



LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

- 1 Ao receber este caderno, confira atentamente se o tipo de caderno coincide com o que está registrado no cabeçalho de sua folha de respostas e no rodapé de cada página numerada deste caderno. Este caderno é constituído da prova objetiva **Parte III**. No final do seu caderno de prova, estão incluídas uma classificação periódica dos elementos e uma tabela contendo os valores das funções seno e cosseno para determinados ângulos. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente discordância quanto ao tipo, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado do **caderno de respostas**, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:

A ciência descreve as coisas como são, a arte como são sentidas.

O descumprimento dessa instrução implicará a anulação da sua prova e a sua eliminação do vestibular.

- 3 No caderno de respostas, marque as respostas relativas aos itens da prova objetiva **Parte III**. Nos itens do **tipo A**, de acordo com o comando agrupador de cada um deles, marque, para cada item: o campo designado com o código **C**, caso julgue o item **CERTO**; ou o campo designado com o código **E**, caso julgue o item **ERRADO**. Nos itens do **tipo B**, marque, de acordo com o comando de cada um deles: o algarismo das **CENTENAS** na coluna **C**; o algarismo das **DEZENAS** na coluna **D**; e o algarismo das **UNIDADES** na coluna **U**. Todos esses algarismos, das **CENTENAS**, das **DEZENAS** e das **UNIDADES**, devem ser obrigatoriamente marcados, mesmo que sejam iguais a zero. Nos itens do **tipo C**, marque a única opção correta de acordo com o respectivo comando. Nos itens do **tipo D**, que são de resposta construída, faça o que se pede em cada um deles usando o espaço destinado para rascunho neste caderno, caso deseje. Nos itens do **tipo D** que exijam elaboração de texto, em caso de erro, risque, com um traço simples, a palavra, a frase ou o símbolo e escreva o respectivo substitutivo. Lembre-se: parênteses não podem ser utilizados para essa finalidade. Para as devidas marcações e transcrição das respostas dos itens do **tipo D**, use o caderno de respostas, único documento válido para a correção da sua prova objetiva.
- 4 Nos itens do **tipo A** e do **tipo C**, siga a recomendação de não marcar ao acaso, pois, para cada item cuja resposta diverja do gabarito oficial definitivo, será atribuída pontuação negativa, conforme consta em edital.
- 5 Não utilize lápis, lapiseira (grafite), borracha, calculadora e(ou) qualquer material de consulta que não seja fornecido pelo CESPE/UnB; não se comunique com outros candidatos nem se levante sem autorização do chefe de sala.
- 6 Na duração das provas, está incluído o tempo destinado à identificação — que será feita no decorrer das provas — e ao preenchimento do caderno de respostas.
- 7 Você deverá permanecer obrigatoriamente em sala por, no mínimo, uma hora após o início das provas e poderá levar o seu caderno de prova somente no decurso dos últimos **quinze minutos** anteriores ao horário determinado para o término da prova.
- 8 A desobediência a qualquer uma das determinações constantes nas presentes instruções ou no caderno de respostas poderá implicar a anulação da sua prova.

OBSERVAÇÕES:

- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.
- Informações relativas ao vestibular poderão ser obtidas pelo telefone 0(XX) 61 3448-0100 ou pela Internet — www.cespe.unb.br.



PARTE III

As figuras abaixo representam fragmentos da estrutura do DNA, o qual corresponde a moléculas enormes cujas massas moleculares podem variar de $6 \times 10^6 u$ a $16 \times 10^6 u$.

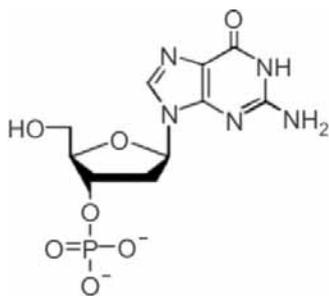


Figura I

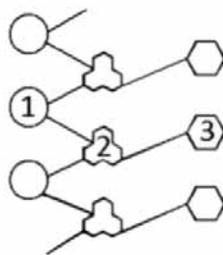


Figura II

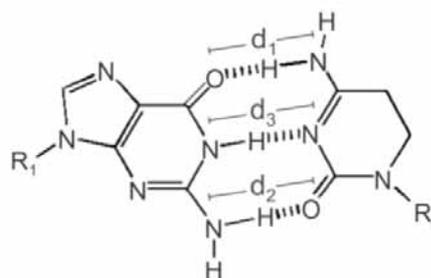


Figura III

Um dos objetivos de um experimento clássico da biologia é a extração do DNA de células de cebola. Nesse experimento, o material biológico é colocado em um béquer que contém solução aquosa de cloreto de sódio e detergente e, em seguida, é aquecido em banho-maria. Após o resfriamento e a filtração da solução, é adicionado etanol ao líquido obtido e o DNA precipita-se na superfície da solução.

Considerando as informações acima, julgue os itens de 1 a 4 e assinale a opção correta nos itens 5 e 6, que são do **tipo C**.

- 1 Na figura II, na qual está esquematizada parte de uma fita da molécula de DNA, os algarismos 1, 2 e 3 representam, respectivamente, grupamento fosfato, desossirribose e base nitrogenada.
- 2 No experimento mencionado, o detergente contribui para a ruptura das membranas lipídicas das células.
- 3 Na figura III, as distâncias entre os átomos de nitrogênio e de oxigênio, identificadas por d_1 e d_2 , são menores que a distância entre os átomos de nitrogênio, assinalada como d_3 .
- 4 No grupamento fosfato, representado na figura I, são iguais os comprimentos das ligações entre o fósforo e os três oxigênios que não estão ligados à parte orgânica da molécula.
- 5 Precursor do grupamento fosfato presente nos nucleotídeos, o ácido fosfórico (H_3PO_4)
 - A tem estrutura molecular quadrática planar.
 - B é ácido conjugado da espécie anfotérica $H_2PO_4^-$.
 - C apresenta ligações iônicas entre hidrogênios e oxigênios, mesmo sendo um composto covalente.
 - D apresenta três hidrogênios ionizáveis, com valores de constante de dissociação ácida que aumenta da primeira para a terceira ionização.
- 6 Considerando o experimento referido no texto, é correto afirmar que
 - A o etanol é usado para precipitar o DNA, por ser mais polar que a água.
 - B a densidade do DNA é menor que a da solução alcoólica porque ele se precipita na superfície da mistura.
 - C a destilação fracionada seria a técnica mais indicada para separar o DNA da solução alcoólica.
 - D a redução da temperatura final da mistura faria que o DNA se solubilizasse mais facilmente no etanol.

O conhecimento da sequência de DNA, ou seja, da ordem das bases nitrogenadas em moléculas ou fragmentos de DNA, tem-se tornado indispensável tanto na área de pesquisa quanto no setor de diagnóstico. Os primeiros sequenciamentos, realizados na década de 70 do século passado, tiveram como base protocolos laboratoriais complexos, caros e demorados. O projeto do genoma humano impulsionou o desenvolvimento da tecnologia, que, hoje, possibilita a realização, em algumas horas, do sequenciamento de genomas completos. Os equipamentos mais difundidos atualmente definem a sequência de fragmentos de DNA com base na separação de moléculas em eletroforese capilar.

Considerando o texto acima e as múltiplas implicações do assunto nele abordado, julgue os itens que se seguem.

- 7 O genoma de um organismo é o conjunto de genes desse organismo.
- 8 No núcleo de uma célula somática diploide de um indivíduo da espécie humana sem qualquer aberração cromossômica, existem 46 moléculas lineares de DNA, quantidade que é duplicada na fase S do ciclo celular.
- 9 A molécula de DNA é replicada de maneira semiconservativa, isto é, a molécula replicada é constituída por uma das fitas antigas e uma fita nova, tendo esta a fita antiga como molde para definir a sequência das bases nitrogenadas.
- 10 A principal realização do projeto do genoma humano foi a descoberta do código genético humano.
- 11 A molécula de DNA é conhecida como molécula da vida, porque é material genético de todos os seres vivos.
- 12 O conhecimento da sequência de DNA de um indivíduo é suficiente para a identificação das características físicas desse indivíduo, como, por exemplo, altura, cor da pele e cor do cabelo.

O maior gene humano é aquele que codifica a distrofina, proteína que auxilia na manutenção da integridade dos músculos. A ausência dessa proteína acarreta deterioração muscular e quadro clínico da doença denominada Duchenne, que é recessiva e ligada ao cromossomo X. O gene da distrofina, constituído por 79 éxons e 78 íntrons, apresenta 2.300.000 bases. A partir de experimentos *in vitro* de indução da expressão do gene da distrofina em células miogênicas (precursoras das células musculares), estimou-se que a transcrição completa desse gene demanda 16 horas.

C. N. Tennyson, H. J. Klamut e R. G. Worton. *Nature Genetics*, n.º 9, 1995, p. 184-90. Internet: <www.nature.com> (com adaptações).

A partir do texto acima e considerando uma cultura de células com $2,0 \times 10^5$ células, julgue os itens de **13 a 16** e faça o que se pede no item **17**, que é do **tipo B**.

- 13 As células musculares e as suas precursoras caracterizam-se por possuírem o citoplasma repleto de proteínas contráteis.
- 14 Nas células miogênicas em cultura, o processo de síntese do RNA mensageiro ocorre três vezes a cada dois dias.
- 15 Estima-se que seja superior a 2 centésimos de segundo o tempo necessário para a incorporação de cada base nitrogenada no processo de transcrição do gene da distrofina.
- 16 As células miogênicas, como as utilizadas no estudo de expressão do gene da distrofina, proliferam intensamente, por serem células indiferenciadas, ao passo que as células musculares cardíacas, que são diferenciadas, não proliferam.
- 17 Considere que a proteína distrofina tenha 3.684 resíduos de aminoácidos e que o transcrito primário, isto é, o RNA gerado pela transcrição e ainda não processado, tenha 2.300.000 bases. Suponha, ainda, que os tamanhos desses 78 íntrons, quando listados em ordem crescente, formem uma progressão aritmética de razão igual a 1. Com base nesses dados, calcule a maior quantidade possível de bases para o menor desses íntrons. Divida o resultado obtido por 100. Para a marcação no **Caderno de Respostas**, despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados.

Em 1969, o homem pisou no solo da Lua e milhões de pessoas assistiram ao evento. Dois anos antes, em 1967, outro evento havia dado início a uma nova era para a medicina: o primeiro transplante de coração, realizado na África do Sul. Àquela altura, ainda não se conheciam os efeitos colaterais desse tipo de transplante, e o receptor dava sinais de estar rejeitando o novo coração. O paciente sofreu infecção pulmonar e morreu 18 dias depois de efetuado o transplante.

A partir dessa data, os problemas de rejeição têm sido estudados e vêm sendo controlados. Hoje, o transplante de diversos órgãos, como rins, córnea, fígado e medula óssea, está bem estabelecido.

