidade calculada por 100. (valor = 0,5 ponto)
- O índice de refração do líquido, com a melhor aproximação possível, considerando o índice de refração do ar igual a 1. Multiplique a quantidade calculada por 10. (valor = 1,0 ponto)

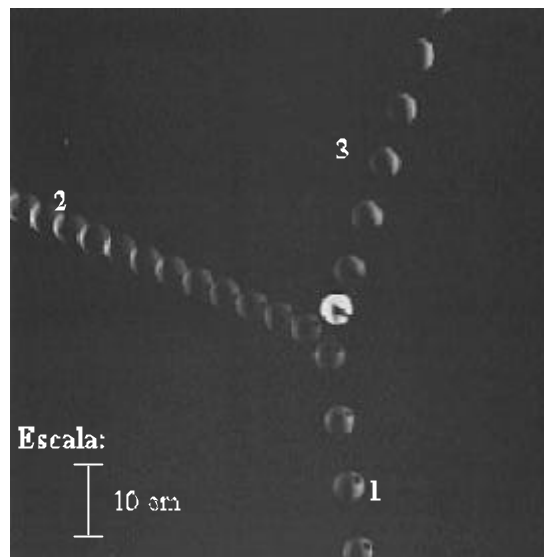
QUESTÃO 12

Galileu Galilei (1564-1642) foi um importante físico italiano que fundou a moderna Física, embasada na experimentação e no ensaio. Devido a suas múltiplas descobertas das leis naturais, conseguiu construir um aparato de medição da temperatura que se baseia no fato de a densidade de um líquido variar em função da sua temperatura. A figura ao lado mostra um modelo desse termômetro, constituído de um tubo de vidro hermeticamente fechado, contendo em seu interior um líquido e pequenos balões de vidro selados. Esses balões contêm, por sua vez, uma certa quantidade de um outro material líquido, e deles pendem pequenas moedas iguais, feitas de aço inoxidável. As massas dos conjuntos balão-moeda são iguais. A dilatação térmica do vidro e das moedas é desprezível. O modelo apresentado na figura contém 5 conjuntos balão-moeda que permitem indicar a temperatura ambiente entre 18° C e 26° C, com variações de 2 em 2 graus. Nessa faixa, a temperatura ambiente atual é conhecida por meio do número que está escrito na moeda do balão que afundou por último. Em relação à situação descrita, julgue os itens seguintes.



- Todos os balões têm volumes iguais.
- A densidade do líquido no interior do tubo de vidro deve ser crescente com a temperatura.
- Quando a temperatura for menor que 18° C, todos os balões deverão estar flutuando.
- A dilatação térmica do material líquido contido no interior dos balões alteraria o funcionamento do termômetro.

QUESTÃO 13



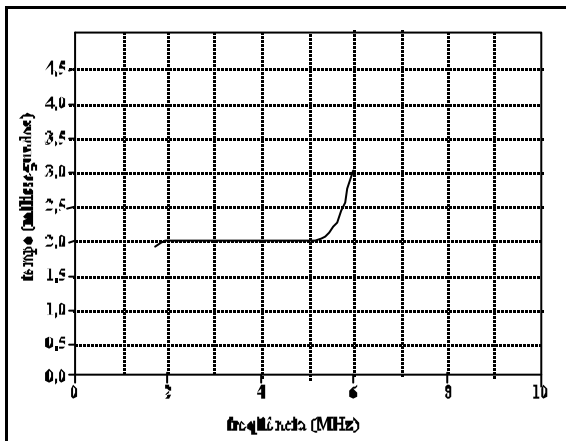
A figura acima mostra uma foto estroboscópica da colisão elástica de dois discos metálicos que deslizam em uma mesa horizontal sem atrito. A câmera fotográfica está em repouso em relação a um referencial inercial e o intervalo entre cada imagem é de 0,2 s. Antes da colisão, um dos discos estava em repouso em relação à máquina fotográfica. Analisando a foto e utilizando a escala milimetrada impressa no rodapé da Folha de Rascunho para fazer as medições que se fizerem necessárias, julgue os itens que se seguem.

- A foto mostra que, após a colisão, os discos deslocam-se em movimento retilíneo e têm as velocidades de seus centros de massa constantes.
- O disco que passa pelo ponto 2 é o que possui maior módulo de velocidade.
- A velocidade do centro de massa do sistema formado pelos dois discos é maior que 60 cm/s.
- Os dois discos têm massas aproximadamente iguais.

