

A utilização de silício em componentes eletrônicos deu origem aos computadores pessoais. Os Estados Unidos da América, além de concentrarem as grandes empresas de informática, lideram o *ranking* de países com maior quantidade de computadores por grupo de habitantes. Em 2001, eram 6.225 computadores por grupo de 10.000 habitantes, sendo a média mundial, nesse ano, de 1.012 computadores para cada grupo de 10.000 habitantes. Um modelo para o crescimento do número de computadores pessoais no mundo é dado pelo polinômio $p(x) = 18 - \frac{3}{2}x + \frac{x^2}{2}$, em que $10p(x)$ é a quantidade, em milhões, de computadores pessoais existentes no mundo no ano de $1990 + x$, para $x \in [0, 60]$.

A partir dos dados apresentados acima, julgue os itens seguintes.

- 33** Com base nas informações apresentadas e no modelo proposto, é correto concluir que, em 2001, a população mundial era superior a 6,1 bilhões de habitantes.
- 34** De acordo com o modelo apresentado, a função $y(q) = 1990 + \frac{3}{2}q - \frac{135}{4}q^2$ fornece o ano y , entre 1990 e 2050, em que a quantidade de computadores pessoais no mundo é igual a q milhões.
- 35** Na forma de substância simples, como o silício é um semicondutor e, na Tabela Periódica, encontra-se no mesmo grupo do carbono, é correto concluir que o carbono também é um semicondutor.
- 36** Existe algum número real r , não-nulo, tal que os pontos $(8, 38)$, $(8 + r, 38 + r)$ e $(8 + 2r, 38 + 2r)$ são pontos do gráfico de $p(x)$.
- 37** Considere a função $f(x) = ax + b$ definida no intervalo $[0, 60]$, em que $f(0) = 18$ e $f(60) = 1.728$. Nessa situação, o maior valor de $|f(x) - p(x)|$ ocorre para algum x no intervalo $[31, 33]$.
- 38** Tem-se constatado correlação entre o uso intensivo de computadores pessoais e lesões em determinadas articulações do corpo humano.

O desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas à Medicina tem contribuído para que se tenha uma vida melhor e mais longa. Várias técnicas utilizadas atualmente para diagnóstico empregam radiações ionizantes, como os raios X. A medicina nuclear utiliza radiotraçadores, que, para o diagnóstico de problemas do coração, mimetizam o potássio. Os radiotraçadores circulam pelo sangue e alcançam, sem restrições, todos os tecidos e órgãos, inclusive a placenta, e, por fim, são excretados. O Brasil produz o radiotraçador tecnécio-99 metaestável (Tc^{99m}), cujo processo emprega, como radioisótopo-pai, o molibdênio-99 e pode ser representado pela equação ${}_{42}Mo^{99} + {}_1H^2 \rightarrow {}_{43}Tc^{99m} + {}_0n^1$.

O Tc^{99m} tem meia-vida de 6 horas e seu decaimento gera o isótopo estável Tc^{99} . Além do Tc^{99m} , os radionuclídeos com aplicações na medicina nuclear incluem o gálio-67, o tálio-201 e o estrôncio-89. No futuro, as técnicas para diagnóstico deverão ser cada vez menos invasivas, a exemplo das técnicas de ressonância magnética nuclear e de ecografias tridimensionais. A ecografia faz uso do efeito Doppler, gerado pela reflexão das ondas de ultra-som nos diferentes tipos de tecidos e estruturas, o que permite, inclusive, observar o sangue que circula em artérias e veias, fornecendo informações sobre o seu movimento relativo ao aparelho detector.

Tendo o texto acima como referência inicial e utilizando a Tabela Periódica incluída no final deste caderno, julgue os itens a seguir.

- 39** Os raios X são emitidos quando núcleos atômicos instáveis se desintegram.