Internet: <www.tvcultura.com.br> (com adaptações).

Considerando essas informações, julgue os itens seguintes, relativos a transplantes de órgãos e tecidos.

- 18 Se o doador e o receptor de um coração a ser transplantado forem pai e filho, a chance de ocorrer rejeição é nula.
- 19 O transplante de medula óssea é indicado quando ocorrem alterações nas taxas proliferativas de células precursoras sanguíneas.
- 20 O transplante de rim entre indivíduos vivos é possível, porque tanto o receptor quanto o doador mantêm as funções de excreção.
- 21 Deficiências na absorção de carboidratos e lipídios indicam a necessidade de se realizar transplante de fígado.
- 22 Um indivíduo que tenha córnea transplantada pode apresentar alterações na cor dos olhos.
- 23 Infere-se do texto que o tempo de sobrevivência de pacientes que tiveram órgãos transplantados após 1967 variou de forma inversamente proporcional à quantidade de transplantes realizados no mundo.
- 24 A rejeição de tecidos ou órgãos, como a que ocorreu no primeiro transplante de coração, deve-se à incompatibilidade do sistema sanguíneo RH do indivíduo receptor.
- 25 O coração humano tem quatro cavidades onde ocorre a mistura do sangue proveniente dos tecidos e dos pulmões.

RASCUNHO

Número de transplantes por milhão de habitantes

	rim	fígado	coração
EUA	52	19	8
Europa	27	10	4
América Latina	13	1,6	0,5

A tabela acima mostra a relação quantidade de pacientes por milhão de habitantes que se submeteram, no ano de 2000, a transplantes de rim, fígado ou coração nos Estados Unidos da América (EUA), na Europa e na América Latina. Os dados da tabela estão reescritos, a seguir, em forma de matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 52 & 19 & 8 \\ 27 & 10 & 4 \\ 13 & 1,6 & 0,5 \end{bmatrix}$$

Com base nessas informações, julgue os próximos itens.

26 Considerando que a_{ij} , com $1 \leq i \leq 3$, $1 \leq j \leq 3$, são os elementos da matriz A, então $\operatorname{tg}\left(\frac{a_{12} - a_{31}}{a_{13}} \pi\right) = 1$.

27 Suponha que a taxa anual de crescimento populacional dos EUA entre 2000 e 2010 tenha sido constante e igual a 0,97%, que a população dos EUA era de 310×10^6 habitantes em 2000 e que as proporções de transplantes por milhão de habitantes especificadas na tabela tenham-se mantido para os EUA em 2010. Nessa situação, assumindo-se 1,101 como valor aproximado para $1,0097^{10}$, é correto afirmar que, em 2010, foram realizados menos de 2.500 transplantes de coração nos EUA.

28 Se, em 2000, a taxa de transplante de rim por milhão de habitantes na América Latina tivesse sido 300% maior que a estabelecida na tabela, então essa taxa se igualaria à dos EUA naquele ano.

29 Suponha que, em 2010, a população da América Latina era de 760×10^6 habitantes e que a proporção de transplantes dos órgãos mencionados tenha-se mantido igual à de 2000. Suponha, ainda, que 9.111 pacientes se submeteram a transplante apenas de rim; 447, apenas a transplante de fígado; 250, apenas a transplante de coração; 16 a transplantes dos 3 órgãos. Nessa situação, é correto inferir que 696 pacientes se submeteram a transplantes apenas de rim e de fígado.

30 Considere que, em 2010, as populações dos EUA, da Europa e da América Latina correspondiam, respectivamente, a 310×10^6 , 570×10^6 e 760×10^6 habitantes e que as proporções de transplantes de órgãos por milhão de habitantes, especificadas na tabela, tenham-se mantido em 2010. Nesse caso, se B é a matriz $[310 \ 570 \ 760]$, então o produto matricial BA é uma matriz 1×3 , cujo primeiro elemento representa a quantidade total de transplantes de rim, fígado e coração realizados em 2010, nos EUA.

RASCUNHO

Considere que a população de Paris era de $2,0 \times 10^6$ habitantes em 2000. Suponha que, naquele ano, foram realizados, ao todo, 54 transplantes de rim, 20 de fígado e 8 de coração. Suponha, ainda, que, dos pacientes dessa cidade que se submeteram a transplante de rim, fígado ou coração em 2000, 12 submeteram-se apenas a transplante de fígado e rim e, os demais, a transplante de um único órgão. Considere, também, que um arquivo de uma instituição de saúde contenha apenas os prontuários dos pacientes que se submeteram a esses procedimentos em 2000. Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- 31 A quantidade de maneiras distintas de se escolherem 4 prontuários do arquivo de modo que, no máximo, dois deles sejam de pacientes que se submeteram a dois transplantes é inferior a $9,0 \times 10^5$.
- 32 Se, no primeiro dia do ano de 2001, um repórter entrevistasse, ao acaso, um indivíduo em Paris, então a probabilidade de esse indivíduo ser um dos pacientes que se submeteram, no ano anterior, a transplante de algum dos três órgãos referidos é inferior a $4,0 \times 10^{-5}$.
- 33 Suponha que dois prontuários sejam selecionados do arquivo de modo aleatório. Nesse caso, a probabilidade de pelo menos um desses prontuários se referir a paciente que se submeteu a transplante de coração é igual a $\frac{524}{2.415}$.
- 34 Suponha que um médico tenha retirado um prontuário do arquivo e constatado que esse prontuário era de um paciente que se submeteu a transplante de fígado. Suponha, ainda, que o médico, sem ter devolvido o prontuário ao arquivo, tenha retirado, de forma aleatória, um segundo e um terceiro prontuários para analisar as informações ali contidas. Nesse caso, a probabilidade de os dois últimos prontuários serem de pacientes que se submeteram a transplante de coração é superior a 0,01.

O último teorema de Fermat

RASCUNHO

No denominado último teorema de Fermat, Pierre de Fermat (1601-1665) postula que não há solução para a equação $x^n + y^n = z^n$, que generaliza o teorema de Pitágoras ($x^2 + y^2 = z^2$), quando n for um número inteiro maior ou igual a 3, e x , y e z forem números inteiros estritamente positivos.

Internet: <www.atractor.pt> (com adaptações).

Tendo como referência o último teorema de Fermat, provado no final do século passado, julgue os itens a seguir, acerca de geometria e números reais.

- 35 Sabendo que Pitágoras acreditava que os números racionais eram suficientes para medir tudo que era possível medir, conclui-se, usando o próprio teorema de Pitágoras para os triângulos retângulos isósceles, que Pitágoras estava equivocado.
- 36 Se x , y e z são números complexos imaginários puros e suas partes imaginárias são números inteiros estritamente positivos, então eles podem satisfazer à identidade $x^3 + y^3 = z^3$.
- 37 Infere-se do último teorema de Fermat que não existem triângulos retângulos em que os comprimentos dos lados correspondam a números que sejam quadrados perfeitos.
- 38 De acordo com o último teorema de Fermat, é impossível encontrar números inteiros estritamente positivos A , B e C que satisfaçam à identidade $A^5 + B^5 = C^5$. No entanto, é possível encontrar números racionais A , B e C , estritamente positivos, tal que $A^5 + B^5 = C^5$.

Conta-se que, na lápide de Diofante de Alexandria, um dos principais inspiradores de Pierre de Fermat, havia a seguinte inscrição:

Deus lhe concedeu a graça de ser um menino pela sexta parte de sua vida. Depois, por um doze avos, ele cobriu seu rosto com a barba. Em seguida, após a sétima parte, iluminou-se a luz do casamento e, 5 anos depois, Ele concedeu-lhe um filho. Ah! Criança tardia e má, depois de viver metade da vida de seu pai, o destino frio o levou. Após consolar sua mágoa em sua ciência dos números, por quatro anos, Diofante terminou sua vida.

Simon Singh. *O último teorema de Fermat* (com adaptações).

Com base na situação descrita, assinale a opção correta no item a seguir, que é do **tipo C**.

- 39 Diofante morreu aos
- A 64 anos de idade.
 - B 74 anos de idade.
 - C 84 anos de idade.
 - D 94 anos de idade.

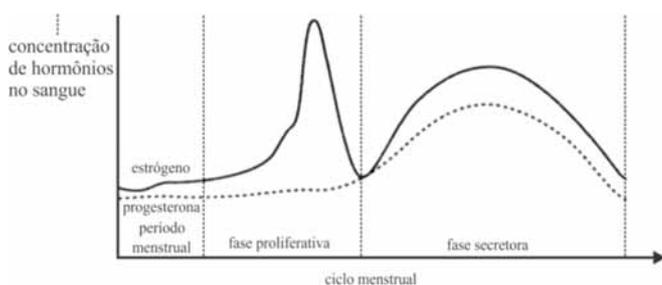
Durante 14 anos, uma equipe de pesquisadores observou o comportamento de um grupo de chimpanzés conhecidos como Kanyawara. A observação da interação desses chimpanzés com objetos revelou que as fêmeas jovens carregavam pedaços de madeira, galhos e gravetos com muito mais frequência que os machos e tratavam tais materiais como se fossem bebês. E, ainda, os machos jovens usavam os pedaços de madeira como armas em suas brincadeiras. De acordo com os pesquisadores, a forma como as fêmeas interagiam estavam relacionadas a um interesse por cuidados com um bebê ou ao que foi chamado de “brincar de maternidade”. Esse comportamento era manifesto por fêmeas jovens que, na maioria das vezes, ainda não tinham gerado o primeiro filhote. Além disso, apenas os pedaços de madeira eram depositados em espécie de ninhos.

Os dados da pesquisa sugerem que a diferença de comportamento observada nos chimpanzés machos e fêmeas, semelhante à que se verifica entre os humanos, ocorreu pelo menos no ancestral comum de homens e chimpanzés.

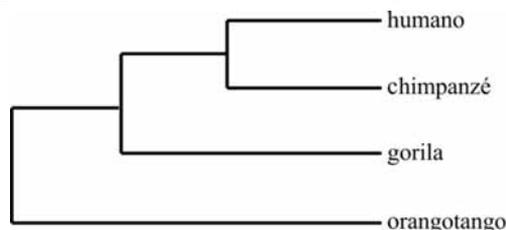
Internet: <<http://cienciahoje.uol.com.br>> (com adaptações).

Tendo como referência o texto acima, julgue os itens a seguir, relativos aos múltiplos aspectos que ele suscita.

- 40 As fêmeas de mamíferos, como, por exemplo, as de chimpanzés Kanyawara, apresentam oscilações hormonais como as ilustradas no gráfico de ciclo menstrual abaixo.



- 41 Infere-se que, entre os chimpanzés, além da diferenciação sexual, ocorre a diferenciação de gênero.
- 42 O processo de diferenciação sexual entre os chimpanzés Kanyawara assemelha-se ao que ocorre em humanos, nos quais o sexo cromossômico é definido na fecundação.
- 43 De acordo com o esquema abaixo, que expressa a mais aceita filogenia dos grandes macacos, o ancestral comum entre chimpanzés e humanos que deveria apresentar o comportamento descrito no texto seria o gorila.



