

Segundo dia

2001

2.º Vestibular

BIOLOGIA

QUÍMICA

FÍSICA

CADERNO DE PROVAS

INSTRUÇÕES

- 1 Este caderno é constituído de **quarenta e cinco** questões objetivas, assim distribuídas: **quinze** questões de **Biologia**, **quinze** questões de **Química** e **quinze** questões de **Física**.
- 2 Caso o caderno esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, o candidato deverá solicitar ao fiscal de sala mais próximo que o substitua.
- 3 Nas questões do tipo A, recomenda-se não marcar ao acaso: cada item cuja resposta diverja do gabarito oficial acarretará a perda de $\frac{1}{n}$ ponto, em que n é o número de itens da questão a que pertença o item, conforme consta no Guia do Vestibulando.
- 4 Durante as provas, o candidato não deverá levantar-se ou comunicar-se com outros candidatos.
- 5 A duração das provas é de **quatro horas e trinta minutos**, já incluído o tempo destinado à identificação — que será feita no decorrer das provas — e ao preenchimento da Folha de Respostas.
- 6 A desobediência a qualquer uma das recomendações constantes nas presentes Instruções, na Folha de Rascunho ou na Folha de Respostas poderá implicar a anulação das provas do candidato.

AGENDA

- I **18/7/2001, a partir das 17 h** – previsão da divulgação da listagem dos candidatos selecionados em 1.ª chamada na Internet — no endereço <http://www.cespe.unb.br> — e nos quadros de avisos do CESPE/UnB.
- II **23 e 24/7/2001** – registro, nos Postos Avançados da Diretoria de Administração Acadêmica (DAA) da UnB, dos candidatos selecionados em 1.ª chamada.
- III **30/7/2001** – divulgação da listagem dos candidatos selecionados em 2.ª chamada.
- IV **1.º/8/2001** – registro, nos Postos Avançados da Diretoria de Administração Acadêmica (DAA) da UnB, dos candidatos selecionados em 2.ª chamada.

Observações:

- Em nenhuma hipótese o CESPE informará resultado por telefone.
 - É permitida a reprodução deste material, desde que citada a fonte.
-

- Nas questões de 1 a 7 e de 9 a 15, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna C; itens **ERRADOS** na coluna E.
- Na questão 8, marque, de acordo com o comando: o algarismo das **DEZENAS** na coluna D; o algarismo das **UNIDADES** na coluna U. O algarismo das **DEZENAS** deve ser obrigatoriamente marcado, mesmo que seja igual a zero.
- Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a **Folha de Respostas**.

QUESTÃO 1

Protocolo de Kioto

A capacidade das plantas de fixar CO₂ foi um dos principais pontos de discussão durante as negociações da ONU destinadas a determinar as modalidades de aplicação do protocolo de Kioto, acordo internacional adotado em 1997 para reduzir 5,2% da emissão mundial de gases de efeito estufa em 2008-2010. O acordo continua sem entrar em vigência, devido ao desentendimento entre os países industrializados sobre como aplicá-lo. A retenção de CO₂ nas florestas primárias representa apenas uma solução parcial para a luta contra o efeito estufa e o conseqüente aquecimento global. Apesar dessa retenção, existe a necessidade de se reduzirem substancialmente as emissões de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa procedentes da utilização de combustíveis fósseis.

Correio Braziliense, 30/3/2001 (com adaptações).

Acerca dos assuntos abordados no texto acima, julgue os seguintes itens.

- 1 Apesar de se reconhecer que o incremento das emissões de CO₂ na atmosfera terrestre, cujo agravamento a humanidade vem vivenciando atualmente, está relacionado às atividades industriais desenvolvidas a partir da Revolução Industrial, somente depois da Segunda Guerra Mundial essas emissões passaram a ter componentes devidos aos combustíveis fósseis, principalmente oriundos do petróleo.
- 2 O processo da fotossíntese, responsável pela absorção de energia que será utilizada por sistemas biológicos, é limitado pela oferta da luz e pelas quantidades de CO₂, de H₂O e nutrientes.
- 3 As transformações de energia entre os diferentes níveis tróficos de uma cadeia alimentar obedecem às leis da termodinâmica.
- 4 O desenvolvimento agrícola do cerrado, com a substituição da vegetação nativa por culturas anuais, pode afetar a capacidade do sistema de fixar CO₂, um dos principais pontos de discussão durante as negociações da ONU, conforme menciona o texto.

QUESTÃO 2

1 O fato de formigas viverem em colônias significa que elas podem ser especialmente valiosas para plantas quando atuam como defensoras. Em troca de recompensas oferecidas pela planta, como, 4 por exemplo, néctar (composto rico em carboidratos), uma colônia pode enviar seus soldados para protegê-la. Outras formigas enterram sementes de plantas, em vez de predá-las, atuando como 7 “jardineiros”. Como recompensa por serem plantadas, cada semente fornece à formiga uma refeição: o nutritivo elaiossoma, que fica na ponta da semente.

National Geographic, v. 195, n.º 5, 1999, p. 102-12 (com adaptações).

Considerando o texto acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 A partir das idéias do texto, é correto estabelecer a seguinte correspondência: “néctar” (R.4) está para “planta” (R.3) assim como “elaiossoma” (R.8) está para “semente” (R.8).
- 2 A evolução de sementes permitiu maior dispersão de plantas em ambientes terrestres. Apesar disso, plantas com semente, como briófitas e pteridófitas, ainda são dependentes da disponibilidade de água para reprodução, pois o gameta deve se locomover em meio aquoso de um gametófito a outro.
- 3 Além do elaiossoma, a semente apresenta compostos de reserva em seus cotilédones, que serão utilizados no processo de germinação e desenvolvimento inicial da planta.
- 4 As interações de formigas com plantas descritas no texto são definidas como mutualismo obrigatório.
- 5 Os carboidratos retirados do néctar pelas formigas são produzidos nas folhas e são transportados para outras partes da planta através do xilema.

QUESTÃO 3

O homem sempre pensou a respeito do sentido de sua existência. Na verdade, todas as culturas conhecidas, passadas e presentes, primitivas ou sofisticadas, possuem algum mito relacionado à criação, que racionaliza como a vida começou. Somente na era moderna, entretanto, tem sido possível considerar a origem da vida em termos de uma base científica, isto é, sujeita, de alguma forma, à verificação experimental. Com relação a esse tema, julgue os itens a seguir.

- 1 De acordo com o modelo de Oparin e Haldane, a atmosfera primitiva teria um forte caráter redutor com a presença de CO, CH₄, NH₃ e SO₂ em adição a H₂O, N₂ e CO₂. A radiação ultravioleta e descargas elétricas permitiram a reação dessas moléculas para formar aminoácidos, bases de ácidos nucleicos e açúcares.
- 2 A predominância do carbono na matéria viva é resultado de sua baixa versatilidade em comparação a outros compostos e à sua capacidade de formar ligações covalentes fracas.
- 3 A compartimentalização, isto é, a geração de células com a formação de membranas, foi essencial para o desenvolvimento dos processos biológicos, uma vez que a membrana plasmática lipoprotéica é impermeável à passagem de solutos.
- 4 A camada de ozônio, formada a partir da liberação de O₃ pelo processo da fotossíntese, é responsável pela absorção de radiação ultravioleta dos raios solares.

QUESTÃO 4

Um retrato de alguns riachos e cabeceiras da bacia do Alto Paraná revela: a biodiversidade da fauna paulista de peixes de água doce é bem maior que se supunha. Só em três quilômetros de estreitos cursos d'água, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), em Ribeirão Preto, encontraram dez novas espécies. A comprovação da existência de espécies endêmicas dessa bacia será mais uma evidência do possível isolamento evolutivo da fauna local de peixes em relação ao restante da bacia do Prata. A escolha dos riachos para o levantamento tem motivo: por unidade de área, são os ambientes mais ricos em biodiversidade de peixes. Esses ambientes têm, no entanto, sido bastante alterados. No estado do Paraná, só restam de 8% a 9% da vegetação original, concentrada basicamente na Serra do Mar.

Pesquisa Fapesp, out./2000, p. 44-46 (com adaptações).

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

- 1 O processo de especiação pressupõe o isolamento reprodutivo de diferentes populações.
- 2 O conceito de espécie biológica é determinado pela capacidade de cruzamento entre indivíduos.
- 3 O processo de extinção de espécies é inerente ao processo de diversificação da vida. Entretanto, a destruição acelerada de *habitats* tem acentuado a extinção de espécies.
- 4 Os enunciados das leis de Mendel acerca da herança genética fortaleceram as teorias de Lamarck acerca de caracteres adquiridos.
- 5 O sucesso na obtenção de recursos do ambiente para manutenção e reprodução dos indivíduos é a base da seleção natural.

QUESTÃO 5

Isolada a meio caminho entre a Europa e a América do Norte, com temperaturas árticas durante a maior parte do ano, a Islândia é conhecida por suas excentricidades, como vulcões ativos, geleiras eternas e economia baseada na exportação de bacalhau e camarão. Há agora uma nova peculiaridade: o governo islandês vendeu a uma empresa de biotecnologia, a deCode Genetics, o direito de pesquisar o código genético e os dados médicos de toda a população da ilha. A Islândia se tornará um país cobaia por causa das condições únicas. São apenas 280.000 habitantes, todos descendentes de *vikings* que colonizaram a ilha há mais de 1.000 anos. O isolamento fez que o código genético da população apresentasse pouca variação, o que torna mais fácil identificar genes alterados por mutações naturais que possam causar doenças.

Veja, n.º 13, abr./2001, p. 74 (com adaptações).

Com o auxílio do texto, julgue os itens que se seguem.

- 1 Apesar de as pesquisas relativas ao genótipo humano abrirem perspectivas para a cura de diversas doenças, ainda há muita discussão a esse respeito, particularmente no campo da ética, pois essas mesmas pesquisas podem levar à clonagem de seres humanos.
- 2 A maioria dos genes ocorre em formas ligeiramente diferentes, chamadas alelos, na qual a seqüência de DNA varia. Os alelos surgem por mutações.
- 3 O ambiente tem pouca influência no genótipo de uma população, como pode ser observado no caso da Islândia.
- 4 A Islândia exemplifica uma situação em que populações pequenas estão menos sujeitas à perda da variabilidade genética.
- 5 A evolução dos sistemas genéticos reflete tanto os efeitos deletérios das mutações quanto o fato de as espécies, às vezes, resistirem devido à variabilidade genética originada por mutações.

QUESTÃO 6

A cocaína é um pó branco e cristalino, de odor levemente aromático. Extraída das folhas do vegetal *Erythroxylon coca*, planta nativa dos Andes, principalmente Colômbia, Bolívia e Peru, é uma substância de ação euforizante e anestésica. Em grandes doses, produz euforia, ansiedade, depressão, idéias paranóicas, delírio de perseguição e alucinações visuais e auditivas. A *overdose* causa convulsões e morte por insuficiência respiratória e colapso cardíaco.