- 40** O raio X é um tipo de radiação eletromagnética que não necessita de meio material para se propagar.
- 41** Considerando a velocidade da luz no vácuo igual a $3,0 \times 10^8$ m/s e o comprimento de onda do raio X nesse mesmo meio igual a $3,0 \times 10^{-10}$ m, então a frequência dessa radiação eletromagnética é igual a $9,0 \times 10^{-2}$ Hz.
- 42** Sabendo que os raios X podem causar mutações genéticas, quando um indivíduo é exposto a esses raios, suas hemácias circulantes são as células sob o maior risco de sofrerem mutações.
- 43** A proteção do feto, durante estudos diagnósticos da mãe com raios X, pode ser adequadamente feita por meio do uso de uma cinta de PVC sobre o abdome.
- 44** Infere-se da equação apresentada no texto que a obtenção de Tc^{99m} é o resultado de um processo de fissão nuclear.
- 45** A transformação de Tc^{99m} em Tc^{99} ocorre com emissão de radiação gama.
- 46** Os radiotraçadores mimetizam uma substância que, na sua forma iônica, sofre transporte ativo para o meio intracelular.
- 47** A onda ultra-sônica é uma onda transversal que, como tal, pode ser polarizada.
- 48** As ondas de ultra-som refletidas pela corrente sanguínea, em movimento relativo ao aparelho detector utilizado na ecografia, têm suas frequências modificadas.
- 49** O feto consegue eliminar os radionuclídeos por meio do alantóide, altamente desenvolvido nos estágios finais da gravidez.
- 50** Os radiofármacos utilizados pela medicina nuclear são excretados pelas fezes.
- 51** Existe a expectativa de, no futuro, a terapia gênica substituir as tecnologias de diagnóstico por imagem para detecção de fraturas ósseas.
- 52** O raio X pode ser utilizado para bronzeamento artificial, pois atravessa a camada superficial da pele e alcança os melanócitos, estimulando-os.
- 53** O radionuclídeo de massa atômica 89 apresenta comportamento químico característico da família dos metais alcalinos.
- 54** O átomo de tálio apresenta raio atômico maior que o átomo de gálio, e a substância simples tálio apresenta densidade maior que a substância simples gálio.

RASCUNHO

A seguir, são apresentados três exemplos que comprovam o seguinte avanço tecnológico: órgãos e tecidos bioartificiais vêm deixando de ser um sonho.

I **Fígado de emergência.** O órgão atualmente é substituído por uma máquina (enorme) em casos de hepatite superaguda. O que se procura é uma versão portátil do aparelho.

II **Pele cultivada.** Em laboratório, pode-se produzir 1 m² de pele para cada 2 cm² do tecido natural, por cultivo em meio adequado. Mucosas danificadas podem ser recompostas.

III **Bate, coração.** Uma prótese substitui o coração doente e reproduz todas as funções do músculo normal. Problemas como arritmias cardíacas e infartos tornam-se superados, assim como as chamadas insuficiências circulatórias decorrentes de mau funcionamento do coração.

A respeito do assunto abordado nos exemplos acima, julgue os itens a seguir.

55 Na situação descrita em I, a necessidade de substituição do órgão natural por máquina ocorre devido, entre outros fatores, ao comprometimento do metabolismo da glicose e do glicogênio.

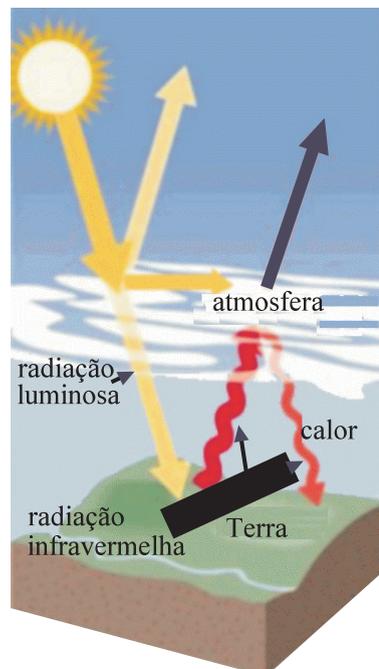
56 A ingestão em excesso de bebida alcoólica pode levar à necessidade da substituição do fígado do indivíduo alcoólatra por um “Fígado de emergência”.