- 44 Infere-se que as diferenças na interação de chimpanzés machos e fêmeas com os pedaços de madeira estão diretamente relacionadas com os níveis plasmáticos de hormônios sintetizados pelo sistema nervoso central.



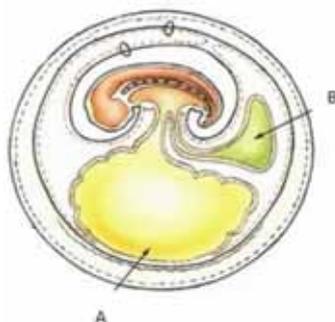
Em geral, as aves utilizam características físicas para demonstrar suas qualidades, como, por exemplo, uma plumagem chamativa. O chamariz é externo no caso da espécie *Milvus migrans* (milhafre-preto), ave de rapina que vive em praticamente todos os continentes, exceto nas Américas. Vinte dias antes da postura dos ovos, a fêmea e seu parceiro saem em busca de pedaços de plástico branco reluzente para decorar o ninho.

Com essa prática, esses pássaros demarcam o território e protegem os ovos. De acordo com os pesquisadores, a preferência pela cor do material deve-se à facilidade de visualização da cor branca pelo pássaro. Em contraste com as cores escuras dos troncos de árvore, o tom alvo reluz e pode ser avistado de longe por outros indivíduos da mesma espécie. Outros pássaros são conhecidos por construir ou ornamentar ninhos, como o joão-de-barro (*Furnarius rufus*) e o pássaro-arquiteto (*Ptilonorhynchus violaceus*), sendo a motivação deles, no entanto, associada, geralmente, à sedução da fêmea.

Considerando o texto acima e aspectos a ele relacionados, julgue os itens de 45 a 50.

- 45 O estudo relatado no texto mostra que os indivíduos da espécie *Milvus migrans* utilizam material do meio ambiente na composição do ninho como forma de atrair o parceiro para a reprodução.

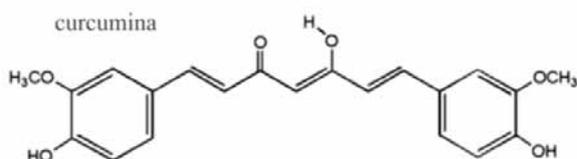
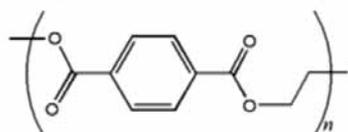
- 46 As espécies citadas no texto pertencem ao *Filo chordata*, pois apresentam, pelo menos em uma fase de suas vidas, notocorda, tubo nervoso dorsal e fendas branquiais.
- 47 Considerando que a figura ilustrada abaixo apresenta um corte transversal de um ovo durante o desenvolvimento embrionário de animais pertencentes à mesma classe que o milhafre-preto, o joão-de-barro e o pássaro-arquiteto, é correto afirmar que as estruturas A e B, indicadas na figura, são responsáveis, respectivamente, pela excreção de compostos nitrogenados, principalmente amônia, e pela sustentação física e metabólica do embrião.



- 48 A introdução, em áreas urbanas, de espécies que, como o milhafre-preto, ornamentam seus ninhos com material de baixa taxa de degradação, é eficaz como estratégia para minimizar os problemas ambientais, como o acúmulo de lixo, em especial, de derivados de petróleo.
- 49 Se o *Milvus migrans* desaparecer de sua área de ocorrência natural, espera-se que haja desequilíbrio na cadeia alimentar e diminuição da biomassa relativa aos organismos heterotróficos.
- 50 Sabendo que os ovos do milhafre-preto são de coloração clara, é correto afirmar que a escolha de plástico da cor branca facilita a identificação do ninho pela espécie e dificulta a ação dos predadores.

Entre os detritos plásticos usados pelo milhafre-preto, inclui-se o politereftalato de etileno (PET), que é naturalmente incolor. Esse polímero pode ser tingido usando-se corantes orgânicos, como, por exemplo, a curcumina. As estruturas desses compostos estão representadas na figura abaixo.

politereftalato de etileno (PET)



Com base nas informações apresentadas e considerando as massas molares da unidade básica do PET e da curcumina iguais a 192 g/mol e 368 g/mol, respectivamente, julgue os itens de 51 a 55 e assinale a opção correta no item 56, que é do tipo C.

- 51 A fórmula molecular do ácido cinâmico (ácido 3-fenil-2-propenoico), precursor na biossíntese da curcumina, é igual a $C_9H_{10}O_2$.
- 52 A oxidação da curcumina transforma em hidroxilas os grupamentos $-OCH_3$ ligados aos anéis benzênicos laterais, e o grupamento cetônico, localizado na parte alifática da molécula, o que aumenta o caráter hidrofílico da curcumina.
- 53 O monômero do PET apresenta, em sua estrutura, quatro carbonos primários, quatro secundários e dois terciários.
- 54 Considerando-se que a impregnação da curcumina no PET produz um polímero homogeneamente colorido, é correto inferir que, na interação dessas duas moléculas, são formadas ligações de hidrogênio.
- 55 A reação da hidroxila fenólica da curcumina com um ácido carboxílico produz, na presença de ácidos minerais fortes, como o HCl ou o H_2SO_4 concentrados, um éter.
- 56 Considere que, em um processo de tingimento, $7,0 \times 10^{-3}$ mol de PET, com n igual a 35, tenha sido misturado a $2,5 \times 10^{-2}$ mol de curcumina e que, após homogeneização e lavagem do produto tingido, a taxa de impregnação do corante no polímero tenha sido de 80% em massa. Nesse caso, a concentração percentual (em massa) de curcumina no polímero colorido ficou no intervalo de

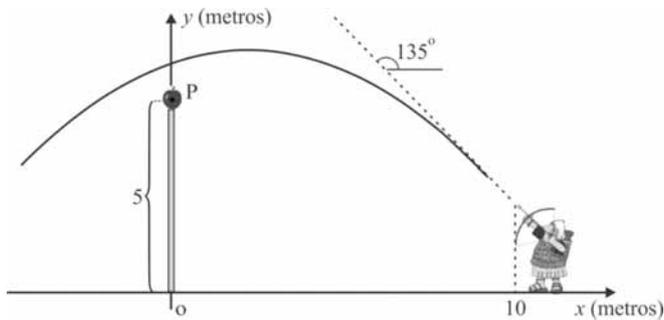
- A 11% a 12%.
- B 13% a 14%.
- C 15% a 16%.
- D 17% a 18%.

RASCUNHO

Muitas vezes, uma descoberta não está relacionada a fenômeno específico, mas a um arcabouço conceitual, que irá dar forma às descobertas subsequentes. Um exemplo disso é o primeiro dos paradoxos de Zenão, conhecido como paradoxo da flecha, em que se afirma que uma flecha, ao alçar voo, está, em cada instante, em um único lugar e perfeitamente parada e, portanto, seria um paradoxo que, ao final de um tempo qualquer, essa flecha tivesse percorrido qualquer distância. Assim, pelo seu caráter paradoxal, o movimento, segundo Zenão, deveria ser entendido como uma ilusão. Só com Aristóteles e milhares de anos de desenvolvimento conceitual, os nós lançados pelos paradoxos de Zenão foram desatados.

A partir dessas informações, julgue os próximos itens.

- 57 Considere a seguinte informação: Aristóteles negava a existência do vácuo porque, segundo ele, é o meio que garante que um movimento ocorra com velocidade finita e, portanto, o movimento no vácuo deveria ocorrer com velocidade infinita. Com base nessa informação, é correto concluir que a segunda lei de Newton corrobora essa análise de Aristóteles.
- 58 Considere que uma pessoa de 80 kg esteja sobre uma balança localizada no interior de um elevador que sobe com aceleração igual a 3 m/s^2 . Nessa situação, considerando-se a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , é correto afirmar que a balança registrará um peso igual a 1.040 N.
- 59 A definição de Aristóteles de que o tempo é “a medida do movimento segundo o antes e o depois” está representada na definição matemática moderna de velocidade escalar e justifica a afirmação de Aristóteles de que o tempo não é uma sucessão de instantes.
- 60 Uma pedra em queda livre pode ter sua trajetória representada por uma linha reta ou um arco de parábola, conforme o critério adotado, o que justifica a afirmação de Zenão de que o movimento é ilusório.
- 61 Considere a seguinte informação: Aristóteles negou a possibilidade de existência do vácuo porque, segundo ele, se o vazio existisse, um ponto do espaço, na ausência de forças, não diferiria de outro e, assim, não haveria razão para que um corpo, ao ser posto em movimento, parasse em um ponto A, e não, em um ponto B, devendo, portanto, mover-se indefinidamente em linha reta. Com base nessa informação, é correto concluir que a proposição que Aristóteles negou é o que a física moderna considera a definição de inércia e, assim, é uma afirmação da existência do vácuo.
- 62 Suponha que se deixe cair um objeto verticalmente de certa altura de uma torre. Nesse caso, um observador em um avião que se afasta horizontalmente do ponto de lançamento do objeto com velocidade inicial nula e aceleração igual à aceleração da gravidade do local, suposta constante, irá perceber a trajetória do objeto como retilínea.



Internet: <<http://violaoeguitarraon-line.blogspot.com>>.

Em um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais

xOy , na situação da figura acima, a expressão $f(x) = \frac{23}{4} + \frac{x}{4} - \frac{x^2}{16}$

fornece a altura $y = f(x)$, em metros, da ponta da flecha em função da abscissa x , em metros. Considere que, em cada instante $t \geq 0$, em segundos, as coordenadas $(x, f(x))$ da trajetória descrita pela ponta de flecha podem ser dadas, em função de t , por $(x(t), f(x(t)))$, com $x(t) = 10 - 20t$. Desse modo, o movimento da ponta da flecha se decompõe na horizontal como $x(t) = 10 - 20t$ e, na vertical, como $y(t) = f(x(t))$.

Com base nessas informações, e considerando que uma maçã esteja localizada no ponto P de coordenadas $(0, 5)$, julgue os itens de **63** a **67** e assinale a opção correta no item **68**, que é do **tipo C**.