Os viciados dizem que a droga estimula o intelecto e torna o trabalho mais fácil de ser executado. O trabalho braçal sim, pois a euforia causada pela cocaína contribui para isso, mas o intelectual não. Testes realizados na Universidade de Chicago comprovaram exatamente o contrário, pois verificaram que, sob o efeito da cocaína, fica mais difícil combinar e memorizar números e palavras.

A cocaína atua no cérebro, interferindo diretamente na reabsorção dos neurotransmissores dopamina e norepinefrina, liberados nas terminações pós-ganglionares do sistema nervoso simpático. Como são importantes na transmissão do impulso nervoso, uma alteração na concentração dos mesmos determina a variação comportamental de euforia ou depressão, que caracteriza o perfil do cocainômano.

O *crack* é uma combinação de cocaína, ácido sulfúrico ou ácido clorídrico, carbonato ou bicarbonato de sódio e água. Essas substâncias aquecidas produzem grãos ou pequenas pedras de cor parda, que são fumadas em cachimbos.

É um estimulante aproximadamente seis vezes mais potente que a cocaína. Provoca rápida dependência física, podendo levar à morte, por causa de sua ação fulminante sobre o sistema nervoso central e o coração. Leva apenas 15 segundos para chegar ao cérebro, onde exerce terrível efeito, que dura em média 15 minutos.

Cid Martins Batista. Internet: <<http://www.ufv.br/cid/crack.htm>> (com adaptações).

Considerando o texto acima, julgue os seguintes itens.

- 1 As características da atuação da cocaína incluem manifestações observadas nos nervos cranianos, componentes do sistema nervoso central.
- 2 A administração de cocaína acarreta aumento da frequência cardíaca, o que também ocorre em resposta a um estímulo adrenérgico.
- 3 Os atos relacionados à “euforia”, mencionada no primeiro parágrafo do texto, podem ser chamados de involuntários ou reflexos.
- 4 Infere-se do texto que a cocaína e o *crack* atuam no encéfalo e na medula.
- 5 A “ação fulminante” do *crack*, citada no último parágrafo, deve-se à sua rápida absorção nos alvéolos pulmonares, estruturas com irrigação sanguínea abundante.

Texto I – questões 7 e 8

A figura I abaixo mostra o eletrocardiograma de um indivíduo normal, com frequência cardíaca constante, em batimentos por minuto. Esse exame é obtido por intermédio de um equipamento que mede a diferença de potencial entre dois eletrodos colocados nos membros superiores do indivíduo, durante um determinado intervalo de tempo. Analisando-se o traçado do eletrocardiograma, podem ser observadas as características de condução elétrica no coração do indivíduo, com o objetivo de se diagnosticarem patologias. A figura II mostra um detalhe do eletrocardiograma, destacando as ondas associadas a apenas um único batimento cardíaco.

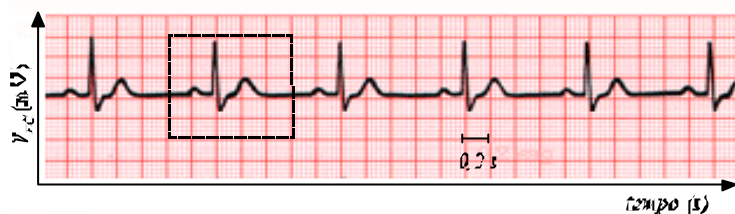


Figura I
(eletrocardiograma normal)

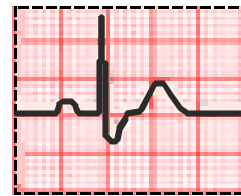


Figura II
(detalhe do
eletrocardiograma)

QUESTÃO 7

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

- 1 A figura I mostra que o equipamento utilizado para se obter o eletrocardiograma produziu choques elétricos para diminuir o ritmo cardíaco do paciente.
- 2 Os tecidos humanos são condutores de eletricidade, e mesmo uma diferença de potencial da ordem de mV pode produzir uma corrente que se estabelece do coração aos membros.
- 3 A condução elétrica evidenciada no eletrocardiograma da figura I e no detalhe da figura II é possível porque as fibras musculares do coração e dos membros superiores apresentam as mesmas características histológicas.
- 4 Como o traçado do eletrocardiograma ilustrado na figura I é periódico, ele poderia ser obtido como gráfico de uma função do tipo $V_{EC}(t) = a \sin(bt) + c$, em que a , b e c são constantes reais, t é o tempo e V_{EC} é a diferença de potencial medida.

QUESTÃO 8

Com base no texto I, calcule, **em batimentos por minuto**, a frequência cardíaca do indivíduo cujo eletrocardiograma está ilustrado nas figuras I e II. Despreze, caso exista, a parte fracionária do valor calculado.

RASCUNHO

QUESTÃO 9

A clonagem e o progresso da ciência

A clonagem a partir de uma célula somática de adulto encontra objeção, de ordem científica, quanto à sua generalização. Trata-se do impacto sobre um dos fatores mais importantes em jogo na evolução dos seres vivos (incluindo, é claro, o homem), qual seja, o da diversidade genética. É a biodiversidade que possibilita o surgimento de novas espécies e o contínuo melhoramento e a adaptação das espécies existentes às variações do ambiente. Levada ao extremo, a clonagem de indivíduos e populações causaria sua crescente vulnerabilidade diante do processo de seleção natural. É o caso, por exemplo, das monoculturas agrícolas, que podem ser liquidadas pela incidência de um único fator nocivo, como uma praga. O progresso da ciência, que em última análise deve promover o bem-estar da humanidade, não pode se destinar ao seu aniquilamento.

Ciência Hoje, v. 21, n.º 126, jan. e fev./1997, p. 1 (com adaptações).

Com base no texto apresentado, julgue os itens abaixo.

- 1 Ao mencionar “clonagem a partir de uma célula somática”, o texto refere-se à reprodução sem a participação de dois gametas.
- 2 O texto considera a biodiversidade importante, pois uma grande diversidade de organismos representa uma fonte de nutrientes diversificada.
- 3 O processo de seleção natural é considerado vulnerável, pois, por meio da clonagem, poderiam ser criados indivíduos resistentes à tal seleção.
- 4 O risco evolutivo da clonagem é comparado ao da monocultura, pois ambas provocam a perda das vantagens da diversidade.

QUESTÃO 10

Como o câncer surge e se desenvolve

O câncer está ligado à formação e ao crescimento dos organismos multicelulares, que dependem de uma rede complexa de fenômenos de multiplicação e diferenciação celular. As células desses organismos, durante toda a vida, estão sujeitas a diferentes sistemas de controle, exercidos por proteínas sintetizadas a partir de informações genéticas (contidas no DNA). Tais proteínas atuam em harmonia para permitir a cada célula um desenvolvimento “normal”.

Ciência Hoje, v. 24, n.º 141, p. 18-20 (com adaptações).

A tabela abaixo apresenta características gerais usadas no diagnóstico do câncer (na maioria dos casos).

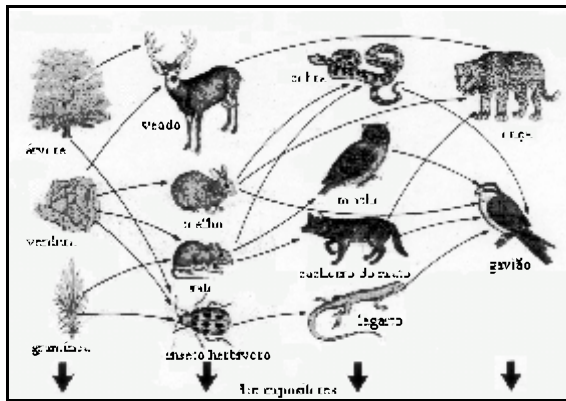
aspecto verificado	neoplasia benigna	neoplasia maligna
mitose	pouca	freqüente
diferenciação	células semelhantes ao tecido de origem	células diferentes, às vezes em alto grau (anaplasia)
crescimento	expansivo	invasivo
relação núcleo/citoplasma	normal	aumentada

Considerando as informações acima, e sabendo que neoplasia é uma designação genérica para qualquer tumor, julgue os itens abaixo.

- 1 Tanto no câncer quanto em tecidos embrionários, existe alta taxa de mitose.
- 2 Na presença de câncer invasivo, as características histológicas geralmente são alteradas, pois, nesse caso, são encontradas em sua estrutura células com poucas diferenças em relação ao tecido normal.
- 3 Na neoplasia maligna, a relação núcleo/citoplasma aumentada deve-se a uma maior síntese protéica e conseqüente elevação do metabolismo celular.

QUESTÃO 11

A figura abaixo ilustra os componentes bióticos de uma teia alimentar.



José Luís Soares. *Biologia*. 2.ª ed. São Paulo: Scipione, 1991, p. 300 (com adaptações).

Com relação aos componentes da teia alimentar ilustrada acima, julgue os itens a seguir.

- 1 Os representantes dos répteis pertencem à mesma ordem, possuem o corpo coberto por placas epidérmicas córneas e dois pulmões funcionais.
- 2 As duas aves mostradas nessa teia são de rapina, porém uma delas apresenta hábito noturno, enquanto a outra apresenta hábito diurno.
- 3 Entre os mamíferos herbívoros representados, há um que apresenta o estômago dividido em quatro compartimentos, adaptado para a digestão da celulose.
- 4 Os vegetais compõem o grupo dos consumidores primários, pois consomem carbono inorgânico para a síntese de compostos orgânicos de carbono.

QUESTÃO 12

Na comercial local 1.205 do Cruzeiro Novo, no Distrito Federal, não há contêiner de lixo há quase um ano. Sem depósito próprio, o lixo produzido pelos comerciantes é despejado na rua. Além do mau cheiro, ratas, baratas e pombos perturbam quem mora e trabalha por perto.



“Guia de Sábado”. In: *Correio Braziliense*, 21/4/2001, p. 3 (com adaptações).

Considerando o texto acima, julgue os itens seguintes.

- 1 Um dos problemas acarretados pelo contato com ratas é que estas são agentes transmissores da leptospirose, doença causada por bactéria.
- 2 Uma solução para o problema de acúmulo do lixo orgânico nas grandes cidades seria a utilização de bactérias e fungos decompositores.
- 3 As baratas pertencem à mesma ordem que os percevejos e os barbeiros e, por alimentarem-se de material em decomposição, são potenciais transmissores de doenças.
- 4 Os pombos são aves que não transmitem doenças, porém o contato com o ácido úrico de suas fezes pode causar irritações na pele humana.
- 5 O “mau cheiro” citado no texto é causado pela liberação de compostos nitrogenados para o ambiente.

QUESTÃO 13

Vários benefícios o fumante pode ganhar se interromper o hábito. Além de melhorar a aparência da pele em apenas dois meses, os efeitos da suspensão do cigarro começam poucos minutos depois de apagá-lo.