57 A referência à mucosa, em II, não diz respeito a tecido epitelial, visto tratar-se de parte interna do corpo.

58 As mucosas danificadas, mencionadas em II, são ricamente vascularizadas.

59 Os problemas de saúde citados em III deixam de ocorrer quando há contrações simultâneas das duas cavidades do lado esquerdo do coração.

60 As insuficiências circulatórias citadas em III, quando decorrem da baixa taxa de transporte de oxigênio, podem ser agravadas em indivíduos com anemia falciforme.



A manutenção da temperatura na Terra pela atmosfera é um fator importante para a garantia de vida no planeta. Por isso, o aquecimento global que se tem verificado nos últimos anos, como consequência do efeito estufa, deve ser controlado. Estudos recentes demonstram que a temperatura média do planeta vem subindo. Se for mantida a tendência, nos próximos 50 anos, haverá um aquecimento de 4 °C a 5 °C, o que pode provocar o degelo de parte das calotas polares e, como consequência, a elevação do nível dos mares e a inundação de cidades litorâneas. Comparando o nível dos oceanos em 2000 com o registrado em 1900, verifica-se uma elevação de 30 cm, e esse processo tem-se acelerado em consequência da atuação do homem.

A energia luminosa solar incidente sobre o planeta é parcialmente refletida pela atmosfera de maneira difusa. Como ilustrado na figura acima, parte da energia luminosa absorvida pela Terra é irradiada sob a forma de radiação infravermelha, contribuindo para o efeito estufa. O aumento da emissão de gases na atmosfera, como o dióxido de carbono, o metano, o ozônio e o óxido de dinitrogênio, entre outros, eleva a temperatura da Terra.

A função abaixo, em que A e k são constantes reais positivas e a constante e é a base dos logaritmos neperianos, é um modelo que relaciona a variação T , em °C, da temperatura nos pólos da Terra, com relação à existente em 2000, com a elevação $h(T)$, em cm, do nível dos oceanos, com relação ao valor constatado em 1900:

$$h(T) = \frac{Ae^{kT}}{e^{kT} + 9}.$$

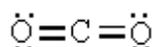
Considerando as informações acima, das quais se obtém $h(0) = 30$, julgue os seguintes itens.

61 Para a manutenção da temperatura propícia à vida na Terra, o ideal seria eliminar todo o efeito estufa.

62 O fenômeno de irradiação térmica ocorre por meio de ondas sonoras.

63 Da radiação luminosa incidente na Terra, parte é absorvida e parte é irradiada. O comprimento de onda associado à energia irradiada é maior que o comprimento de onda associado à radiação luminosa incidente.

- 64 Os raios solares que incidem na superfície terrestre são polarizados. Esse fenômeno é explicado pela Lei de Snell.
- 65 De modo geral, raios solares paralelos, ao incidirem na superfície difusa da atmosfera, perdem o seu paralelismo ao serem refletidos.
- 66 A cor esverdeada da vegetação deve-se ao fato de a clorofila absorver menos radiação luminosa da cor verde que das demais cores do espectro visível.
- 67 Em grandes concentrações, os gases responsáveis pelo efeito estufa impedem a entrada de radiações na troposfera.
- 68 A teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência não permite prever a geometria molecular do metano, um dos gases que contribuem para o efeito estufa, pois o carbono dessa molécula não possui pares de elétrons livres na sua camada de valência.
- 69 A figura abaixo representa corretamente a estrutura de Lewis para o dióxido de carbono.