- 63 Suponha que o soldado tenha utilizado uma arma de fogo de modo que a trajetória do projétil seja linear e que, estando a ponta do cano da arma à distância de 10 metros do suporte que sustenta a maçã e a uma altura de 1 a 2 metros do solo, o projétil tenha atingido a maçã. Nessa situação, conclui-se que o ângulo entre a trajetória do projétil e a flecha exibida na figura, no instante $t = 0$, é inferior a $\frac{\pi}{12}$ radianos.
- 64 De acordo com a função $x(t) = 10 - 20t$, a ponta da flecha interceptará o eixo Oy quando $t = 0,5$ s.
- 65 A ponta da flecha atingirá a altura máxima em quatro décimos de segundo após o lançamento.
- 66 A expressão $g(t) = 2 + 20t - 25t^2$ permite determinar a altura da ponta da flecha em função do tempo t .
- 67 Caso o soldado efetuasse o lançamento nas mesmas condições representadas na figura — mesma força e mesmo ângulo de inclinação —, mas afastando-se da origem dois metros para a direita do ponto onde se encontra, a flecha atingiria a maçã.
- 68 Considere que, em vez da flecha, o soldado estivesse utilizando uma arma de fogo com o cano apontado na mesma direção e sentido da flecha e que a trajetória do projétil fosse linear. Nessa situação, a distância, em metros, do ponto P à trajetória descrita pelo projétil seria igual a
- A 13.
- B $6,5 \times \sqrt{2}$.
- C 7.
- D $3,5 \times \sqrt{2}$.

A doutrina dos quatro elementos foi proposta pela primeira vez na Grécia Antiga pelo filósofo pré-socrático Empédocles. A doutrina embasava-se na afirmação de que tudo o que existe é constituído de certas quantidades das raízes fundamentais (água, ar, terra e fogo). Essa doutrina, que prevaleceu sobre a doutrina atomista, cunhada na mesma época, ainda estava em voga no início do século XIX, o qual, entretanto, pode ser considerado o século da retomada definitiva do atomismo, crucial em áreas como a termodinâmica, por exemplo.

Considerando essas informações como referência inicial, julgue os próximos itens.

69 Se um conjunto de 10^{25} partículas, tendo cada uma delas massa igual a 21×10^{-27} kg e mesma velocidade igual a 200 m/s, chocar-se durante 1 s, em média, com uma parede plana infinitamente massiva e com área igual a 1 m^2 , a pressão, em média, que ele realizará sobre a parede será igual a 42 Pa.

70 Modernamente, concebe-se que a quantidade de calor de um sistema tem origem na energia cinética dos átomos que compõem esse sistema.

71 Considere a situação hipotética em que a energia cinética das partículas em um sistema termodinâmico tenha-se tornado igual a 50% da energia cinética original. Nessas condições, não ocorrendo perda de partículas, a temperatura do sistema se reduz a um valor inferior a 70% da temperatura original.

72 No modelo de Bohr para o átomo, os elétrons não são mais considerados somente partículas claramente discerníveis, mas também ondas, o que está adequadamente representado na expressão matemática $\lambda = \frac{h}{mv}$, em que h é a constante de

Planck; m é a massa do elétron; λ é o comprimento de onda do elétron e v é a velocidade.

73 Considerando-se que Lavoisier descobriu, no final do século XVIII, o caráter composto do ar atmosférico, é correto inferir que essa descoberta favoreceu a teoria atomista, em detrimento da teoria dos quatro elementos.

Os plásticos com bolhas de ar são muito utilizados para embalar vidros, componentes eletrônicos etc. Eles são eficazes para amortecer choques dos objetos embalados.

Com base nessas informações, faça o que se pede no item a seguir, que é do **tipo D**.

74 Redija um parágrafo respondendo, de forma justificada, à seguinte pergunta: **Os plásticos de bolha são mais eficientes na proteção dos objetos em dias mais quentes ou em dias mais frios?**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

O espaço reservado acima é de uso opcional, para rascunho. Não se esqueça de transcrever seu texto para o **Caderno de Respostas**.

RASCUNHO

As concepções de como o mundo é — se há um vazio (vácuo) ou se todos os fenômenos se dão em um *plenum*, se as coisas estão constituídas de átomos ou não — não são as únicas a mudar ao longo da história. As concepções sobre o que são tempo e espaço também mudaram bastante. Mais recentemente, no início do século XX, a teoria da relatividade restrita veio modificar, de maneira ainda mais profunda, o que se deve considerar como espaço, tempo e suas relações.

Segundo Galileu, Newton e alguns outros cientistas, um observador A que está em movimento com velocidade v_A com relação a um observador B, parado com relação ao solo, teria sua posição x_A e seu tempo t_A , com relação à posição x_B e ao tempo t_B de B, dados por

$$I) x_A = x_B + v_A t_A; t_A = t_B.$$

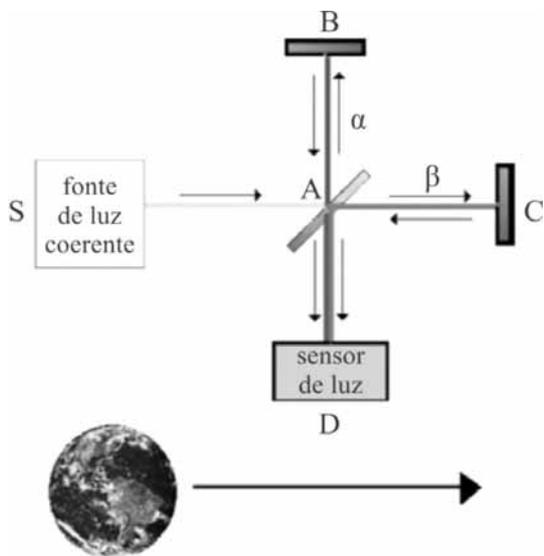
Entretanto, segundo a teoria da relatividade especial, essa relação deveria ser dada por

$$II) x_A = \gamma(x_B + v_A t_B); t_A = \gamma\left(t_B + \frac{v_A x_B}{c^2}\right), \text{ em que}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_A^2}{c^2}}} \text{ e } c \text{ é a velocidade da luz.}$$

A partir das informações acima, julgue os itens seguintes.

- 75 De acordo com as expressões listadas em II, vale a seguinte igualdade: $x_A^2 - c^2 t_A^2 = x_B^2 - c^2 t_B^2$.
- 76 Sabendo-se que, segundo Santo Agostinho, o tempo é uma distensão da alma, ou seja, o tempo é uma decorrência dos estados psicológicos dos seres humanos, como os de apreensão ou expectativa, é correto afirmar que a moderna concepção de tempo da física é compatível com a de Santo Agostinho.
- 77 As expressões I e II indicam que o tempo, na física de Galileu e Newton, é uma grandeza absoluta, ao passo que, na teoria da relatividade especial, é uma grandeza relativa ao estado de movimento do observador.
- 78 Considere que, em um duelo, um observador fixo sobre a superfície da Terra (referencial B), onde estão os dois duelistas (B_1 e B_2), nota que ambos, separados um do outro pela distância $x_{B_1} - x_{B_2} = D$, atiram ao mesmo tempo. Nessa situação, segundo a teoria da relatividade especial, para um observador movendo-se com velocidade v_A com relação à superfície da Terra, os dois duelistas teriam atirado com uma diferença de tempo cujo módulo é dado por $\Delta t_A = \frac{\gamma v_A D}{c^2}$, o que indica que a noção de simultaneidade depende do estado de movimento do observador.



O experimento de Michelson-Morley foi realizado para se verificar a hipótese de haver um meio (o éter) em que as ondas de luz se propagam. O esquema desse experimento, anterior ao surgimento da teoria especial da relatividade, está mostrado na figura acima. Nele, um raio de luz parte de uma fonte S e, ao chegar a um espelho semitransparente, divide-se em um raio α , que trafega na direção AB (ida e volta), e em um raio β , que trafega na direção AC (ida e volta). A direção AC é posicionada de modo a ser paralela à direção do movimento da Terra ao redor do Sol, que se dá com velocidade v_T (suposta retilínea para o experimento em questão). Os dois raios encontram-se novamente no espelho semitransparente e dirigem-se para um sensor de luz D, que capta eventuais interferências entre eles. As distâncias AB e AC são iguais a L .

A partir do experimento de Michelson-Morley descrito e dos princípios da teoria especial da relatividade, julgue os itens de

79 a 83, considerando $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_T^2}{c^2}}}$, em que c é a velocidade da

luz, e assinale a opção correta no item 84, que é do tipo C.

79 As teorias do éter remontam a ideias já defendidas por Aristóteles, quando este negava a inexistência do vácuo.

80 Do ponto de vista da teoria newtoniana, segundo a qual a velocidade da luz deve ser composta com a velocidade da Terra conforme somas ou diferenças usuais de velocidade, os tempos que a luz levava para percorrer as distâncias AB e AC

(ida e volta) seriam, respectivamente, $t_{AB} = \frac{2\gamma L}{c}$ e

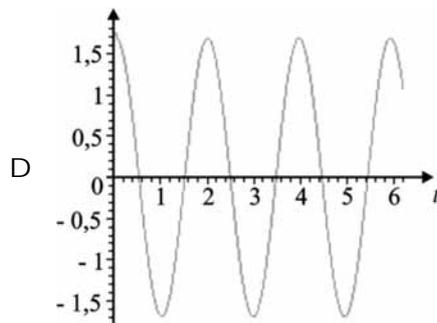
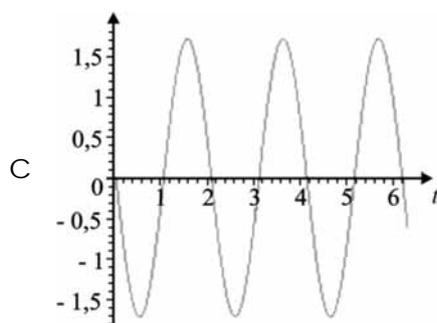
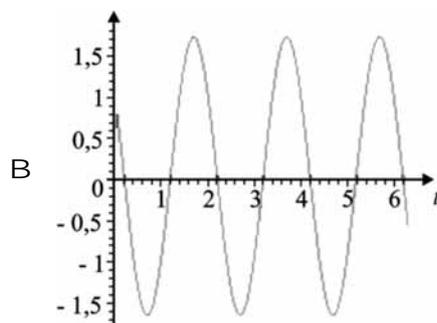
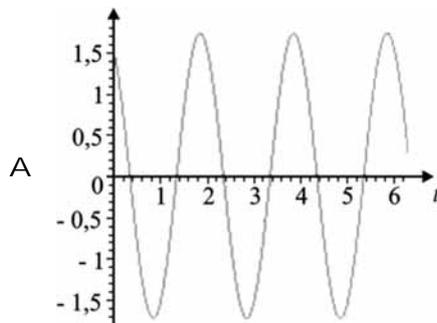
$$t_{AC} = \frac{2\gamma^2 L}{c}.$$

81 A teoria especial da relatividade subscreve a ideia de que tudo é relativo.

82 Segundo a hipótese da teoria da relatividade especial de que a luz tem sempre a mesma velocidade, independentemente da velocidade da fonte, o resultado do experimento de Michelson-Morley, ou seja, a figura de interferência obtida no sensor de luz em D, não deveria modificar quando a orientação do aparelho, com relação ao movimento da Terra, fosse alterada em 90° .