- Após 2 horas: não há mais nicotina no sangue.
- Após 8 horas: o nível de oxigênio no sangue se normaliza.
- Entre 12 e 24 horas: os pulmões funcionam melhor.
- Após 2 dias: o paladar e o olfato melhoram.
- Após 1 ano: o risco de morte por infarto do miocárdio já foi reduzido à metade.

“Saúde”. In: *Correio Braziliense*, 15/4/2001, p. 16 (com adaptações).

Considerando o texto acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 Após parar de fumar durante 2 horas, “não há mais nicotina no sangue”, pois essa substância é metabolizada ainda nas células sanguíneas.
- 2 Transcorridas 8 horas da suspensão do uso de cigarro, “o nível de oxigênio no sangue se normaliza”, atingindo cerca de 79%.
- 3 De 12 a 24 horas após parar de fumar, “os pulmões funcionam melhor”, pois o hábito de fumar causa produção excessiva de muco, impedindo o funcionamento dos cílios do epitélio do bronquíolo.
- 4 O fato de o texto considerar a melhora do paladar e do olfato juntos, após 2 dias de abstinência de cigarro, evidencia a forte interação existente desses dois sentidos.
- 5 O infarto do miocárdio é causado por isquemia do músculo cardíaco e caracteriza-se pela morte de fibras musculares devido à falta de oxigênio.

QUESTÃO 14

O governo britânico anunciou que vai estabelecer um esquema de compensação para as famílias das vítimas da forma humana da **doença da vaca louca**, que pode consumir milhões de dólares. Na Grã-Bretanha, 80 pessoas morreram em razão da doença de Creutzfeldt-Jakob (nome da versão humana da moléstia) e suspeita-se que outros 5 casos tenham o mesmo diagnóstico.

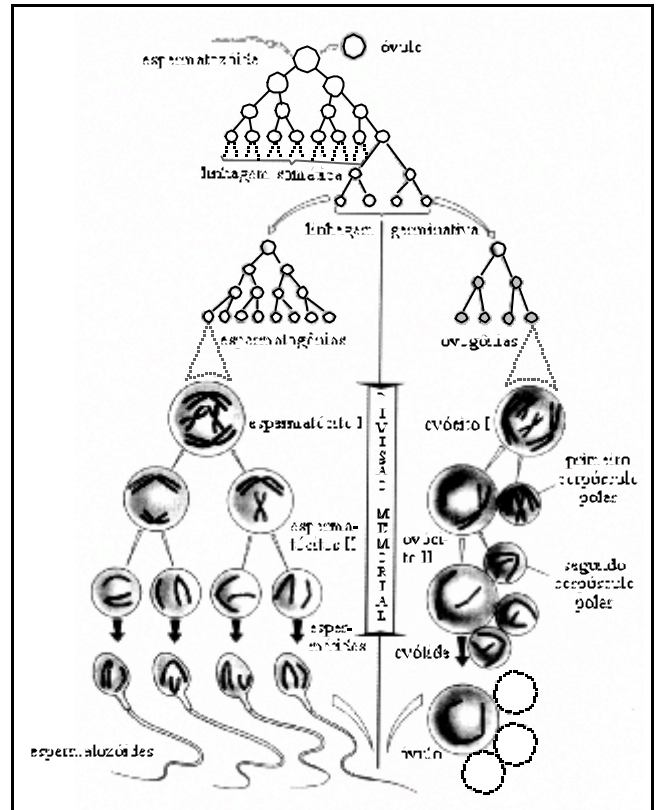
A **doença da vaca louca** é causada por príons, proteínas com estrutura alterada. Tais proteínas existem com uma determinada estrutura nas células normais do sistema nervoso de diversos animais, porém a interação de uma proteína normal e uma proteína com estrutura alterada induz a alteração da estrutura na proteína normal. Tanto a proteína normal quanto a alterada possuem a mesma seqüência de aminoácidos, porém suas estruturas tridimensionais apresentam diferenças.

Seminars in Neurology. In: Internet: <<http://www.medscape.com/thieme/SN/public/SN-journal.html>>
e Internet: <<http://www.virtualmedic.com.br/noticias/not269.html>> (com adaptações).

A partir das informações acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 A replicação dos príons pode ser comparada à replicação viral, pois ambos introduzem seu material genético na célula hospedeira.
- 2 Sabendo que as células animais apresentam proteínas expostas em suas membranas, então é possível a interação dessas proteínas com outras proteínas do meio extracelular.
- 3 Deve haver um mecanismo de transporte de príons para o núcleo da célula, para que eles atuem diretamente na síntese das proteínas.
- 4 O fato de duas proteínas apresentarem a mesma seqüência de aminoácidos implica que seus processos de transcrição e de tradução são idênticos.

QUESTÃO 15



José Mariano Amabis & Gilberto Rodrigues Martho. *Fundamentos da Biologia Moderna*. São Paulo: Moderna, 1998, p. 182

A figura acima ilustra um esquema comparativo da formação de gametas masculino e feminino. Com o auxílio da figura, julgue os seguintes itens.

- 1 Da figura, infere-se que tanto os espermatócitos secundários quanto as espermatídes são células haplóides.
- 2 Em um indivíduo vasectomizado, a diferenciação de espermatogônias em espermatozoides é impedida devido à secção do canal deferente.
- 3 No final da meiose, os quatro espermatozoides formados são geneticamente idênticos.
- 4 As espermatogônias são células germinativas que realizam a primeira divisão meiótica ainda antes do nascimento do indivíduo.

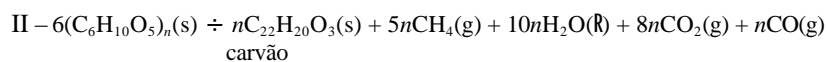
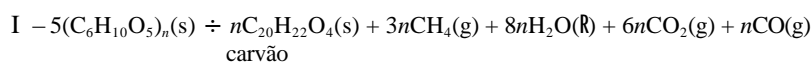
- Nas questões 1, 2, de 4 a 9 e de 11 a 15 marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna **C**; itens **ERRADOS** na coluna **E**.
- Nas questões 3 e 10, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: o algarismo das **DEZENAS** na coluna **D**; o algarismo das **UNIDADES** na coluna **U**. O algarismo das **DEZENAS** deve ser obrigatoriamente marcado, mesmo que seja igual a zero.
- Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a **Folha de Respostas**.

Os animais e vegetais necessitam consumir alguma forma de energia para sua sobrevivência. A versatilidade na utilização das diversas formas de energia encontradas na Terra tem sido um fator preponderante no desenvolvimento da civilização humana. A habilidade de obter e utilizar energia tem permitido que a humanidade ocupe áreas inóspitas do planeta, locomova-se de forma rápida, desenvolva formas de comunicação cada vez mais eficientes e mantenha um complexo sistema de civilização. Os recursos energéticos mais utilizados atualmente pelo homem são os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), hidreletricidade, energia nuclear, energia eólica e energia solar. Formas de energia menos difundidas incluem energia geotérmica, biomassa e energia das marés.

Texto I – questões de 1 a 3

O carvão mineral vem sendo utilizado como fonte de energia há mais de dois mil anos e, ainda hoje, representa um componente importante na matriz energética de diversos países. Ele é formado a partir do soterramento e da compactação de uma massa vegetal em ambiente anaeróbio. A principal matéria-prima é a celulose $(C_6H_{10}O_5)_n$ que, dependendo das condições de pressão, de temperatura e do tempo de soterramento, pode gerar, progressivamente, turfa, linhito, carvão betuminoso ou antracito, de acordo com o grau de carbonificação, sendo **todos** genericamente chamados de carvão. A tabela abaixo apresenta algumas características, em valores aproximados, referentes aos diferentes tipos de carvão, enquanto as equações I e II representam a formação, a partir da celulose, de dois tipos de carvão.

característica	turfa	linhito	carvão betuminoso	antracito
densidade (kg/m ³)	1.000	1.000 a 1.300	1.200 a 1.500	1.300 a 1.700
carbono (%)	55	65 a 75	75 a 90	90 a 94
hidrogênio (%)	6	5	4,5 a 5,5	2 a 4
oxigênio (%)	33	25	3 a 11	4 a 8
poder calorífico (cal/g)	4.000 a 5.700	# 5.700	5.700 a 8.100	8.200 a 9.200



QUESTÃO 1

Com base no texto I, julgue os itens abaixo.

- 1 O carvão obtido na equação I é um hidrocarboneto alifático.
- 2 Os átomos de carbono do carvão obtido na equação I encontram-se, em média, em estado de oxidação mais reduzido que os átomos de carbono do carvão obtido na equação II.
- 3 Entre os quatro tipos de carvão mencionados no texto I, aquele que apresenta maior poder calorífico é o que também apresenta maior quociente do percentual de carbono pelo percentual de hidrogênio.
- 4 O carvão betuminoso é formado por uma única substância.

QUESTÃO 2

Ainda com base no texto I e sabendo que $M(C) = 12,0$ g/mol, $M(H) = 1,0$ g/mol e $M(O) = 16,0$ g/mol, julgue os seguintes itens.

- 1 A partir da porcentagem do elemento carbono presente em cada tipo de carvão, pode-se concluir que aquele obtido na equação I trata-se de linhito, enquanto aquele resultante da equação II é carvão betuminoso.
- 2 Se os gases resultantes nas equações I e II forem recolhidos em água, o pH da solução aquosa obtida será básico.
- 3 A turfa e o antracito podem ser separados por flotação.
- 4 As maiores reservas nacionais de carvão mineral estão na região Nordeste do país, sendo o Brasil auto-suficiente em relação ao que consome.
- 5 Desde o final do século XVIII, o carvão vem desempenhando importante papel como combustível na geração de energia utilizada em máquinas que produzem em grande escala.

QUESTÃO 3

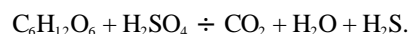
Uma bacia sedimentar rasa é ambiente propício à formação de depósito de carvão. No processo de formação de carvão em uma bacia, verifica-se, também, a produção de água líquida, bem como de gases, que exercem pressão sobre esse sistema. Nesse contexto, suponha que, em um lago mal oxigenado, uma camada de massa vegetal tenha gerado carvão, água líquida e gases a uma temperatura de 363 K, segundo a equação II do texto I. Considere ainda que

- para a celulose, $n = 1,0 \times 10^4$;
- a camada vegetal continha originalmente 200.000 toneladas de celulose, cuja conversão em carvão foi de 100%;
- o espaço preenchido originalmente pela matéria orgânica no lago, antes do processo de formação do carvão, corresponda ao de um paralelepípedo com dimensões iguais a $2 \text{ m} \times 10 \text{ km} \times 20 \text{ km}$; e,
- os gases obtidos no processo comportam-se como ideais e ocupam 70% do volume total do paralelepípedo, não podendo escapar do sistema (sistema fechado).