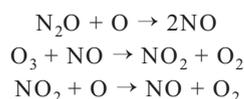
- 70 A diferença de eletronegatividade entre carbono e oxigênio faz que a ligação entre esses átomos seja polar, mas a molécula de dióxido de carbono é apolar, portanto, pouco solúvel em água.
- 71 No modelo proposto, $A = 300$.
- 72 A elevação de 1 cm no nível dos oceanos, com relação ao nível verificado no ano 2000, resultará de uma variação da temperatura polar de $\ln\left(\sqrt[k]{\frac{A-31}{9-k}}\right)$ °C.
- 73 É possível que, para algum $T > 0$, a elevação $h(T)$ do nível dos oceanos seja superior à constante A .

O óxido de dinitrogênio (N_2O), além de ser um dos gases responsáveis pelo efeito estufa — 206 vezes mais efetivo na absorção de radiação infravermelha que o CO_2 —, é também um dos precursores da destruição da camada de ozônio e contribui para aumentar a concentração dos íons H_3O^+ nas águas das chuvas.

Entre as emissões por fontes naturais, o N_2O é um subproduto dos processos de desnitrificação — conversão de nitrato a nitrogênio gasoso — e nitrificação — conversão de amônia a nitrito e nitrato — em ambientes terrestres e aquáticos.

Entre as emissões antrópicas de N_2O , destacam-se o uso de fertilizantes, a queima de combustíveis fósseis, as queimadas tropicais e o alagamento de vegetações pelo represamento de água para geração de energia elétrica.

O N_2O também contribui para a remoção de O_3 na estratosfera, atuando de forma indireta por meio das reações representadas pelas equações abaixo.



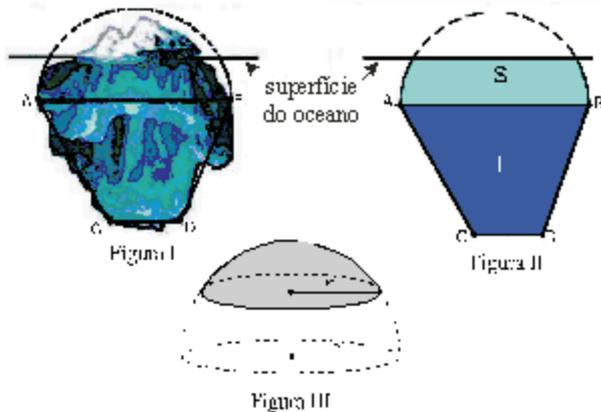
A partir do texto acima, julgue os itens que se seguem.

- 74 Durante os períodos chuvosos em que há ocorrência de raios, o oxigênio do ar e o N_2O adquirem energia de ativação para que possam reagir. Se o pentóxido de dinitrogênio for formado, este reage com a água da chuva, diminuindo o pH desta.
- 75 Na desnitrificação, os átomos de nitrogênio têm seu número de oxidação aumentado; na nitrificação, esse número é reduzido.

- 76 A partir das informações do texto, é correto concluir que a quantidade de N_2O na atmosfera é 206 vezes maior que a de CO_2 .
- 77 Na estratosfera, o N_2O atua como catalisador da decomposição do ozônio.
- 78 A espécie O é oxigênio atômico, enquanto O_2 e O_3 são variedades alotrópicas da substância simples oxigênio.
- 79 A estabilidade do NO pode ser explicada pela teoria do octeto.

RASCUNHO

Texto II – itens de 80 a 89



O aquecimento global provoca mudanças climáticas que têm levado ao degelo as geleiras dos pólos Norte e Sul. A figura I acima mostra um *iceberg* que se desprende de uma geleira e se desloca em águas marítimas. Sua maior parte está submersa. Os cálculos aproximados do peso e do volume do *iceberg* podem ser feitos comparando-o com sólidos geométricos conhecidos. Considere que a parte submersa do *iceberg* ilustrado na figura I possa ser comparada com um sólido Y, formado por um tronco de cone reto T, de bases paralelas, ao qual é justaposto um segundo sólido, S, obtido de uma semi-esfera de onde foi retirada uma calota esférica, conforme ilustrado na figura II, acima.