83 A diferença de fase no experimento de Michelson-Morley pode ser calculada pela expressão $\omega(t_h - t_v)$, em que ω é a frequência da luz, t_h é o tempo que a luz leva para mover-se de A a C (ida e volta) e t_v é o tempo que a luz leva para mover-se de A a B (ida e volta), como mostrado na figura.

84 Considerando que as ondas correspondentes aos raios de luz refletidos pelos espelhos B e C são descritas, respectivamente, pelas funções $f_{AB}(t) = \cos \pi t$ e $f_{AC}(t) = \cos(\pi t + \pi/3)$, assinale a opção cujo gráfico representa a função que melhor descreveria a interferência desses raios, obtida no sensor de luz, em D.



Em 25/8/1609, Galileu Galilei apresentava ao mundo o telescópio, sua mais nova invenção, que representou um dos mais importantes avanços tecnológicos da história. Foi ele a primeira pessoa a observar a Lua através de um telescópio. A invenção resultou do aperfeiçoamento de uma luneta, patenteada, em outubro de 1608, pelo holandês Hans Lippershey. Decidido a aprimorar o objeto, Galileu, em menos de um ano, conseguiu criar um telescópio de trinta aumentos, que permitiu inúmeras descobertas a respeito do espaço.

Por volta de 1611, Kepler melhorou o projeto para acomodar duas lentes convexas, que invertem a imagem. O projeto de Kepler ainda é utilizado em telescópios atualmente, embora tenham sido feitas algumas melhorias nas lentes e no vidro utilizados.

Os telescópios refratores são compostos de um tubo longo feito de metal, plástico ou madeira; uma lente de vidro na extremidade dianteira (objetiva); e uma segunda lente de vidro mais próxima do olho (ocular). O tubo mantém as lentes no lugar a uma distância adequada uma da outra. O tubo também ajuda a evitar a presença de poeira, umidade e luz, que poderiam interferir na formação de uma boa imagem. A objetiva capta a luz e a desvia ou refrata para um foco próximo à parte traseira do tubo. A ocular traz a imagem até o olho do usuário e a amplia. As distâncias focais das oculares são muito menores que as das objetivas.

Tendo como referência o texto acima, julgue os itens de 85 a 88.

85 Uma das teorias sobre a origem da vida na Terra defende a hipótese de que meteoros podem ter trazido a vida para o planeta.

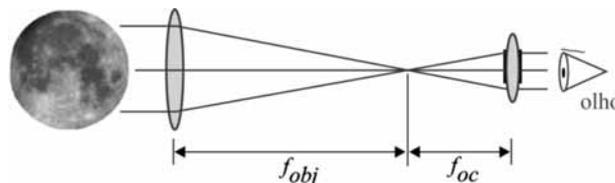
86 Se a distância focal efetiva — f — de um conjunto formado por duas lentes finas, de focos f_1 e f_2 , separadas por uma distância d , for dada pela relação $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{d}{f_1 f_2}$, então um

telescópio com distância focal efetiva f e que utilize duas lentes finas de mesma distância focal deve ser tal que

$$f_1 = f_2 = f \times \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{d}{f}} \right).$$

87 A possibilidade de se constatar o caráter imperfeito da Lua, com suas crateras e relevos, serviu de argumento contra a visão aristotélica de um cosmos organizado hierarquicamente e cujo centro era ocupado pela Terra.

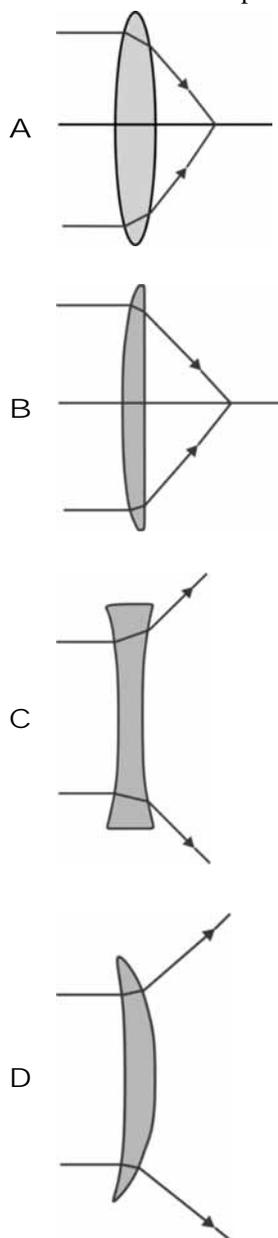
88 Considere que a figura a seguir ilustra o chamado telescópio de Kepler, que usa duas lentes positivas, cuja potência de ampliação — M — é dada por $M = -\frac{f_{obj}}{f_{oc}}$, em que f_{obj} é o foco da lente objetiva e f_{oc} é o foco da lente ocular.



É correto afirmar que, sob tais condições, um telescópio de Kepler montado em um tubo de PVC, com separação de 1 m entre as lentes e construído para proporcionar aumento de 30 vezes, deve ter um foco de ocular inferior a 3 cm.

Para a compreensão do funcionamento das lentes, é importante saber desenhar o comportamento dos raios luminosos que incidem sobre elas. A esse respeito, faça o que se pede no item 89, que é do tipo C.

89 Assinale a opção que apresenta traçado **incorreto** dos raios luminosos refratados pela lente, para incidência normal.



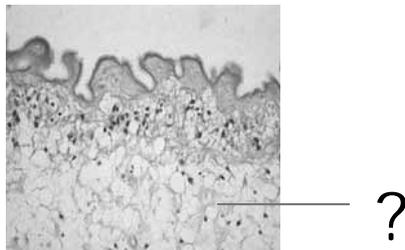
O funcionamento de alguns instrumentos ópticos, como, por exemplo, o de um microscópio, é análogo ao do telescópio de Kepler. A invenção da microscopia de luz modificou a forma de ver o mundo. Embora a existência de criaturas invisíveis a olho nu tenha sido especulada há muitos anos, sua descoberta está associada à invenção do microscópio, por Robert Hook, em 1664. Hoje, é possível, em boa parte das escolas de ensino médio, o contato com o mundo microscópico por meio, por exemplo, de um microscópio óptico convencional, como o ilustrado na figura abaixo.



Internet: <<http://blogspot.com>>.

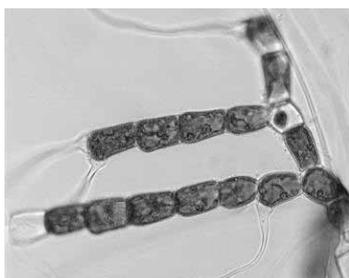
Tendo como referência o texto acima, julgue os itens de **90 a 93** e assinale a opção correta no item **94**, que é do **tipo C**.

90 Na figura abaixo, que ilustra um corte de um órgão visualizado por meio do microscópio de luz, o tecido assinalado com um ponto de interrogação tem como funções principais o estabelecimento e a manutenção da forma do órgão.



Internet: <<http://anatpat.unicamp.br>>.

91 As algas filamentosas, como a representada na figura abaixo, podem ser vistas por meio de microscópio de luz, desde que realizada a coloração prévia.



92 O agente etiológico da malária é um dos organismos que podem ser visualizados por meio de microscopia de luz.

93 O organismo representado a seguir demanda a visualização ao microscópio de luz.



94 No microscópio referido no texto, o local onde deve ser colocado o material a ser visualizado e a parte responsável pelo aumento da imagem estão indicados, respectivamente, pelos números

- A 1 e 3.
- B 3 e 2.
- C 4 e 5.
- D 6 e 4.

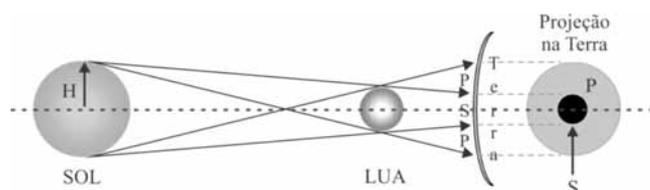
Faça o que se pede nos itens **95**, que é do **tipo D**, e **96**, que é do **tipo B**.

95 No espaço que se segue, desenhe o esquema de uma célula eucariota produtora e secretora de proteínas. No esquema, sinalize e nomeie as organelas responsáveis por essas funções.



O espaço reservado acima é de uso opcional, para rascunho. Não se esqueça de transcrever sua resposta para o **Caderno de Respostas**.

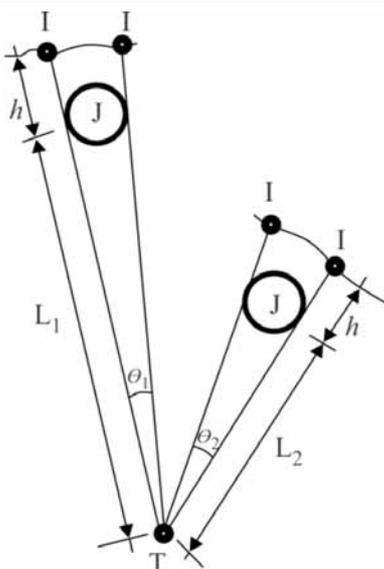
- 96 O eclipse anelar ocorre quando a distância relativa entre Sol, Lua e Terra favorece a ocorrência de uma região de penumbra (P), em forma de anel, ao redor de uma região de sombra (S), como representado na figura abaixo.



A esse respeito, considere os dados a seguir.

- ▶ distância do centro da Lua à superfície da Terra = $3,84 \times 10^5$ km;
- ▶ distância do centro do Sol à superfície da Terra = $1,54 \times 10^8$ km;
- ▶ $H =$ raio do Sol = $0,7 \times 10^6$ km;
- ▶ raio da Lua = 1.750 km.

Considerando, por simplicidade, a superfície da Terra como plana e assumindo 3,14 como valor aproximado para π , calcule, em 10^6 km², a área do anel de penumbra do eclipse anelar. Para a marcação no **Caderno de Respostas**, despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados.



Por muito tempo, discutiu-se, nos meios científicos, se a velocidade da luz seria finita ou infinita. Em 1676, Christensen Römer (1644-1710) mediu essa velocidade usando um esquema parecido com o ilustrado na figura acima, na qual são mostradas as posições relativas da Terra (T), de Júpiter (J) e de Io (I), uma de suas luas, no processo em que Io desaparece e reaparece por trás de Júpiter (eclipse de Io). Na figura, h representa a distância entre os centros de Io e Júpiter, e os termos L_1 e L_2 , com $L_1 > L_2$, representam, respectivamente, as distâncias entre a Terra e Júpiter, na primeira e na segunda situação.

Considerando que v_I seja a velocidade de Io relativa a Júpiter nas duas situações e que R seja o raio de Júpiter, julgue os itens 97 e 98 e assinale a opção correta no item 99, que é do tipo C.

- 97 No experimento descrito, a velocidade da luz pode ser medida pela diferença entre o tempo que Io leva para desaparecer e para reaparecer por detrás de Júpiter nas duas situações apresentadas, conhecendo-se apenas as distâncias L_1 e L_2 .