Nessas condições, calcule, **em kPa**, a pressão total sobre esse sistema exercida pelos gases obtidos no processo, sabendo que a constante universal dos gases é igual a $8,31 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ e que a massa do monômero da celulose é igual a 162 g/mol . Despreze, caso exista, a parte fracionária de seu resultado.

RASCUNHO**QUESTÃO 4**

Existem diferentes teorias para explicar a origem do petróleo. Atualmente, os geólogos e os geoquímicos defendem a teoria de que a maior parte do petróleo tem origem orgânica, não sendo descartada a existência de hidrocarbonetos formados inorganicamente. De acordo com a teoria da origem orgânica, a formação do petróleo ocorre quando a matéria orgânica, constituída principalmente por algas, é soterrada em lagos ou mares. Há perda gradual dos componentes voláteis e concentração de carbono, até sua completa transformação em hidrocarbonetos. Os ambientes favoráveis à geração do petróleo são os anaeróbios. No processo inicial de geração do petróleo, bactérias anaeróbias podem utilizar sulfatos para decompor a matéria orgânica, de acordo com a seguinte equação química não-balanceada, idealizada para esse processo:



A fase final do processo de formação do petróleo consiste em uma fermentação anaeróbia, que produz metano e outros hidrocarbonetos mais pesados.

Considerando essas informações, julgue os itens a seguir.

- 1 Algas unicelulares, como diatomáceas e dinoflagelados, podem constituir fonte para a geração de petróleo.
- 2 Os ambientes aeróbios não são propícios à geração de petróleo porque a matéria orgânica é oxidada para CO_2 e reciclada para a atmosfera e a hidrosfera.
- 3 Na equação apresentada acima, o ácido sulfúrico é agente redutor.
- 4 A soma dos coeficientes estequiométricos mínimos e inteiros da equação química apresentada é igual a 19.

QUESTÃO 5

A determinação da idade de rochas potencialmente geradoras de petróleo, gás natural e carvão tem sido utilizada como ferramenta auxiliar para a descoberta de novas reservas de combustíveis fósseis. Um método de obtenção da idade absoluta de materiais geológicos e arqueológicos utiliza a medida da razão entre $^{14}\text{C}_6$ e $^{12}\text{C}_6$ ($^{14}\text{C}_6/^{12}\text{C}_6$) existente nesses materiais. Os equipamentos convencionalmente utilizados para esse fim permitem datar amostras com até 0,05% de $^{14}\text{C}_6$ remanescente.

Na natureza, o carbono possui três tipos de átomos: $^{12}\text{C}_6$, $^{13}\text{C}_6$ e $^{14}\text{C}_6$, sendo os dois primeiros estáveis e o terceiro, radioativo, que decai para $^{14}\text{N}_7$ e possui meia-vida de 5.730 anos. O $^{14}\text{C}_6$ forma-se na atmosfera superior da Terra e é absorvido por plantas e animais. Ao morrer, embora o carbono radioativo que se encontra na constituição do organismo continue a decair, este deixa de absorver carbono, fazendo que a razão $^{14}\text{C}_6/^{12}\text{C}_6$ passe a variar com o tempo.

Acerca do assunto abordado no texto acima, julgue os itens seguintes.

- 1 O decaimento de $^{14}\text{C}_6$ para $^{14}\text{N}_7$ ocorre por emissão de partículas beta.
- 2 O método de datação por meio do decaimento do $^{14}\text{C}_6$ pode ser utilizado para determinar a idade de rochas geradoras de petróleo, formadas no período geológico, compreendido entre 142 milhões e 65 milhões de anos atrás.
- 3 Os três isótopos do carbono, $^{12}\text{C}_6$, $^{13}\text{C}_6$ e $^{14}\text{C}_6$, mencionados no texto, diferem quanto ao número de nêutrons, que corresponde a 6, 7 e 8, respectivamente.
- 4 Os átomos de $^{14}\text{C}_6$ e $^{14}\text{N}_7$ possuem a mesma configuração eletrônica.

QUESTÃO 6

RASCUNHO

O petróleo, embora conhecido desde a Antiguidade, foi obtido por meio de perfuração de poço pela primeira vez em 1859. A perfuração de poços de petróleo requer a utilização de materiais específicos, como, por exemplo, fluidos ou lamas de perfuração, que viabilizam o trabalho mecânico da broca durante a abertura do poço. Cerca de 90% dessas lamas usadas hoje em dia são produzidas à base de água. Diversos aditivos são utilizados para aumentar a viscosidade, a densidade e permitir um maior controle do pH, entre outros fatores. No caso da densidade, é comum adicionar-se o mineral barita (BaSO_4). A densidade da barita pura é de $4,5 \text{ kg/dm}^3$, embora o produto comercial apresente uma densidade de $4,2 \text{ kg/dm}^3$, devido à presença de sílica (SiO_2), podendo fornecer lamas com densidade de até 2.000 kg/m^3 . Por outro lado, a siderita (FeCO_3), apesar de ser menos densa, também tem sido empregada devido à facilidade de sua remoção dos filtros por tratamento com ácido clorídrico. Frequentemente, durante o processo de perfuração, camadas de rochas constituídas de sais, como, por exemplo, NaCl , KCl e MgCl_2 , são atravessadas, podendo ocorrer desmoronamento.

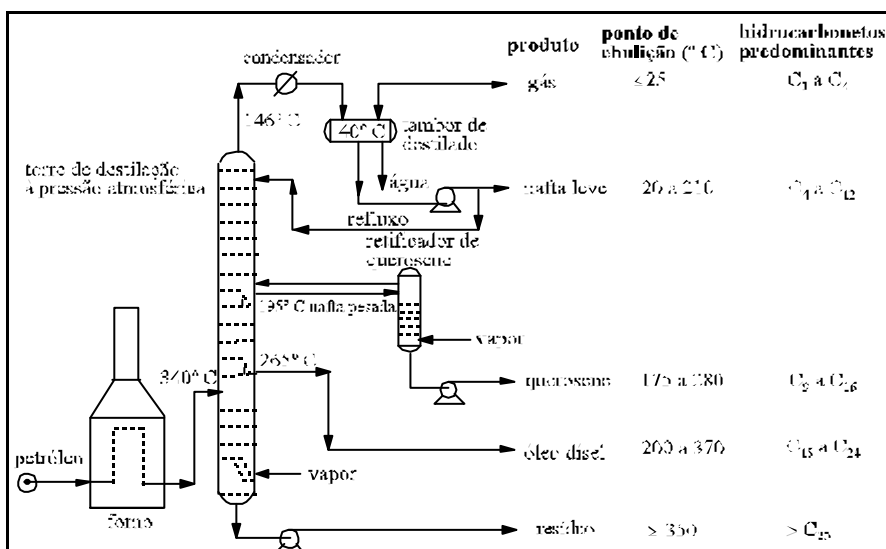
Com base nas informações do texto acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 A lama de perfuração apresenta pressão de vapor superior à da água pura nas mesmas condições de temperatura e pressão.
- 2 A densidade da sílica é maior que a densidade da barita.
- 3 Um dos produtos da reação da siderita com o ácido clorídrico é o monóxido de carbono.
- 4 Para prevenir o desmoronamento, quando uma camada de rocha constituída de KCl for encontrada durante uma perfuração, será necessário dissolver uma quantidade desse sal, de forma a atingir o seu coeficiente de solubilidade no fluido de perfuração, na temperatura em que estiver sendo realizado o processo.

QUESTÃO 7

Uma vez trazido à superfície, o petróleo é transportado à refinaria para a separação de seus diversos produtos. A figura ao lado representa um esquema para a separação primária desses produtos, denominada destilação fracionada, largamente utilizada desde a segunda metade do século XIX. A partir dessas informações e com base na figura, julgue os itens a seguir.

- 1 O processo mostrado na figura baseia-se na diferença das pressões de vapor dos componentes do petróleo.
- 2 Se a nafta leve for constituída apenas de alcanos, estes apresentarão massa molar entre 180 e 250 g/mol.
- 3 Pelo craqueamento da nafta leve é possível obter hidrocarbonetos presentes no querosene.
- 4 Sabendo-se que alcanos sólidos à temperatura ambiente, como os que compõem a parafina, possuem mais de $1,5 \times 10^{25}$ átomos de carbono por mol, conclui-se que seus pontos de ebulição são inferiores a 350°C .
- 5 A segunda revolução industrial, caracterizada pela expansão da indústria em países da Europa, EUA e Japão, teve como principal inovação a utilização de energia elétrica e de derivados de petróleo, sendo estes obtidos por processo de destilação fracionada.



QUESTÃO 8

Após destilação primária do petróleo, a nafta leve pode ser utilizada para obtenção da gasolina usada em motores a explosão, cuja combustão necessita ser controlada. Antes da combustão, a gasolina é vaporizada e misturada adequadamente como ar. Essa mistura recebe, então, uma faísca e se inflama, podendo, às vezes, explodir ao ser comprimida, antes mesmo de receber a faísca. Essa detonação antecipada prejudica o trabalho do motor, diminuindo sua potência e seu rendimento, sendo, portanto, desejável que o combustível apresente características antidetonantes. A qualidade antidetonante da gasolina é dada pelo seu índice de octanagem, definido pela presença do composto 2,2,4-trimetilpentano (isooctano), que faz a gasolina resistir à compressão sem detonar. A tabela a seguir apresenta características de alguns componentes da gasolina.

hidrocarboneto	índice de octanagem	ponto de ebulição (° C a 1 atm)	calor de combustão (kJ/mol)
n-heptano	0	98,0	4.498
2-metil-hexano	41	90,0	4.498
2,2-dimetilpentano	89	79,5	4.498
2,2,4-trimetilpentano	100	99,2	5.512

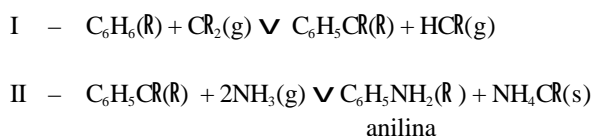
Com o auxílio dessas informações, julgue os seguintes itens.

- 1 A reação de combustão incompleta da gasolina pode ser representada pela equação química não-balanceada a seguir.

$$C_nH_{2n+2} + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2$$
- 2 O calor de combustão dos três primeiros hidrocarbonetos da tabela mostrada indica que a energia liberada depende da composição molecular e não do arranjo estrutural.
- 3 A estrutura química dos hidrocarbonetos isômeros presentes na tabela acima indica que a resistência à compressão, sem detonação antecipada, aumenta com a quantidade de ramificações.
- 4 Para compostos isômeros, observa-se o aumento do ponto de ebulição com a diminuição de átomos de carbono na cadeia principal.

Texto II – questões 9 e 10

Dos produtos da destilação fracionada do petróleo, obtêm-se derivados, como o benzeno, que abastecem, como matérias-primas, variados ramos industriais. As reações representadas pelas equações I e II abaixo ilustram a produção industrial da anilina (fenilamina), a partir do benzeno, usada na fabricação de corantes e na síntese de medicamentos.