A figura II ilustra o sólido Y, em que $\overline{AB} = 100$ m e $\overline{CD} = 50$ m são, respectivamente, os diâmetros das bases maior e menor do tronco de cone, cuja altura é igual a 90 m. A distância entre a base maior do tronco de cone e o plano que representa a superfície do oceano é igual a 40 m. Considere que o volume da parte submersa do *iceberg* seja igual a $\frac{4}{5}$ do volume do sólido Y.

A figura III, acima, ilustra uma calota de uma esfera de raio R . Se o raio da circunferência da base dessa calota é igual a r , então o volume V_c da calota é expresso por:

$$V_c = \frac{\pi}{3} (R - \sqrt{R^2 - r^2}) (R^2 - R\sqrt{R^2 - r^2} + r^2).$$

Nos itens de 80 a 83, que são do tipo B, faça o que se pede, considerando as informações do texto II e tomando 3 como valor aproximado para π . Desconsidere, para a marcação na folha de respostas, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuar todos os cálculos solicitados.

- 80 Considerando que a densidade do *iceberg* seja igual a $0,909 \text{ g/cm}^3$ e a da água do mar na qual se encontra o *iceberg* seja igual a $1,01 \text{ g/cm}^3$, calcule a fração do *iceberg* que está submersa. Multiplique o valor encontrado por 1.000.
- 81 Calcule, em dam^3 (decâmetros cúbicos), o volume do sólido S.
- 82 Sabendo que o volume de um tronco de cone reto de bases paralelas, de raios das bases a e b e altura h , é igual $\frac{\pi h}{3}(a^2 + ab + b^2)$, calcule, em dam^3 , o volume do sólido T.
- 83 Sob as mesmas condições estabelecidas no item 80, calcule, em dam^3 , o volume total do *iceberg*.

Julgue os itens subseqüentes, considerando que o *iceberg* descrito no texto II é formado exclusivamente de água.

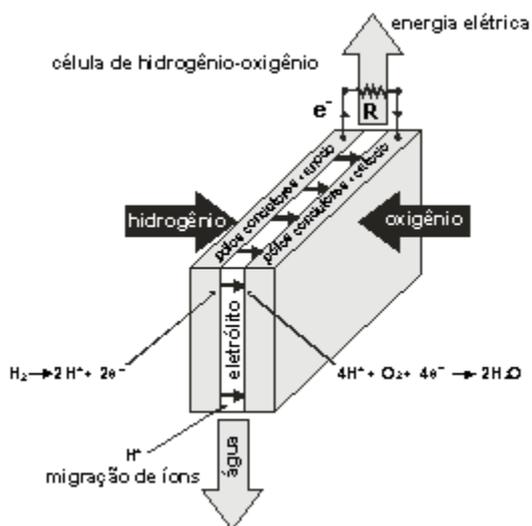
- 84 As informações do texto garantem que o centro de massa do *iceberg* situa-se na parte emersa.
- 85 A densidade do *iceberg* independe do seu volume.
- 86 Considerando que a condutibilidade térmica do ar é menor que a condutibilidade térmica da água do oceano e que o ar e a água nas proximidades do *iceberg* estão à mesma temperatura, a qual é maior que a temperatura do gelo, então a parte emersa do *iceberg* derreterá mais rapidamente que a sua parte submersa.
- 87 O *iceberg* sofre a ação de uma força vertical ao plano que representa a superfície do oceano, orientada de baixo para cima, que é igual ao produto da aceleração da gravidade pela massa da porção de água do mar por ele deslocada.
- 88 Durante o congelamento da água para formar o *iceberg*, as interações das moléculas de água — ligações de hidrogênio — se mantêm, mas a densidade do *iceberg* é diferente da densidade da água líquida.
- 89 A temperatura de congelamento da água do mar à pressão de 1 atm é inferior a 0°C .