- 98 Se a velocidade da luz fosse infinita, o módulo da diferença do tempo que Io leva para desaparecer e reaparecer por detrás de Júpiter nas duas situações apresentadas na figura seria dado

$$\text{por } \Delta t = \frac{2Rh}{v_I} \left| \frac{1}{L_1} - \frac{1}{L_2} \right|.$$

- 99 Com base nas informações apresentadas, a respeito dos ângulos θ_1 e θ_2 , é correto afirmar que

- A $\theta_1 > \theta_2$.
- B $\theta_1 < \theta_2$.
- C $\theta_1 = \theta_2$.
- D $\theta_1 + \theta_2 = 2\pi$.

RASCUNHO

Aristóteles dividia o Universo em duas grandes regiões — o Mundo Sublunar e o Mundo Supralunar. Para ele, o Mundo Sublunar era permeado pelos quatro elementos (fogo, terra, ar e água) e o Supralunar, por uma substância sutil, chamada quintessência, de densidade muito pequena. Aristóteles também afirmava que a velocidade dos corpos é tanto maior quanto menor for a densidade do meio onde eles se movem. Ao mesmo tempo, ele negava a possibilidade de existirem grandezas infinitas. Aristóteles negava a existência do vazio.

Com base nessas informações, julgue o item a seguir.

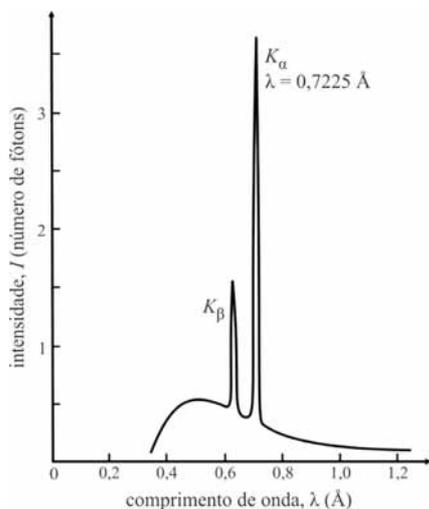
100 É correto afirmar que a luz, considerada um evento supralunar, impunha uma contradição interna à filosofia natural de Aristóteles.

Considerando que os raios da Terra e da Lua correspondam, respectivamente, a 6.370 km e 1.750 km e que a menor distância entre as superfícies da Terra e da Lua seja igual a 384.000 km, julgue os itens a seguir.

101 Considere que um objeto esteja em uma órbita circular em torno da Lua e que, durante toda a sua trajetória, ele possa ser observado de algum ponto na superfície da Terra, mesmo quando o objeto e os centros da Terra e da Lua estejam alinhados, com a Lua entre a Terra e o objeto. Nessa situação, é correto concluir que esse objeto está orbitando a mais de 150.000 km da superfície da Lua.

102 Sabendo-se que 29% da superfície da Terra correspondem à parte não sólida, então essa parte da superfície da Terra equivale a mais de 3,8 vezes a superfície da Lua.

No século XIX, cientistas observaram que o comportamento e a descrição do átomo de Dalton não se enquadravam no sistema newtoniano de princípios físicos e não explicavam o comportamento elétrico da matéria. Uma das linhas de investigação consistiu em aplicar descargas elétricas em um tubo que continha gás em pequena quantidade e em observar as emissões eletromagnéticas irradiadas, capazes de produzir fluorescência na incidência em certos materiais. Descobriu-se, depois, que a frequência das emissões chamadas de raios X era proporcional ao número atômico (Z) do átomo emissor, segundo a equação de Moseley, $f = (2,47 \times 10^{15}) \times (Z - 1)^2$, em que f representa a frequência de emissão relativa às transições eletrônicas ocorridas na camada eletrônica K desse átomo, em Hertz. A figura a seguir mostra o espectro de emissão de raios X proveniente do bombardeamento de um feixe de elétrons em determinado alvo metálico.



Considerando as informações do texto e tomando $I = I(\lambda)$ como a intensidade da emissão de raios X em função do comprimento de onda λ , julgue os itens de **103** a **111**.

- 103 A equação $I(\lambda) = 1$ tem, pelo menos, quatro raízes reais.
- 104 A partir da equação de Moseley, deduz-se que a frequência de emissão de raios X relativa às transições eletrônicas para a camada eletrônica K é uma função cuja imagem é sempre um inteiro positivo.
- 105 Ao contrário do estabelecido no modelo atômico proposto por Dalton, em que o átomo é considerado uma partícula maciça, indivisível e sem cargas, experimentos em que foi utilizado um tubo similar ao descrito no texto permitiram a Thomson demonstrar a existência de partículas subatômicas eletricamente carregadas.
- 106 O trabalho de Moseley sobre raios X forneceu subsídios para a construção da Tabela Periódica atual, na qual os elementos químicos estão dispostos em ordem crescente de massa atômica.
- 107 O tecido ósseo pode ser visualizado por meio do exame de raios X.

108 Sabendo que os picos K_α e K_β , observados na figura, decorrem de emissões relacionadas a transições eletrônicas nas camadas mais internas de um átomo, é correto afirmar que essas camadas são mais energéticas que as camadas mais externas do átomo, de onde os elétrons podem ser arrancados mais facilmente.

109 A energia relativa à emissão K_β é maior que a relacionada à emissão K_α , ambas mostradas na figura.

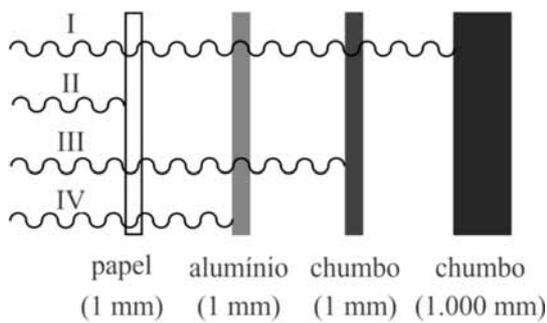
110 Assumindo-se que a velocidade da luz no vácuo seja igual a 3×10^8 m/s, é correto afirmar que a emissão K_α , mostrada na figura, é proveniente de um alvo de tungstênio.

111 A função $I(\lambda)$ representada no gráfico é decrescente para $\lambda > 0,7$ Å.

RASCUNHO

Analise a figura abaixo e assinale a opção correta no item 112, que é do tipo C.

RASCUNHO



- 112 Na figura acima, que ilustra características de emissões radioativas em diferentes materiais, as linhas onduladas I, II, III e IV representam, respectivamente, as radiações
- A α , β , γ e de raios X.
 - B de raios X, β , γ e α .
 - C α , γ , β e de raios X.
 - D γ , α , de raios X e β .

O molibdato de amônio, cuja fórmula é $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, é um dos compostos utilizados no processo de fabricação de alvos metálicos para produção de raios X. Nesse processo, o composto em solução aquosa é reduzido a molibdênio metálico, que é prensado e tratado termicamente.

A partir dessas informações, julgue os itens a seguir.

- 113 No composto $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, o número de oxidação do molibdênio é +6.
- 114 Uma solução aquosa de molibdato de amônio de concentração 0,5 mol/L, se for diluída a 0,05 mol/L, sem alteração de temperatura, terá seu pH reduzido em 10 unidades.
- 115 São necessários mais de 220 mL de uma solução aquosa de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, de concentração 200,0 g/L, para serem obtidos 25 g de molibdênio metálico, considerando-se a redução de todo o molibdênio contido nessa solução.

As células combustíveis despontam como a alternativa mais viável para a obtenção de energia elétrica. A figura I, abaixo, mostra a variação da eficiência na conversão de energia com a potência máxima de saída de várias fontes de energias renováveis.

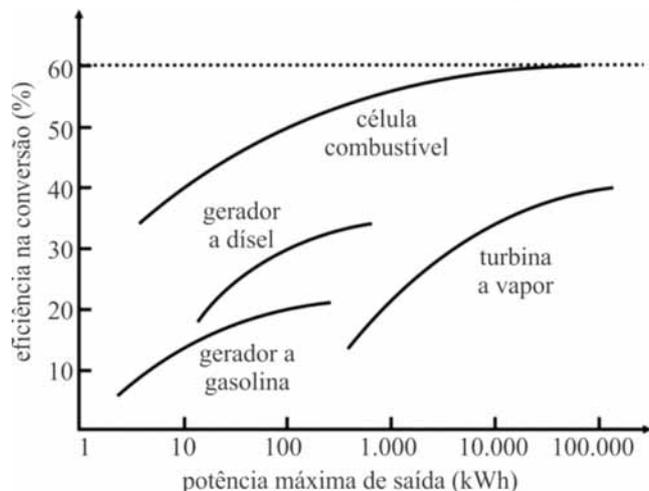


Figura I

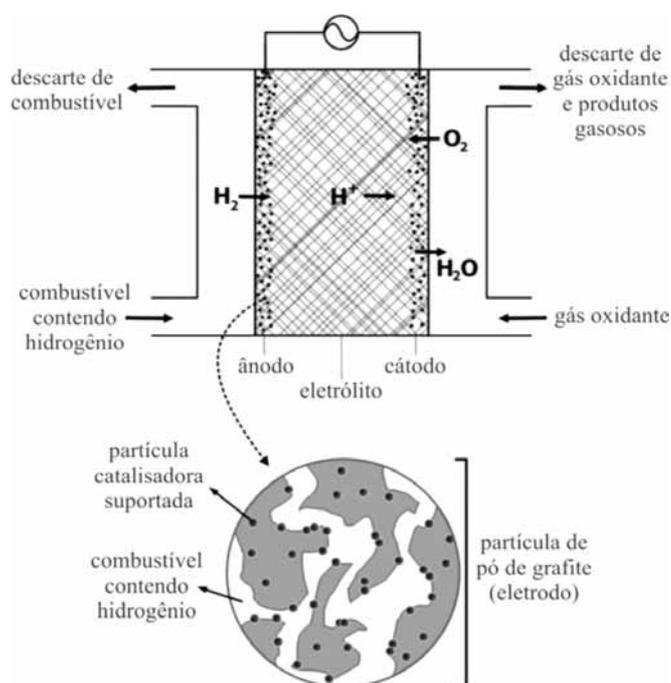


Figura II

As células combustíveis são, em princípio, baterias que convertem a energia química de uma reação eletroquímica em energia elétrica, como exemplificado na figura II.

Na tabela abaixo, são apresentadas semirreações das células e o potencial padrão de redução.

semirreações da célula	potencial padrão de redução, E^0 (V)
$H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$	0,00
$H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^- + \frac{1}{2} O_2(g)$	-0,61

Tendo como referência as informações acima, julgue os itens de 116 a 121 e assinale a opção correta no item 122, que é do tipo C.

116 Se a reação na célula combustível representada na figura II é catalisada, então a presença do catalisador aumenta a energia de ativação, o que faz que essa reação se processe mais rapidamente.