Na dissolução de anilina em água, cuja solubilidade é 3,7 g por 100 g de água, é estabelecido um equilíbrio que pode ser representado pela equação III, a seguir, cuja constante de equilíbrio é $K_b = 4,2 \times 10^{-10}$.



QUESTÃO 9

Com base no texto II, julgue os itens abaixo.

- 1 A molécula gasosa obtida na equação I apresenta ligação covalente apolar.
- 2 A anilina reage com ácidos.
- 3 O valor da constante K_b evidencia que, no equilíbrio, a concentração da anilina é muito pequena.
- 4 A filtração é um método adequado para a separação dos produtos obtidos na equação II.

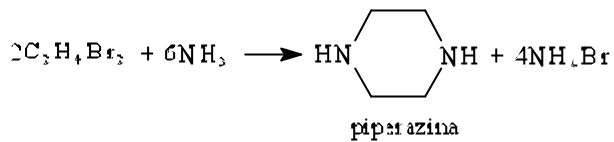
QUESTÃO 10

No processo de obtenção da anilina, descrito no texto II, deseja-se, geralmente, separar quaisquer resíduos inorgânicos que possam estar presentes contaminando a anilina obtida. No processo de separação desses resíduos, faz-se necessário realizar uma solubilização prévia da anilina em água até a completa saturação da solução. Utilizando as informações contidas no texto II, calcule, em mol/L, a concentração de anilina nessa solução saturada, considerando a densidade dessa solução igual à da água pura e sabendo que $M(C) = 12,0$ g/mol, $M(H) = 1,0$ g/mol e $M(N) = 14,0$ g/mol. Multiplique o valor calculado por 200 e despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado obtido.

RASCUNHO

QUESTÃO 11

O 1,2-dibromoetano é um produto da indústria petroquímica utilizado como matéria-prima para a obtenção de um anti-helmíntico, comercialmente chamado piperazina, eficiente no tratamento de infecções por ascarídeos e, em menor grau, por oxiúros. O processo de obtenção da piperazina pode ser representado pela equação seguinte.



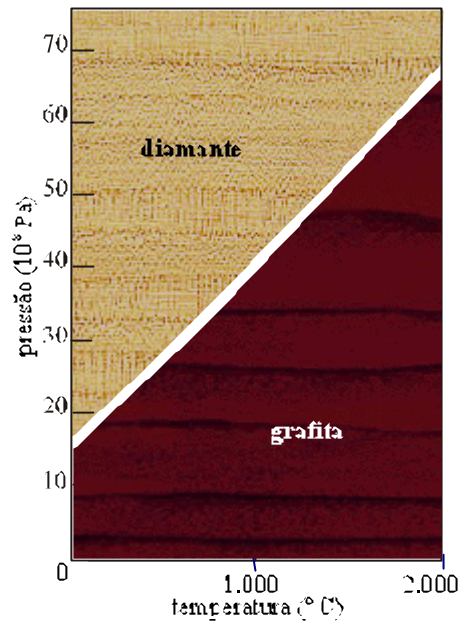
Esse processo ocorre em meio alcoólico, e a separação da piperazina pode ser feita por cristalização em solução aquosa.

Com relação ao texto acima e considerando que a bula de um determinado medicamento especifica que cada colher de chá desse medicamento (5 mL) contém 0,500 g de piperazina e esta deve ser ingerida em dose diária de 150 mg por quilograma de massa corporal, não devendo ultrapassar 5 g, julgue os itens a seguir.

- 1 Os helmintos citados vivem no cérebro de humanos, e os cuidados profiláticos relativos às infecções citadas incluem lavagem de alimentos, tratamento de água, tornando-a potável, e higiene de instalações sanitárias.
- 2 A estrutura da piperazina é classificada como cíclica, heterogênea e saturada.
- 3 Ao se dissolver em água o composto inorgânico obtido na reação apresentada, obtém-se uma solução com pH neutro.
- 4 A piperazina é mais solúvel em água que em meio alcoólico.
- 5 De acordo com a referida bula, uma criança de 13,5 kg de massa, em tratamento de infecção por ascarídeos, deve ingerir duas colheres de chá do medicamento ao dia.

QUESTÃO 12

A matéria orgânica e componentes inorgânicos, tais como areia e argila, depositados em bacias sedimentares, podem ser soterrados progressivamente até transformarem-se em uma rocha sedimentar. Com a continuação do soterramento e o conseqüente incremento da altura da coluna de rochas sobrejacentes, essa rocha sedimentar pode sofrer metamorfismo, processo de transformação das rochas, que ocorre no estado sólido, devido ao aumento nas condições de temperatura e/ou pressão. Um dos minerais que podem ser formados nessas condições é a grafita.



A figura acima mostra as relações de fase entre a grafita e o diamante, que é polimorfo da grafita, ou seja, ambos possuem a mesma composição química, mas arranjos distintos dos átomos de carbono nas suas respectivas estruturas cristalinas. Acerca desse assunto e considerando o gráfico apresentado, julgue os seguintes itens.

- 1 A intensidade da pressão exercida sobre o material soterrado durante o metamorfismo é função direta da altura da coluna de rochas sobrejacentes e da densidade dessas rochas.
- 2 Sabendo que 1.000°C e 50×10^8 Pa são as condições existentes no manto da Terra, conclui-se que a grafita é o polimorfo do carbono mais provável de ser nele encontrado.
- 3 A existência tanto de diamante quanto de grafita em condições normais de temperatura e de pressão deve-se ao fato de a reação de transformação entre os dois minerais ser muito lenta.
- 4 Por serem polimorfos, o diamante e a grafita devem possuir as mesmas propriedades químicas e físicas.

QUESTÃO 13

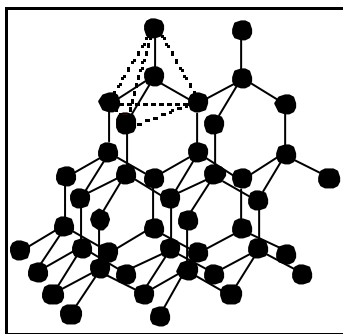


Figura I

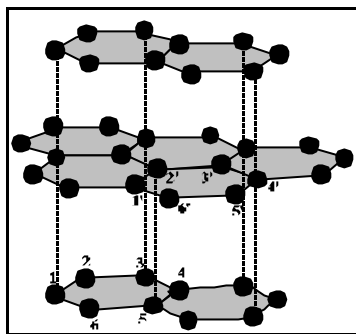


Figura II

Ricardo Feltre. *Química*. São Paulo: Moderna, 4.ª edição, 1994 (com adaptações).

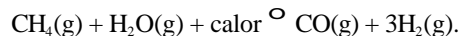
As figuras I e II acima ilustram as estruturas do diamante e da grafita, respectivamente. Na estrutura do diamante, cada átomo de carbono está ligado a quatro outros átomos de carbono. A grafita, por sua vez, é constituída de anéis no formato de hexágonos regulares interconectados, nos quais cada átomo de carbono é ligado a três outros átomos de carbono, conforme ilustra a figura II. O comprimento da ligação carbono-carbono nos planos definidos pelos hexágonos na grafita é 1,42 Å, enquanto, no diamante, as ligações carbono-carbono têm 1,54 Å. Os planos constituídos por anéis hexagonais na grafita são mantidos unidos por forças de van der Waals e distam de 3,35 Å entre si. Uma característica física importante da grafita é o seu fácil quebraamento — clivagem — paralelamente aos planos hexagonais. Com base nessas informações, julgue os itens a seguir, acerca das estruturas do carbono e da grafita.

- 1 No diamante, cada átomo de carbono está centrado em um tetraedro, analogamente ao carbono da molécula do metano.
- 2 Apesar de suas estruturas serem diferentes, as ligações químicas no diamante e na grafita são covalentes.
- 3 As ligações carbono-carbono em um mesmo plano definido pelos hexágonos na grafita são mais fracas que as ligações carbono-carbono no diamante.
- 4 A clivagem acima mencionada deve-se à presença das ligações de van der Waals na estrutura da grafita.
- 5 Na figura II, o volume do prisma hexagonal oblíquo cujas arestas laterais são obtidas ligando-se os vértices 1 a 1', 2 a 2', 3 a 3', 4 a 4', 5 a 5' e 6 a 6' é superior a 30 Å³.

RASCUNHO

QUESTÃO 14

Devido ao fato de os combustíveis fósseis representarem recursos energéticos não-renováveis, aliado a uma demanda crescente na utilização de energia, existe uma intensa procura por fontes alternativas. Entre as diversas fontes de energia disponíveis, a energia solar representa uma alternativa que poderia substituir os combustíveis fósseis, uma vez que, em um dia ensolarado, cerca de 1 kJ de energia atinge cada metro quadrado da superfície da Terra por segundo. No entanto, a utilização prática dessa energia depende do desenvolvimento de sistemas adequados de armazenamento. Uma estratégia viável seria promover uma reação química em um sistema fechado, a exemplo da reação representada pela equação



Acerca desse assunto e com base nas informações apresentadas acima, julgue os itens que se seguem.

- 1 A quantidade de energia solar absorvida por um determinado material é inversamente proporcional à sua área de exposição à luz.
- 2 Na equação apresentada, a energia potencial das espécies químicas metano e água é maior que a das espécies monóxido de carbono e hidrogênio, independentemente da posição do equilíbrio.
- 3 Em um forno aquecido com energia solar, o equilíbrio mostrado na equação favorece a formação de metano e água.
- 4 A conversão de monóxido de carbono e hidrogênio em metano e água pode ser usada para obtenção de energia.
- 5 Considerando que para movimentar um automóvel sejam necessários 12 kW de potência, então, instalando-se um painel solar de 6 m² de área sobre o teto desse veículo, seria possível a utilização da energia solar para movimentar o automóvel, supondo 100% de eficiência na conversão da energia solar em energia de movimento.

QUESTÃO 15

Além da energia solar, o hidrogênio (H₂) também apresenta potencial para ser utilizado como fonte alternativa de energia limpa. Atualmente, o uso de hidrogênio como combustível está praticamente restrito à propulsão de naves espaciais, nas quais tanques cilíndricos carregam hidrogênio (1,46 × 10⁶ L) e oxigênio (5,43 × 10⁵ L) no estado líquido, que se combinam, gerando energia. Em apenas alguns minutos de voo, o combustível se esgota, tendo produzido energia necessária para impulsionar a nave.

Um dos principais obstáculos para o uso do hidrogênio como combustível tem sido o elevado custo de sua obtenção a partir de matérias-primas diferentes dos combustíveis fósseis. Apesar de abundante no planeta, como componente da água, a sua obtenção por eletrólise tem sido desestimulada devido ao alto custo da energia elétrica.