RASCUNHO

Na atualidade, praticamente toda a atividade humana depende de energia obtida a partir da queima de combustíveis fósseis. O que foi uma alternativa viável no início da produção industrial, proporcionando o desenvolvimento da civilização humana em um ritmo jamais visto na história, tornou-se atualmente uma das maiores preocupações da humanidade porque sua utilização contrapõe-se à conservação do meio ambiente. Em vez de optar entre o atual modelo de desenvolvimento e a conservação da natureza, o homem pode criar novas tecnologias que aliem as qualidades das fontes renováveis de energia ao mínimo de degradação ambiental. Nessa perspectiva, o hidrogênio gasoso apresenta-se como um combustível alternativo que possibilitará manter o desenvolvimento acelerado e o meio ambiente preservado, contrariando várias previsões pessimistas sobre a vida no planeta para os próximos 50 anos.

No entanto, o uso desse gás em meios de transporte terá de superar a imagem negativa decorrente da explosão do dirigível Hindenburg, da empresa Zeppelin, em 1937. Investigação recente constatou que o material da cobertura do dirigível era extremamente inflamável e composto por uma película de alumínio. A energia necessária para a combustão do hidrogênio, iniciada a 20 °C, originou-se de uma faísca devida à eletricidade estática acumulada na aeronave.

A reação entre o hidrogênio e o oxigênio gasosos libera 242 kJ de calor por mol de vapor de água formado, a 25 °C e 1 atm, energia essa que pode ser empregada em motores de combustão interna. O hidrogênio também pode ser utilizado em células combustíveis, conforme mostra a figura abaixo. Esse dispositivo gera energia elétrica que pode ser usada para o acionamento do motor elétrico de veículos.



A partir das informações do texto acima e considerando que os gases no interior do dirigível Hindenburg eram ideais, julgue os itens a seguir.

- 90 Como o H₂ é uma molécula eletricamente neutra, conclui-se que, nessa molécula, a massa total das partículas carregadas positivamente é igual à massa total das partículas carregadas negativamente.
- 91 Sendo o H₂ uma molécula diatômica, a sua energia cinética total tem contribuição dos movimentos translacional, vibracional e rotacional.
- 92 A faísca que, segundo o texto, originou a combustão do hidrogênio no dirigível Hindenburg pode ter sido provocada pela alta concentração de cargas elétricas nas regiões de maiores raios de curvatura da película de alumínio.

- 93 No dirigível, o hidrogênio ocupava todo o volume do recipiente que o confinava porque a energia cinética das moléculas de um gás é muito menor que a energia potencial de interação entre essas moléculas.
- 94 Considerando que a estrutura do dirigível fosse rígida, então, em seu interior, a pressão gasosa era uma função quadrática da temperatura.
- 95 De acordo com o texto, quando da explosão do Hindenburg, a combustão do hidrogênio iniciou-se à temperatura de 68 °F.
- 96 A entalpia de 1 mol de vapor de água é superior à soma da entalpia de 1 mol de hidrogênio gasoso com a entalpia de 0,5 mol de oxigênio gasoso.
- 97 O ΔH_f^0 da água no estado de vapor é igual a -242 kJ/mol, a 25 °C.
- 98 Na célula combustível ilustrada, a produção de corrente elétrica é uma evidência de que ocorre reação química.
- 99 Os modelos atômicos de Thomson e Rutherford são adequados para se interpretar a obtenção da corrente elétrica pela célula combustível de hidrogênio apresentada no texto.
- 100 Para que seja produzida corrente elétrica, a reação de oxirredução da célula combustível ilustrada deve estar deslocada no sentido da reação catódica.
- 101 No processo de geração de energia elétrica na célula combustível ilustrada, o eletrodo cede elétrons para compensar a diferença entre a quantidade de elétrons recebidos na reação catódica e a quantidade de elétrons cedidos na reação anódica.
- 102 Em uma transformação isocórica, a quantidade de calor trocada por um gás com o meio externo é igual à variação da sua energia interna.

RASCUNHO