117 Os geradores a gasolina, diesel e célula combustível com potência de saída de 100 kWh realizam o mesmo trabalho em um mesmo intervalo de tempo.

118 As perdas energéticas causadas pelo efeito Joule nos geradores a gasolina constituem uma das razões da baixa eficiência desses dispositivos, se comparada à eficiência das células combustíveis.

119 Durante o funcionamento da célula combustível representada na figura II, os elétrons fluem pelo circuito externo, do ânodo para o cátodo.

120 A equação química da reação global que ocorre na célula combustível representada na figura II é dada por $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$, e sua força eletromotriz é igual a 1,22 V.

121 Na situação ilustrada na figura II, o eletrólito tem a função de conduzir elétrons e os íons H^+ em direções opostas, para que seja mantido o balanço de cargas na solução aquosa.

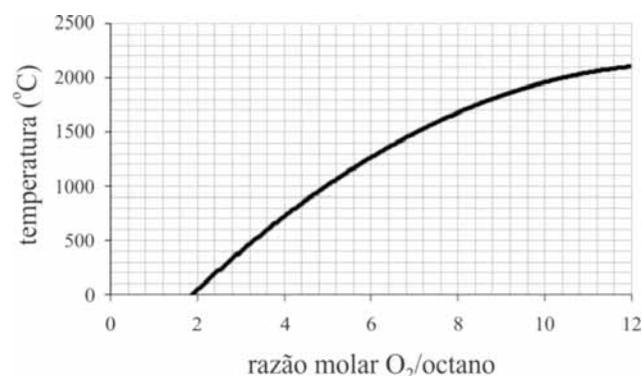
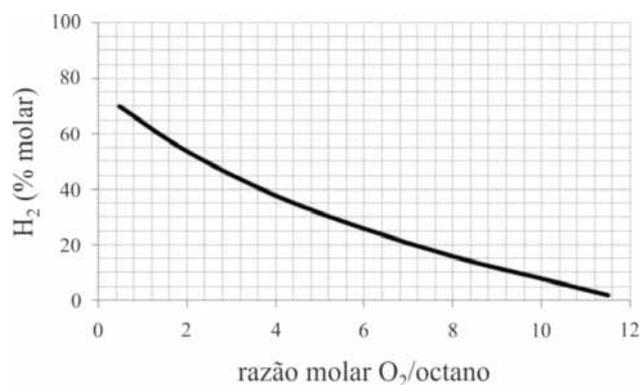
122 Suponha que, em um processo de conversão energética que envolve uma das máquinas representadas na figura I, foi fornecido ao sistema, durante uma hora, $1,8 \times 10^9$ J de energia, sendo produzidos 100 kWh de potência de saída. Nesse caso, o conversor utilizado foi o(a)

- A célula combustível.
- B gerador a diesel.
- C gerador a gasolina.
- D turbina a vapor.

A tabela abaixo mostra alguns dados termodinâmicos para reações não balanceadas na obtenção de $H_2(g)$ a partir de alguns hidrocarbonetos.

	reação	entalpia padrão de reação ΔH^0 (kJ)
I	$CH_4(g) + aH_2O(g) \rightarrow eCO(g) + iH_2(g)$	+206
II	$C_8H_{18}(l) + bH_2O(g) \rightarrow fCO(g) + jH_2(g)$	+1.272
III	$CH_4(g) + cO_2(g) \rightarrow gCO(g) + kH_2(g)$	-35
IV	$C_8H_{18}(l) + dO_2(g) \rightarrow hCO(g) + lH_2(g)$	-158

Os gráficos a seguir mostram a influência da razão molar inicial O_2/C_8H_{18} na temperatura final e na concentração de hidrogênio produzido, sendo atingido o equilíbrio, quando a reação IV, mostrada na tabela acima, ocorre por um processo adiabático.



M. Krumpelt, T. R. Krause, J. D. Carter, J. P. Kopasz, S. Ahmed. Fuel processing for fuel cell systems in transportations and portable power applications. In: Catalysis Today, v. 77, 2002, p. 3-16.

Tendo como referência as informações acima, julgue os itens de **123 a 127** e faça o que se pede no item **128**, que é do **tipo B**.

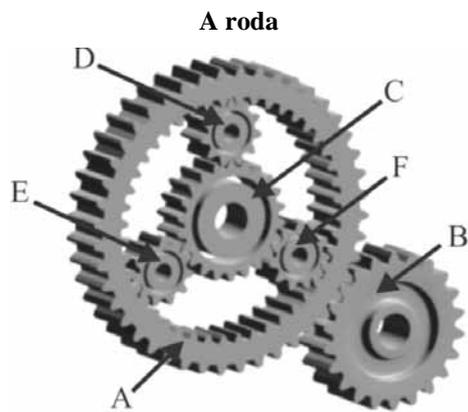
- 123 Na reação IV, apresentada na tabela, a massa de oxigênio gasoso necessária para liberar 632 kJ de calor é maior que 500 g.
- 124 Sabendo-se que as entalpias padrão de formação para o $CH_4(g)$ e $H_2O(g)$ são, respectivamente, -75 kJ/mol e -286 kJ/mol, é correto afirmar que a entalpia padrão de formação para o $CO(g)$ é menor que -150 kJ/mol.
- 125 De acordo com os gráficos, quantidades estequiométricas de $O_2(g)$ e $C_8H_{18}(g)$, reagindo como representado na equação IV, produzem um percentual molar maior que 50% para o $H_2(g)$.

126 Para a reação II, o rendimento da produção de hidrogênio a partir do octano aumenta à medida que o processo se realiza em temperaturas mais baixas.

127 Considerando-se a reação de um mol de cada hidrocarboneto listado nas equações de I a IV na tabela, tem-se a seguinte sequência decrescente dos coeficientes estequiométricos, nas suas respectivas reações balanceadas: $j > l > k > i$.

128 Suponha que a reação IV da tabela ocorra em um reator adiabático com capacidade de 1 L. Considere, ainda, que, ao término da reação, o reator atingiu uma temperatura de 1.700 °C e que a soma da quantidade de matéria dos gases no interior do reator, no equilíbrio, foi de 1 mol. Assumindo que esses gases apresentam comportamentos de gases ideais e que a constante universal dos gases é igual a $0,082 \text{ L} \times \text{atm} \times \text{K}^{-1} \times \text{mol}^{-1}$, calcule, **em atm**, a pressão parcial de $H_2(g)$ no reator. Multiplique o resultado obtido por 5. Para a marcação no **Caderno de Respostas**, despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados.

RASCUNHO



Internet: <www.pmr.poli.usp.br>.

A história da roda pode ser muito curta ou abranger milhares de anos — a depender da região ou parte do globo em que é referida.

A roda transmite para o eixo de rotação, de maneira amplificada, qualquer força aplicada tangencialmente em sua borda, modificando a transmissão tanto da velocidade quanto da distância que foram aplicadas. Similarmente, a roda transmite para a borda, de maneira reduzida, qualquer força aplicada no seu eixo de rotação, amplificando a transmissão tanto da velocidade quanto da distância que foram aplicadas.

O fator importante para se determinar a transmissão de força, velocidade e distância é a relação entre o diâmetro da borda da roda e o diâmetro do eixo.

A roda representa, também, o princípio básico de todos os dispositivos mecânicos.

Internet: <www.carroantigo.com> e <www.wikipedia.org> (com adaptações).

Considere que as rodas dentadas que formam a engrenagem ilustrada na figura acima estejam colocadas em eixos, que a roda A tenha 44 dentes tanto na parte externa quanto na parte interna, que as rodas B e C tenham 22 dentes cada uma e que o número de dentes de cada uma das rodas D, E e F seja igual a 11. A partir dessas informações, julgue os itens de **129** a **133** e assinale a opção correta no item **134**, que é do **tipo C**.

- 129 Se as rodas A e B tiverem a mesma espessura e forem transportadas, separadamente, em caixas cilíndricas que comportem o menor volume possível, então o volume da caixa em que será transportada a roda A deverá ser o dobro do volume da caixa em que será transportada a roda B.
- 130 Na engrenagem, as rodas B e C girarão no mesmo sentido.
- 131 É possível inferir que as rodas B e C têm o mesmo diâmetro.
- 132 Se a roda A gira à velocidade de 15 rotações por minuto, então a roda D faz um giro completo a cada segundo.
- 133 Suponha que, enquanto a roda E gira x radianos, a roda A gira uma quantidade, em radianos, representada por uma função dada por $y = f(x)$. Nesse caso, f é uma função linear, cujo gráfico, no primeiro quadrante do plano de coordenadas cartesianas xOy , fica abaixo do gráfico de $g(x) = x$.

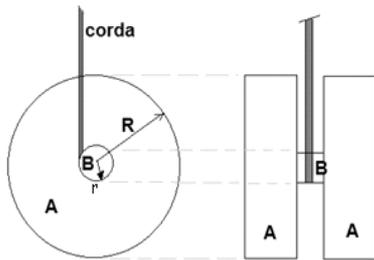
134 Considere que, na engrenagem ilustrada, a roda B tenha sido substituída por uma roda G com 24 dentes com tamanhos compatíveis aos da roda A. Considere, ainda, que, em determinado instante t_0 , a engrenagem tenha sido colocada em movimento. Nessas condições, a quantidade de voltas completas que a roda A deverá girar até que todas as rodas estejam com os dentes na posição em que estavam no instante t_0 é

- A inferior a 30.
- B superior a 30 e inferior a 60.
- C superior a 60 e inferior a 90.
- D superior a 90.

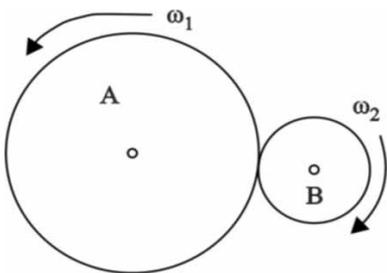
RASCUNHO

Julgue os itens de 135 a 137.

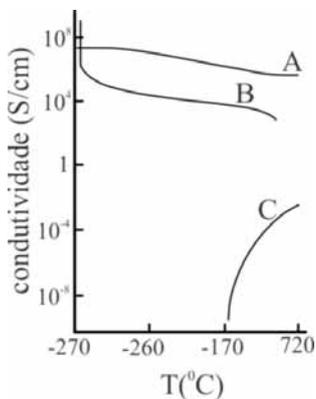
- 135 Em um ioiô como o ilustrado na figura a seguir, em que a massa do corpo A é igual a M , a massa do corpo B é igual a m e a massa e a espessura da corda são desprezíveis, o torque produzido pela força peso pode ser determinado pela expressão $\tau = (2M + m)gR$, em que g é a aceleração da gravidade.