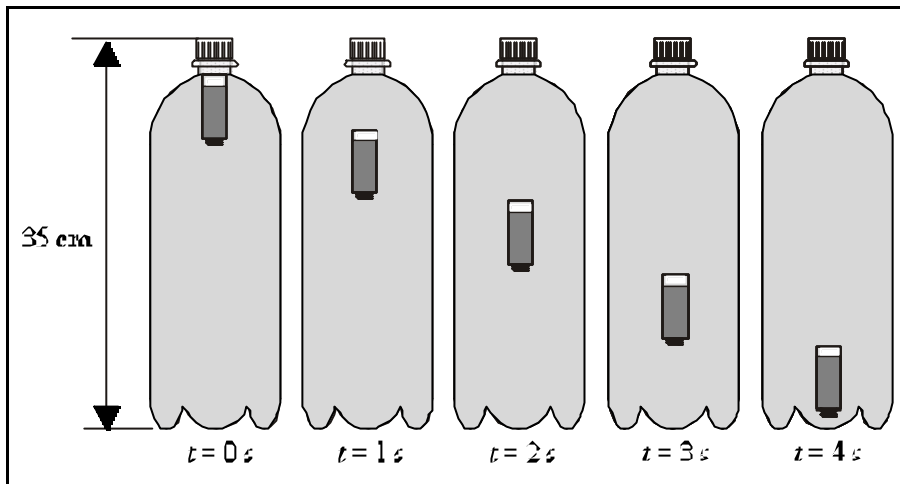
Com relação ao assunto abordado no texto, julgue os itens abaixo.

- 1 A utilização do hidrogênio como combustível, conforme descrito no texto, contribuiria para intensificar o efeito estufa.
- 2 Do ponto de vista cinético, a reação entre hidrogênio e oxigênio é uma reação rápida.
- 3 Devido à pouca disponibilidade na natureza, a substância H₂ não pode ser utilizada como fonte primária de energia.
- 4 Uma alternativa para viabilizar a decomposição da água em hidrogênio e oxigênio seria a utilização de catalisadores específicos.

- Nas questões **1, 3, 4, 5, 7, 8, 10** e de **12 a 15**, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna **C**; itens **ERRADOS** na coluna **E**.
- Nas questões **2, 6, 9** e **11**, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: o algarismo das **DEZENAS** na coluna **D**; o algarismo das **UNIDADES** na coluna **U**. O algarismo das **DEZENAS** deve ser obrigatoriamente marcado, mesmo que seja igual a zero.
- Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a **Folha de Respostas**.

Texto I – questões 1 e 2

Ludião, demônio de Dalton ou diabrete de Descartes são os nomes dados a um experimento cuja versão atual está ilustrada na figura ao lado, em que foi utilizada uma garrafa plástica de refrigerante. No interior da garrafa, hermeticamente fechada e preenchida com a máxima quantidade possível de água, encontra-se, de boca para baixo, um pequeno frasco de vidro, aberto, que está parcialmente preenchido com água e aprisiona, na sua parte superior, uma bolha de ar. A quantidade de água no frasco de vidro permite que ele, inicialmente, flutue. Utilizando-se as mãos, uma força de compressão é aplicada na lateral



externa da garrafa, até que o frasco de vidro comece a afundar. A seqüência de imagens acima representa a posição do frasco nos instantes $t = 0, 1, 2, 3$ e 4 segundos. Ao se retirar a força de compressão, o frasco volta à posição inicial.

QUESTÃO 1

Com o auxílio do texto I, julgue os itens abaixo.

- 1 Inicialmente, o frasco de vidro flutua na água porque seu peso é menor que o da água contida na garrafa de refrigerante.
- 2 Uma força de compressão aplicada na lateral externa da garrafa resulta em aumento de pressão que se distribuirá igualmente por todo o líquido no interior da garrafa.
- 3 Ao se comprimir a garrafa de refrigerante, há um vazamento do ar da bolha aprisionada no pequeno frasco de vidro, fazendo que o mesmo afunde.
- 4 A flutuação do frasco, na sua posição inicial, é explicada pelo Princípio de Arquimedes.
- 5 Se a pressão exercida pelas mãos for mantida constante entre os instantes $t = 1$ s e $t = 4$ s, o movimento do frasco pode ser considerado retilíneo e uniforme.

QUESTÃO 2

Utilizando a escala milimetrada impressa no rodapé da Folha de Rascunho e supondo que a altura da garrafa plástica de refrigerante seja de 35 cm, como ilustrado na figura do texto I, faça, com a maior precisão possível, as medições necessárias para calcular, **em cm/s**, a velocidade média de descida do frasco entre os instantes $t = 1$ s e $t = 3$ s. Despreze, caso exista, a parte fracionária do valor calculado.

RASCUNHO

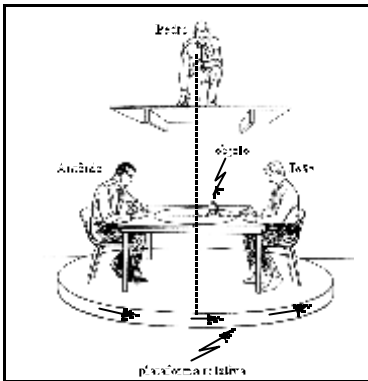
QUESTÃO 3

Nos dias quentes, a temperatura do ar diminui com a altitude. Uma vez que a velocidade de propagação do som aumenta com a temperatura do meio, uma frente de onda sonora que se propaga inicialmente na direção horizontal tenderá a se afastar do solo. Por outro lado, em dias frios, a temperatura do ar pode crescer à medida que a altitude aumenta, e, nesse caso, o som é mantido junto ao solo por mais tempo. Considerando essas informações, julgue os itens que se seguem.

- 1 O fenômeno relatado refere-se à refração do som.
- 2 Nos dias quentes, a parte superior da frente de onda sonora propaga-se mais lentamente que a parte inferior, e isso explica porque a trajetória da onda, nessa situação, será curvada para cima.
- 3 Nas proximidades do solo, em uma região sem obstáculos, quanto mais elevada for a temperatura do ar, maior será o alcance horizontal de uma onda sonora.

QUESTÃO 4

João, Antônio e Pedro resolveram montar uma plataforma rotativa, como a mostrada na figura ao lado, para investigar como o movimento de um objeto é afetado quando este é observado a partir de um sistema de referência giratório. O objeto é capaz de deslizar sem atrito sobre a superfície de uma mesa, que foi colocada sobre a plataforma. João e Antônio sentaram-se à mesa, enquanto Pedro observava o sistema de cima, a partir de um referencial que pode ser considerado inercial. Uma circunferência de 1,20 m de raio, cujo centro está no eixo de rotação da plataforma, foi traçada sobre a mesa, e a plataforma foi posta a girar em movimento circular uniforme, completando uma volta a cada 12 s.



Physical Science Study Committee, PSSC, guia del professor, parte 3, ed. Reverté, 1968 (com adaptações).

Com base nas informações apresentadas, e tratando o objeto como um ponto material, julgue os itens a seguir.

- 1 Enquanto João, sentado à mesa, mantém o objeto fixo sobre a circunferência traçada, Pedro observa que o objeto move-se com velocidade cujo módulo é maior que 0,7 m/s.
- 2 Se o objeto for fixado em qualquer ponto sobre a circunferência traçada, a sua aceleração observada por Pedro é diferente da aceleração observada por João.
- 3 Existe apenas um ponto sobre a mesa em que se pode fixar o objeto de modo que a aceleração deste, observada por João, Antônio ou Pedro, seja a mesma.
- 4 Quando João empurrar o objeto em direção a Antônio, a trajetória observada pelos dois será retilínea.

QUESTÃO 5

Um ambiente de microgravidade é aquele no qual o peso aparente de um sistema é pequeno quando comparado com seu peso na superfície da Terra. Pesquisadores usam aparatos de alta tecnologia para fazer observações de experimentos em condições de microgravidade, criados, por exemplo, por sistemas em queda livre. Um desses aparatos está localizado na cidade de Hokkaido, Japão, onde foi feito um poço que permite a queda livre de um objeto, a partir do repouso, de 490 metros em um tempo de 10 segundos. Uma das observações realizadas foi o comportamento da chama de uma vela nessas condições. Acreditava-se que, nesse tipo de ambiente, a chama não se manteria acesa, pois a falta do movimento de convecção vertical por empuxo, responsável pela forma lacrimal da chama como observada cotidianamente, impediria o suprimento de oxigênio necessário à combustão. Ao contrário do que se pensava, a chama não se apaga, mas torna-se menos brilhante e adquire uma forma aproximadamente esférica.

Com base no texto acima, julgue os itens seguintes.

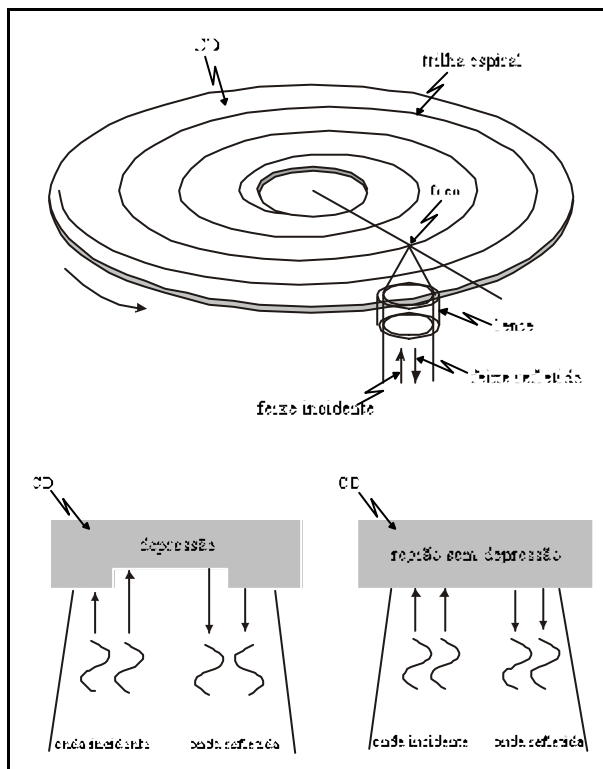
- 1 A forma esférica da chama, na ausência de gravidade, justifica-se porque os produtos da combustão movem-se igualmente em todas as direções.
- 2 A chama mantém-se acesa em ambientes de microgravidade porque as correntes de convecção causadas pelo empuxo existem até em ambientes de gravidade nula.
- 3 Considerando que a difusão em um meio gasoso leva moléculas de regiões de alta concentração para regiões de baixa concentração, conclui-se que esse mecanismo, aplicado ao oxigênio, pode explicar porque a chama mantém-se acesa em um ambiente de microgravidade.
- 4 No aparato de Hokkaido, o módulo da aceleração gravitacional é menor que $9,78 \text{ m/s}^2$.
- 5 Na Terra, sob a ação usual da gravidade, os produtos quentes criados pela combustão da vela são menos densos que o ar circundante e movem-se para cima. Ao subirem, eles empurram a chama da vela, dando-lhe a forma lacrimal.