RASCUNHO

QUESTÃO 14

As radiações solares que atingem as camadas superiores da atmosfera são responsáveis pela criação de uma camada ionizada conhecida como ionosfera. Essa camada funciona como um espelho para ondas eletromagnéticas emitidas da superfície terrestre cujas frequências estejam abaixo de uma frequência crítica, conhecida como frequência de plasma. Somente ondas com frequências mais altas que essa frequência crítica conseguem atravessá-la e chegar ao espaço. Para determinar a altitude da ionosfera, realizam-se experimentos nos quais são enviadas para o espaço ondas com diferentes frequências e são detectados, na superfície terrestre, os ecos produzidos pela reflexão, um princípio semelhante ao dos sonares e radares. O gráfico abaixo mostra o tempo gasto entre a emissão e o recebimento do eco em função da frequência da onda emitida por um aparelho. A frequência de plasma é facilmente identificada, pois corresponde à frequência a partir da qual o sinal do eco não é mais detectado. O equipamento utilizado emitiu ondas com frequências de 1,8 MHz a 10 MHz. A tabela mostra algumas faixas do espectro eletromagnético, suas respectivas denominações e algumas de suas utilizações regulamentadas.



faixa de frequência (MHz)	denominação	algumas utilizações
0,03 a 0,3	LF	radionavegação
0,3 a 3,0	MF	radiodifusão (ondas médias)
3,0 a 30	HF	radiodifusão (ondas curtas)
30 a 300	VHF	TV, rádio FM, radionavegação

Com base nas informações acima e considerando a velocidade de uma onda eletromagnética igual a 3×10^8 m/s, julgue os itens subsequentes.

- O gráfico permite concluir que a frequência de plasma na ionosfera é aproximadamente igual a 6 MHz.
- É mais apropriada a transmissão de sinais da Terra para astronautas na Lua na faixa de MF que na faixa de VHF.
- O gráfico permite concluir que a camada da ionosfera localiza-se abaixo de 200 km de altitude.
- Na Terra, sinais de rádio na faixa de ondas médias podem ser transmitidos a longas distâncias, aproveitando-se a reflexão na ionosfera.

QUESTÃO 15

Em uma olimpíada de Física, os estudantes foram desafiados a resolver o seguinte problema.

Dada uma bateria de automóvel, cuja distância entre os terminais é de 25 cm, sem marcas indicativas da polaridade desses terminais, e dada uma caixa com 9 objetos, selecionar no máximo 3 objetos dessa caixa que permitam montar um experimento capaz de determinar a polaridade dos terminais, explicitando os conceitos físicos envolvidos nesse processo. O experimento deve permanecer em funcionamento contínuo durante um minuto, com o menor consumo de energia da bateria possível, e nenhum dos objetos pode ser danificado no experimento.

A tabela I abaixo enumera os objetos encontrados na caixa e a tabela II relaciona pontuações a conceitos físicos.

Tabela I

ordem	objeto
1	uma lâmpada de 12 V – 75 W
2	uma lâmpada de 12 V – 10 W
3	uma lâmpada de 1,5 V – 1 W
4	um fio condutor de 25 cm de comprimento e 1 mm ² de seção transversal
5	um fio de 25 cm de comprimento e 2,5 mm ² de seção transversal
6	eletroscópio de folhas
7	bússola
8	termômetro clínico
9	lupa

Tabela II

pontuação	conceitos físicos
1	hidrostática
2	gravitação
4	acústica
8	corrente elétrica
16	campo magnético
32	lei de Snell
64	efeito doppler
128	resistência elétrica
256	conservação de momento

Com base na situação descrita acima, resolva uma das opções seguintes.

- Entre os conceitos físicos descritos na tabela II, escolha aqueles que **não seriam necessários** para solucionar o problema proposto na olimpíada. Some as pontuações correspondentes a cada conceito escolhido e considere esse total como o resultado final da opção. (**valor = 0,5 ponto**)
- Entre os objetos da tabela I, escolha aquele(s) que resolveria(m) o problema proposto na olimpíada. Organize os algarismos correspondentes às ordens dos objetos em centenas, dezenas e unidades, de forma a obter o menor número possível. Tome esse número como o resultado final da opção. (**valor = 1,0 ponto**)