- 136 Um ioiô que for solto por um indivíduo de uma altura qualquer, girando a partir do repouso, com a ponta de sua corda presa ao dedo do indivíduo, levará menos tempo para atingir o solo do que se cair em queda livre dessa mesma altura, com a ponta de sua corda solta e sem girar, visto que o movimento de rotação aumenta sua velocidade de queda.
- 137 Em uma situação como a ilustrada na figura abaixo, em que se supõe que as roldanas A e B tenham a mesma massa e o movimento ocorra sem deslizamento, o módulo da velocidade angular dessas duas roldanas é o mesmo, assim como são iguais suas energias cinéticas.



Nos materiais condutores, a corrente elétrica consiste de elétrons que transitam nos orbitais moleculares espalhados pelo material. As características dos orbitais moleculares, que formam bandas de condução, são utilizadas para definir os diferentes tipos de condutores. Nos condutores metálicos, a condutividade elétrica diminui com a temperatura. Em semicondutores, a condutividade aumenta com o aumento da temperatura. Os supercondutores constituem uma classe especial de materiais cuja resistência elétrica é nula abaixo de uma temperatura crítica. A figura abaixo mostra a variação da condutividade elétrica em função da temperatura em três condutores, identificados por A, B e C.



Com base nessas informações, assinale a opção correta no item 138, que é do tipo C, e julgue os itens de 139 a 141.

- 138 Na figura, as curvas A, B e C correspondem, respectivamente, ao comportamento elétrico em função da temperatura de
- A semicondutores, supercondutores e metais.
 B supercondutores, semicondutores e metais.
 C metais, supercondutores e semicondutores.
 D supercondutores, metais e semicondutores.
- 139 Considerando a sequência dos átomos carbono, silício e germânio, é correto afirmar que, nessa sequência, a eletronegatividade aumenta e o caráter metálico diminui.
- 140 A distribuição eletrônica para o íon Fe^{3+} é feita pela retirada de dois elétrons da última camada eletrônica e de um elétron do subnível mais energético do átomo neutro de ferro.
- 141 A resistência elétrica dos metais aumenta com a temperatura porque, ao serem aquecidos, os átomos vibram mais vigorosamente, o que aumenta o número de colisões dos elétrons, dificultando, assim, o fluxo eletrônico.

RASCUNHO

A palavra cerâmica tem origem na palavra grega *keramos*, que significa oleiro ou olaria. *Keramos*, por sua vez, deriva do sânscrito e quer dizer “queimar”. Assim, os antigos gregos aplicavam esse termo quando mencionavam um material queimado ou barro (argila) queimado, provavelmente referindo-se aos primeiros objetos cerâmicos (jarros, pratos, tijolos) feitos de barro, que necessitam de calor para obtenção de uma forma moldada permanente, exemplificada no vaso homogêneo ilustrado na figura abaixo.



A argila, ou barro, corresponde a partículas do solo terrestre com diâmetros menores que 0,005 mm. Essas partículas se caracterizam pela presença de minerais argilosos misturados com quantidades variadas de resíduos orgânicos ou de detritos inorgânicos, sobretudo de quartzo (óxido de silício, SiO_2).

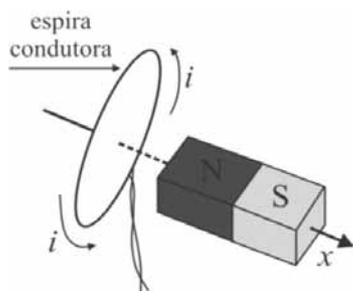
Internet: <www.moderna.com.br> e <www.artesanatosbrasil.com.br> (com adaptações).

Considere que a figura ilustra um vaso na forma de um tronco de cone circular reto, em que a espessura das paredes é igual a 2 cm (inclusive a do fundo), o diâmetro externo da base maior é igual a 32 cm, o diâmetro externo da base menor, igual a 20 cm e a altura externa do tronco de cone, igual a 12 cm. Tomando 3,14 como valor aproximado para π e 2,236 como valor aproximado para $\sqrt{5}$, e, com base nas informações acima, julgue os itens 142 e 143 e faça o que se pede no item 144, que é do **tipo B**.

- 142 Considerando-se que a densidade volumétrica do vaso seja de 2 g/cm^3 e que ele tenha sido fabricado com partículas esféricas do solo terrestre com diâmetros inferiores a 0,005 mm, então um pedaço desse vaso com massa igual a 1 grama deve ter sido originado de uma porção de argila com mais de 7 bilhões dessas partículas.
- 143 A capacidade de armazenamento de água do vaso mostrado na figura é superior a 4 litros.
- 144 Considerando que 42% da superfície lateral externa do vaso esteja coberta pelas figuras pintadas e que não inclua, naturalmente, a superfície do fundo do vaso, calcule, **em cm^2** , o valor da área coberta pelas figuras. Para a marcação no **Caderno de Respostas**, despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados.

No século XIX, as teorias da eletricidade e do magnetismo unificaram-se na teoria chamada eletromagnetismo. Antes disso, as teorias da eletricidade e do magnetismo eram consideradas aspectos distintos da natureza, sem qualquer relação entre si. Essa situação começou a mudar quando, na primeira metade do século XIX, Faraday descobriu que o movimento de uma espira na presença de um campo magnético era capaz de gerar uma corrente elétrica na espira, denominada corrente induzida.

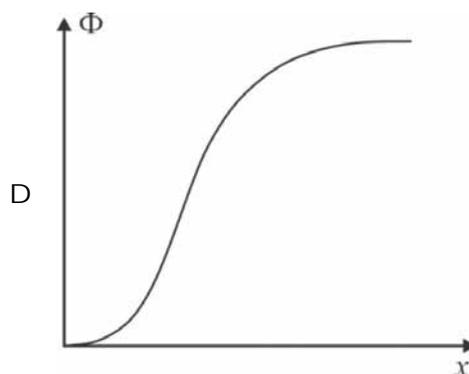
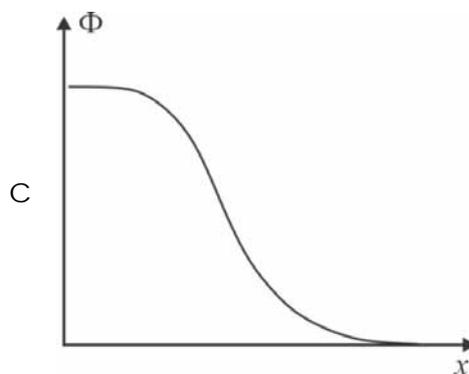
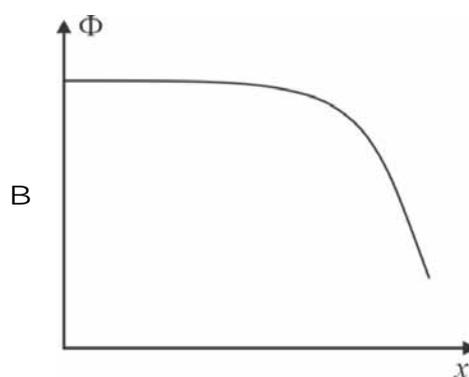
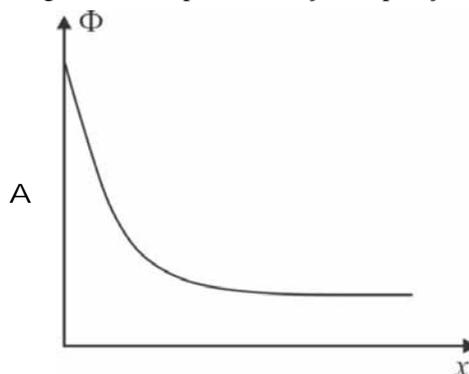
Essa constatação foi formalizada na lei de Faraday, a qual estabelece que uma variação no fluxo de campo magnético sobre um circuito elétrico, como em uma espira, gera, nesse circuito, uma corrente elétrica que produzirá um campo magnético em sentido oposto ao primeiro. O fluxo magnético na espira é dado pela expressão $\Phi = B \cdot A \cos\theta$, em que B é o módulo do vetor campo magnético \mathbf{B} , A é a área do círculo limitado pela espira e θ é o ângulo entre o vetor campo magnético \mathbf{B} e o vetor normal a esse círculo. Nesse caso, a força eletromotriz que surge na espira é definida por $\varepsilon_m = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}$.



Com base nos princípios do eletromagnetismo e considerando as informações acima, julgue os itens de **145** a **148**, assinale a opção correta no item **149**, que é do **tipo C**, e faça o que se pede no item **150**, que é do **tipo B**.

- 145 Se o ímã ilustrado aproximar-se da espira, nela aparecerá uma corrente induzida que a percorrerá no sentido oposto ao indicado na figura.
- 146 Caso o ímã ilustrado permaneça em repouso e a espira seja movida lateralmente, sem se aproximar ou se afastar do ímã, não surgirá corrente induzida na espira.
- 147 Se a espira ilustrada na figura fosse girada de 90° com relação à posição mostrada, o fluxo magnético total que a atravessaria nessa posição seria nulo.
- 148 O sentido do vetor campo magnético no ímã ilustrado na figura é do polo sul — S — para o polo norte — N.

149 Considerando que o ímã ilustrado se aproxima, em linha reta, da espira, ao longo do eixo x , indicado na figura, e que ele não ultrapassa a divisão dos polos, assinale a opção cujo gráfico melhor representa o comportamento da intensidade do fluxo magnético na espira em função da posição.



- 150 Considere que o ímã representado na figura desloca-se ao longo do eixo x em direção a uma espira — que tem resistência igual a $2,0 \text{ Ohms}$ —, a partir de uma posição inicial $x_0 = 1 \text{ m}$ em relação à espira, cujo centro está sobre a origem e cujo raio mede 10 cm . O ímã, ao se aproximar da espira, tem velocidade constante e igual a $0,25 \text{ m/s}$. Para distâncias menores ou iguais a 1 m e maiores ou iguais a $0,5 \text{ m}$, o módulo do campo magnético \mathbf{B} produzido pelo ímã obedece à relação $|\mathbf{B}| = 2,5 - 2x$, se $0,5 \leq x \leq 1$, em que x é dado em metros e $|\mathbf{B}|$, em Tesla. Considerando $3,14$ como valor aproximado para π , calcule, **em Joules**, a energia dissipada pelo resistor quando o ímã se aproxima da espira, desde sua posição inicial $x_0 = 1$ até $x = 0,5$. Multiplique o resultado obtido por 4×10^5 . Para a marcação no **Caderno de Respostas**, despreze, caso exista, a parte fracionária do resultado final obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados.

RASCUNHO

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

	1																	18						
1	1 H 1,0	2																	2 He 4,0					
2	3 Li 6,9	4 Be 9,0																	5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9						
4	19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8						
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 127,0	54 Xe 131,3						
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 La-Lu *	72 Hf 178,5	73 Ta 181,0	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)						
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 Ac-Lr **	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)									

* série dos lantanídeos

57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

** série dos actínídeos

89 Ac (227)	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Observação: Massas atômicas com valores arredondados

Tabela de valores das funções seno e cosseno

θ	sen θ	cos θ
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$