QUESTÃO 6

O termo microgravidade refere-se a ambientes em que o valor da aceleração gravitacional é menor que $1 : g$, ou seja, 1 milionésimo do módulo da aceleração gravitacional, g , na superfície terrestre. Considerando o raio da Terra igual a $6,4 \times 10^6$ m, e desprezando quaisquer outras forças além da força gravitacional terrestre, calcule a distância, medida a partir do centro da Terra, além da qual um objeto estará em um ambiente de microgravidade. Em seguida, utilizando a distância média entre a Terra e a Lua, igual a $3,4 \times 10^8$ m, como unidade de medida, expresse o valor calculado nessa unidade, desprezando, caso exista, a parte fracionária do resultado obtido.

Texto II – questões 7 e 8

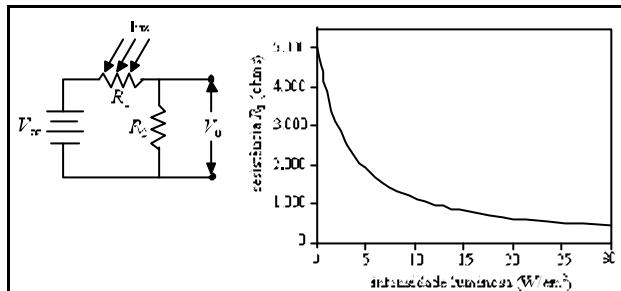
Um *compact disc* (CD) é um disco de 12 cm de diâmetro, com uma superfície espelhada sobre a qual podem-se estampar pequenas depressões. A presença ou ausência dessas depressões pode ser interpretada como uma seqüência binária. Essas informações binárias são armazenadas no disco na forma de uma longa trilha espiralada que começa a 2 cm do centro do disco e afasta-se com um passo constante. Para ler as informações armazenadas, utiliza-se um pequeno laser, focalizado sobre a trilha, que, enquanto o disco gira, desloca-se em uma linha radial do centro para a periferia do disco, acompanhando a espiral. Se o laser estiver iluminando uma região sem depressão na trilha, ele perde pouca intensidade na reflexão, e essa intensidade é interpretada como um dígito 1. Quando o laser passa sobre uma depressão, metade da área do foco do laser atinge-a, enquanto a outra metade não. Ocorre, nesse caso, uma interferência destrutiva entre as duas partes refletidas, e a intensidade captada pelo detector é interpretada como 0. Essa situação é ilustrada esquematicamente na figura abaixo.

**QUESTÃO 7**

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

- 1 Para que ocorra a interferência destrutiva mencionada no texto II, é necessário que a profundidade da depressão seja igual a um quarto do comprimento de onda da luz refletida.
- 2 Sabendo que o menor diâmetro possível do foco de um feixe de laser é proporcional ao seu comprimento de onda, conclui-se que a substituição de um laser de cor vermelha por outro de cor azul permitiria, em princípio, gravar uma mesma quantidade de informação em uma área menor do disco.
- 3 Sabendo que a trilha deve ser lida com velocidade constante, então a velocidade angular do disco durante a leitura deve aumentar enquanto o laser se move do centro para a borda do disco.
- 4 Sabendo que 1 *bit* de informação corresponde a um dígito binário, e que 1 *byte* é um conjunto de 8 *bits*, então, em um CD típico com capacidade de 640 *Mbytes* — $6,4 \times 10^8$ *bytes* —, cada *bit* ocupa, em média, uma área igual a 3×10^{-8} cm^2 .

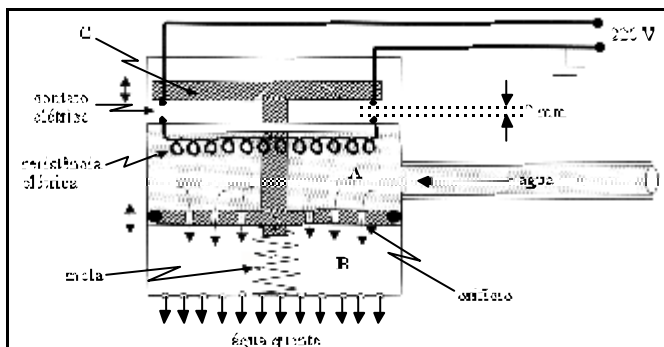
RASCUNHO



A luz do laser refletida no CD, como descrito no texto II, é captada por um detector que converte a intensidade luminosa em sinal elétrico, que será processado posteriormente por circuitos eletrônicos. Existem vários tipos de detectores que podem ser utilizados para fazer essa conversão, entre eles o *fotorresistor*. Na ausência de luz, esse dispositivo funciona como um resistor comum mas, quando iluminado, a sua resistividade diminui. Considere que um *fotorresistor* seja utilizado para detectar a luz refletida no CD e que ele seja conectado em série a um resistor comum e a uma bateria, conforme esquematizado no circuito acima. Nesse circuito, considere ainda que $V_{cc} = 10 \text{ V}$, $R_2 = 250 \text{ } \Omega$ e que o comportamento da resistência R_1 do *fotorresistor*, em função da intensidade luminosa a que ele é exposto, seja descrito pelo gráfico apresentado acima. Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- 1 Considerando que a resistência R_1 , em função da intensidade luminosa x , seja dada por $R_1(x) = 5.000 e^{-0,8x}$, em que 8 é um número real positivo, conclui-se que, quanto maior for a intensidade luminosa, mais o *fotorresistor* se aproxima de um condutor ideal.
- 2 Na ausência de luz, a tensão de saída V_0 é igual a 5 V .
- 3 No circuito ilustrado na figura acima, o valor de V_0 é máximo quando a intensidade de luz é mínima.
- 4 Sabendo que a resistência de um condutor qualquer é dada por $R = \rho \frac{L}{A}$, em que D é a resistividade elétrica, L é o comprimento do condutor e A é a área efetiva atravessada pela corrente elétrica, conclui-se que, se todas as dimensões do *fotorresistor* forem reduzidas à metade, então a sua resistência será reduzida à metade.
- 5 Considerando que um circuito eletrônico digital interpreta como 1 uma tensão acima de $2,5 \text{ V}$, então é necessária uma intensidade de luz inferior a 10 W/cm^2 incidindo sobre o *fotorresistor* para que a saída V_0 seja interpretada como igual a 1.

QUESTÃO 9

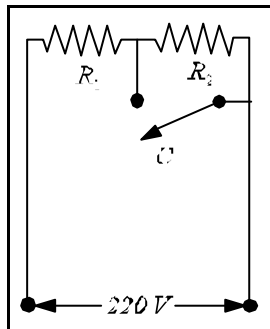


A figura acima ilustra o circuito no interior de um chuveiro elétrico. Nele, o fluxo de água entre as câmaras A e B, forçado através dos orifícios, empurra a parte móvel C para baixo, comprimindo a mola em 2 mm e fechando o contato elétrico que liga a resistência à rede elétrica. O fabricante alega que o chuveiro só pode ser ligado se a pressão da água for de pelo menos 10 kPa . Considerando que a parte inferior do mecanismo que liga o chuveiro (base da parte móvel C) possa ser modelada por um disco de 20 cm de diâmetro — separando as câmaras A e B — que se movimenta como um êmbolo sem atrito, calcule, em N/m , o valor mínimo da constante elástica da mola que atenda às especificações do fabricante. Divida o valor calculado por 10^4 e despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado obtido.

QUESTÃO 10

O chuveiro elétrico é considerado um dos grandes vilões do consumo de energia elétrica residencial, por ser responsável, em muitos casos, pela maior parte dos gastos mensais com energia elétrica. A maioria dos chuveiros permite regular a faixa de temperatura do banho, ajustando-se a potência dissipada no seu resistor. Em relação ao funcionamento de um chuveiro elétrico, e considerando que a tensão da rede elétrica não é alterada pelo acionamento do chuveiro, julgue os itens abaixo.

- 1 Se o calor específico da água fosse menor, o consumo de energia elétrica do chuveiro também seria menor, mantidas as demais condições de uso do chuveiro.
- 2 Quanto maior for o fluxo de água que passa pelo chuveiro, menor será a temperatura de operação do seu resistor elétrico.
- 3 Sabendo que a resistividade do resistor de um chuveiro elétrico cresce com a temperatura, conclui-se que, quanto maior for a temperatura desse resistor, maior será o consumo de energia elétrica.
- 4 Considerando que o esquema elétrico abaixo representa um chuveiro elétrico, então, para que ele funcione no seu modo de maior aquecimento, a chave *C* deverá estar aberta.

**QUESTÃO 11**

Uma pessoa utiliza aproximadamente 0,7 kWh de energia elétrica para tomar um banho de 10 minutos com um chuveiro elétrico. Se a energia elétrica utilizada for proveniente de uma usina hidrelétrica, pode-se dizer que a quantidade de água mobilizada em virtude de um banho é bem maior que aquela que flui pelo chuveiro. No caso da usina de Itaipu, cujo lago comporta um volume de $2,9 \times 10^{10} \text{ m}^3$, cada 10.800 m^3 de água que flui pelas turbinas fornece 12,6 GJ ($12,6 \times 10^9 \text{ J}$) de energia. Suponha que essa energia seja utilizada unicamente para alimentar o funcionamento dos chuveiros elétricos existentes e que cada habitante, de uma população de 160 milhões, utilize o chuveiro para tomar um banho diário de 10 minutos. Nessas condições, considerando que a capacidade geradora dessa usina seja independente do volume de água no reservatório e que nenhuma água seja adicionada a ele, calcule o número de dias que seriam necessários para esvaziar completamente o lago de Itaipu, supondo-o inicialmente cheio. Despreze, caso exista, a parte fracionária do valor calculado.

RASCUNHO

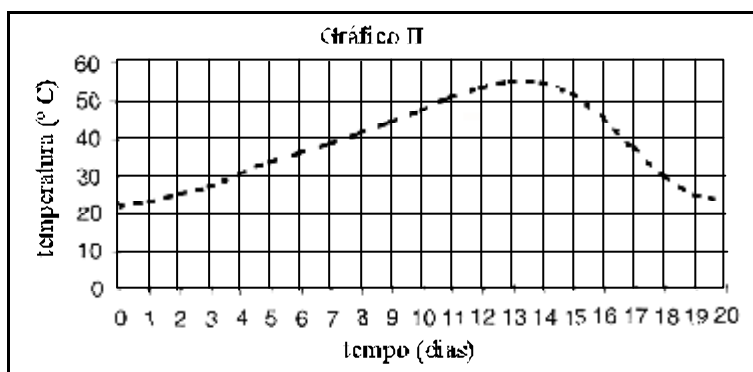
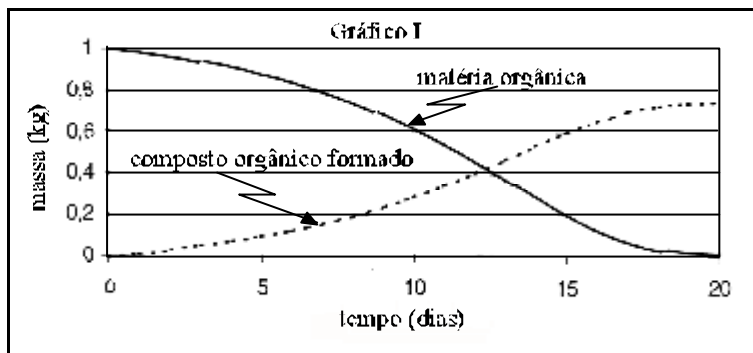
O projeto de transposição do rio São Francisco, que visa canalizar parte da água desse rio para regiões com carência de recursos hídricos, foi elaborado como alternativa para resolver o problema da seca na região do semi-árido nordestino. Um dos estudos nesse sentido prevê a construção de um aqueduto com vazão de 70 m³/s. Para a implementação de tal projeto, será necessário elevar a água, por bombeamento, a uma altura de 160 metros acima do nível do rio, no ponto de captação. A redução da vazão do rio e a necessidade de energia para o bombeamento podem afetar o sistema hidrelétrico da região, se novos recursos hídricos não forem drenados para a bacia do Velho Chico. A tabela abaixo apresenta as capacidades atual e máxima, em megawatts (MW), de produção das principais hidrelétricas instaladas no rio São Francisco, formando o sistema gerador da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), responsável pela produção e distribuição de energia elétrica na região Nordeste.

usinas hidrelétricas	capacidade atual (MW)	capacidade máxima (MW)
Sobradinho	175	1.050
Luiz Gonzaga (Itaparica)	250	1.500
Apolônio Sales (Moxotó)	110	440
Complexo Paulo Afonso	846	3.984
Xingó	500	3.000
Total	1.881	9.974

Considerando as informações apresentadas e que a energia, em W, necessária para o bombeamento da água à vazão de v m³/s e à altura de h m seja igual a $16.000 \nu h$, julgue os itens abaixo.

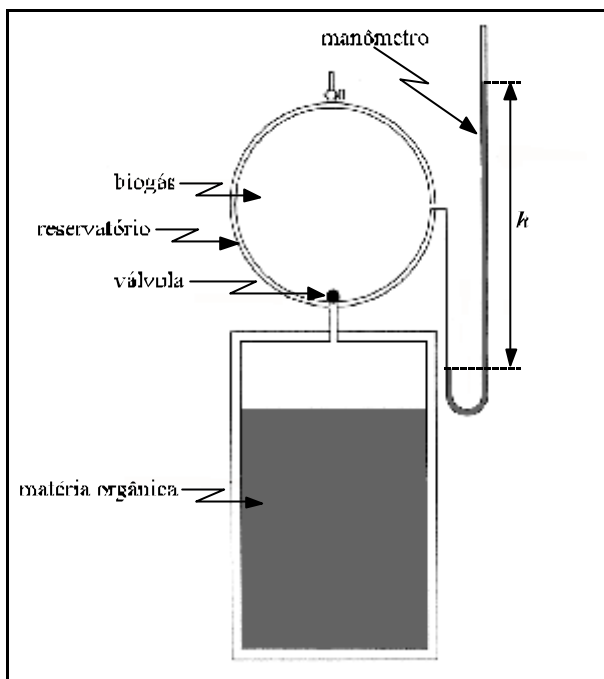
- 1 A energia necessária para o bombeamento de água nesse projeto de transposição do rio São Francisco consumiria toda a capacidade atual da usina de Sobradinho.
- 2 Seguindo o curso do rio São Francisco, a diminuição do volume de água provocada pela transposição acima mencionada não afetará a produção de energia das usinas hidrelétricas instaladas nesse rio, localizadas após o ponto de captação.
- 3 Sabendo que o déficit atual de geração de energia elétrica no Brasil é da ordem de 3.200 MW, é correto afirmar que, se as capacidades máximas das usinas de Xingó e de Sobradinho pudessem ser implementadas, o déficit nacional de geração de energia elétrica seria superado.
- 4 Considerando que a capacidade de geração e a demanda atuais de energia elétrica no Brasil são, respectivamente, iguais a 64.000 MW e 67.200 MW, se essa demanda cresce 2% ao ano, conclui-se que, operando em sua capacidade máxima, o sistema gerador da CHESF atenderia à demanda, pelo menos até o ano de 2003.

Pode-se afirmar que 50% do resíduo sólido domiciliar é formado por matéria orgânica biodegradável que pode ser tratada e convertida em composto orgânico, normalmente utilizado para a fertilização de solos. Na compostagem, a matéria orgânica é colocada no interior de um reator onde organismos aeróbios utilizam carbono nela existente para a produção de energia e de composto orgânico. Para essa conversão, os organismos aeróbios necessitam de oxigênio, que é fornecido por meio de insuflação de ar. O gráfico I abaixo mostra a evolução, em função do tempo, da transformação de um quilograma de matéria orgânica em composto orgânico. O gráfico II mostra a temperatura interna do reator, em função do tempo decorrido dessa transformação.



Considerando que o calor específico do conteúdo do reator seja constante e igual a 0,6 kcal/(kg °C), julgue os itens a seguir.

- Supondo que a temperatura ambiente permaneça constante durante os 20 dias da compostagem, o calor gerado pela massa orgânica no reator poderia ser usado para fazer funcionar uma máquina térmica cujo máximo rendimento ocorreria entre o 13.º e o 14.º dias.
- No processo de transformação de matéria orgânica em composto orgânico, ocorrem, principalmente, reações de oxidação.
- Após o 13.º dia, a massa de matéria orgânica remanescente é igual à massa de composto produzido.
- Supondo que não haja perda de calor no interior do reator durante o período de compostagem, então o calor armazenado, devido a esse processo, em cada kg de conteúdo no reator, desde o seu início até o 11.º dia, é superior a 15 kcal.
- Se o reator fosse um sistema termicamente isolado, então a sua temperatura seria uma função constante do tempo.



Um biodigestor consiste em um tanque no qual matéria orgânica é transformada, por um processo biológico anaeróbio, em matéria orgânica estabilizada e em uma mistura de gases, denominada biogás, que pode ser usada como fonte alternativa de energia devido à presença de metano na sua composição. Para medir a massa de biogás acumulada no reservatório do biodigestor ilustrado na figura acima, deseja-se usar um manômetro de coluna de água que consiste em um tubo transparente aberto, em forma de U, preenchido com uma certa quantidade de água. A escala desse manômetro pode ser ajustada de forma a traduzir diretamente a diferença de altura da coluna de água, h , em massa de gás acumulada. No caso de um gás ideal, pode-se mostrar que a relação entre a massa de gás, m_g , em kg, e a diferença de altura na coluna de água, h , em m, é dada pela expressão

$$m_g = \frac{MV}{RT} (\rho g h + p_0),$$

em que $D = 1.000 \text{ kg/m}^3$ é a densidade da água, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ é o módulo da aceleração gravitacional, M é massa molar do gás contido no reservatório, $V = 1 \text{ m}^3$ é o volume do reservatório, $R = 8,3 \text{ J/(mol K)}$ é a constante universal dos gases ideais, T é a temperatura em Kelvin e p_0 é a pressão atmosférica. Com base nessas informações e considerando o biogás como uma mistura de gases ideais, julgue os itens que se seguem.

- 1 A massa de gás acumulada está relacionada linearmente com a diferença de altura da coluna de água.
- 2 Sabendo que a massa molar do metano é 16 g/mol, então, para esse gás, a uma temperatura $T = 300 \text{ K}$, cada centímetro de variação de h corresponde a um acréscimo de massa gasosa superior a 1 kg.
- 3 O nível da coluna de água não depende da pressão atmosférica.
- 4 A variação da temperatura do gás não afeta o fator de escala que relaciona a massa de gás acumulado — m_g — com a altura da coluna de água — h .
- 5 O processo biológico anaeróbio mencionado é efetuado por microrganismos heterótrofos decompositores.

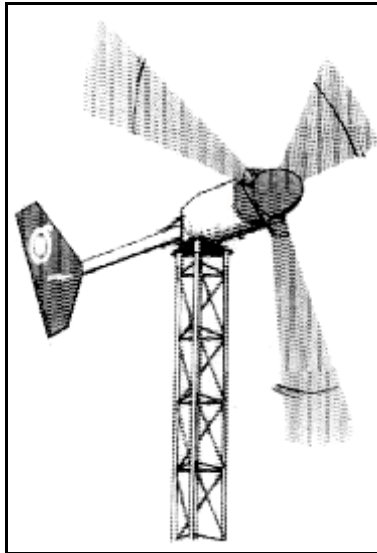


Figura I

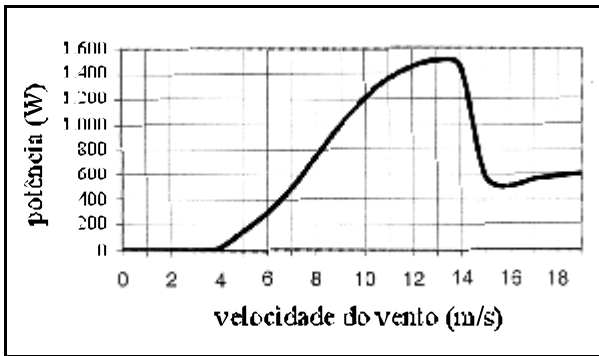


Figura II

A figura I acima mostra um gerador eólico, no qual o vento põe em movimento uma hélice que está acoplada ao eixo de um gerador elétrico. De modo geral, a quantidade de energia convertida com esse tipo de gerador cresce com a velocidade do vento, até uma velocidade crítica em que surge turbulência em torno das pás da hélice, provocando uma queda abrupta de rendimento. A figura II acima mostra o gráfico da potência fornecida por um gerador eólico, em função da velocidade do vento. A partir dessas informações e considerando a constante universal dos gases ideais $R = 8,3 \text{ J}/(\text{mol K})$, a pressão atmosférica igual a $10^5 \text{ N}/\text{m}^2$ e a temperatura ambiente igual a 300 K , julgue os itens a seguir.

- 1 Se a energia mecânica for utilizada para produzir uma variação de fluxo magnético através de um circuito fechado, então, parte dela será convertida em energia elétrica.
- 2 É correto inferir que existe turbulência em torno das pás da hélice para velocidades do vento superiores a 15 m/s .
- 3 Admitindo que o ar é um gás ideal e que a massa de 1 mol de ar vale $0,029 \text{ kg}$, conclui-se que a energia cinética de 1 m^3 de ar a 13 m/s é maior que 100 J .
- 4 O gerador eólico descrito produz energia elétrica com ventos de qualquer velocidade não-nula e menor que 19 m/s .