

# EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

## PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

## PROVA DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS



# enem2021

enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

### AG2 – 2ª ETAPA

### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE

- SERÁ ATRIBUÍDA NOTA ZERO À PROVA QUANDO O ALUNO:
  - utilizar ou portar, durante a realização da prova, MÁQUINAS e(ou) RELÓGIOS DE CALCULAR, bem como RÁDIOS, GRAVADORES, HEADPHONES, TELEFONES CELULARES ou FONTES DE CONSULTA DE QUALQUER ESPÉCIE;
  - ausentar-se da sala em que se realiza a prova levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES e(ou) o CARTÃO-RESPOSTA antes do prazo estabelecido;
  - agir com incorreção ou descortesia para com qualquer participante do processo de aplicação das provas;
  - comunicar-se com outro participante, verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
  - apresentar dado(s) falso(s) na sua identificação pessoal.
  - for ao banheiro portando CELULAR, mesmo que desligado, APARELHO DE ESCUTA, MÁQUINA DE CALCULAR ou qualquer outro MATERIAL DE CONSULTA relativo à prova. Na ida ao banheiro, durante a realização da prova, o aluno será submetido à revista por meio de DETECTOR DE METAL.
- Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões, numeradas de 1 a 90 e dispostas da seguinte maneira:
  - as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
  - as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Matemática e suas Tecnologias.
- Verifique no CARTÃO-RESPOSTA se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador.
- Decorrido o tempo determinado, será distribuído o CARTÃO-RESPOSTA, o qual será o único documento válido para a correção da prova.
- Não dobre, não amasse, nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA. Ele não poderá ser substituído.
- Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções, identificadas com as letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. Apenas uma responde corretamente à questão. Você deve, portanto, assinalar apenas uma opção em cada questão. A marcação de mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
- No CARTÃO-RESPOSTA, marque, para cada questão, a letra correspondente à opção escolhida para a resposta, preenchendo todo o espaço compreendido no círculo, com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- O aluno, ao sair da sala, deverá entregar, definitivamente, seu CARTÃO-resposta devidamente assinado, devendo ainda assinar a folha de presença e o cartão de identificação de sala.
- O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.

NOME			Nº de R.A. – REGISTRO ACADÊMICO	
TURMA	TURNO	SEDE	SALA	FISCAL

## CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

### Questões de 01 a 45

#### QUESTÃO 01 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

#### NOVA TÉCNICA DE EDIÇÃO DE DNA PODERÁ CURAR ATÉ “89% DAS DOENÇAS GENÉTICAS” NO FUTURO



A tecnologia foi desenvolvida pela equipe do Instituto Broad, ligado à Universidade de Harvard e ao MIT.

Uma nova forma de editar o código genético humano pode corrigir até 89% de erros no DNA que causam doenças, dizem cientistas americanos.

A tecnologia, conhecida como *prime editing* (“edição de qualidade”, em tradução livre), foi descrita como uma espécie de “editor de texto genético” capaz de reescrever o DNA com precisão.

Em teste de laboratórios, a nova tecnologia foi usada para corrigir mutações que causam doenças. Uma das mutações que a técnica conseguiu corrigir foi a da anemia falciforme.

O método foi desenvolvido pela equipe do Instituto Broad, ligado à universidade de Harvard e ao MIT (Massachusetts Institute of Technology), nos Estados Unidos. A equipe de cientistas afirma que a tecnologia é “muito versátil e precisa”, mas destaca que a pesquisa está apenas começando.

Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-50133350>. Acesso em: 4 maio 2021.

Sobre o DNA, é correto afirmar que

- A** a sua molécula apresenta fosfato, ribose e as bases nitrogenadas adenina, citosina, uracila e guanina como moléculas formadoras de seus nucleosídeos.
- B** é uma macromolécula informacional formada por duas fileiras de nucleotídeos torcidas juntas em forma de hélice unidas por pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.
- C** se replica de forma semiconservativa e se inicia a partir da região 3’terminal para a região 5’terminal.
- D** a maior parte dessa molécula é composta de regiões chamadas éxons (sem informação gênica) que são removidas pelo processo de *splicing*.
- E** em sua tradução, produz fitas simples de RNA mensageiro.

#### QUESTÃO 02 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

A Terra recebe energia solar e, por ser um corpo aquecido, também emite energia, e a energia emitida se situa na região do infravermelho. Alguns gases presentes na atmosfera têm o poder de absorver a radiação infravermelha, não deixando-a escapar diretamente para o espaço: os gases do efeito estufa.

As moléculas que absorvem radiação infravermelha são aquelas que apresentam vibrações com variação do momento dipolar. Moléculas lineares sofrem alteração no momento de dipolo pelas vibrações moleculares, mas estas não são consideradas gases de efeito estufa, já que sua absorção do infravermelho é baixa.

PELEGRINI, M.; ARAÚJO, W. R. B. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 2, p. 72-78, maio 2018 (adaptado).

Uma molécula capaz de absorver radiação infravermelha e participar de forma significativa do efeito estufa é

- A** N<sub>2</sub>.
- B** O<sub>2</sub>.
- C** NO.
- D** N<sub>2</sub>O.
- E** CO.



QUESTÃO 03 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

O choque elétrico consiste na passagem da corrente elétrica através de um corpo (animal ou humano), o que pode acarretar os mais diferentes efeitos, dependendo do local atravessado pela corrente em questão. A tabela a seguir indica a intensidade da corrente e o respectivo efeito causado no corpo humano.

Intensidade de corrente (mA)	Efeito
1 a 10	“formigamento”
10 a 20	sensações dolorosas
20 a 100	dificuldades respiratórias
100 a 200	fibrilação cardíaca
Acima de 200	graves queimaduras e parada cardíaca

Um determinado indivíduo, com a pele seca, está apresentando uma resistência elétrica de 120 000 Ω. Já com o corpo molhado, essa resistência diminui para cerca de 1 500 Ω.

Considerando que esse indivíduo, ao sair molhado do banheiro, tenha sofrido um choque em uma rede elétrica de 220 V, é correto afirmar que ele estará submetido ao efeito

- A formigamento.
- B sensações dolorosas.
- C dificuldades respiratórias.
- D fibrilação cardíaca.
- E graves queimaduras e parada cardíaca.

QUESTÃO 04 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

O código genético pode ser definido como a relação existente entre o códon e o aminoácido por ele reconhecido.

		SEGUNDA LETRA				
		U	C	A	G	
PRIMEIRA LETRA (5')	U	UUU } Phe (F) UUC } UUA } Leu (L) UUG }	UCU } UCC } Ser (S) UCA } UCG }	UAU } Tyr (Y) UAC } UAA Parada (terminador) UAG Parada (Terminador)	UGU } Cys (C) UGC } UGA Parada (terminador) UGG Trp (W)	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu (L) CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro (P) CCA } CCG }	CAU } His (H) CAC } CAA } Gln (Q) CAG }	CGU } CGC } Arg (R) CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Ile (I) AUA } AUG Met (M) (iniciador)	ACU } ACC } Thr (T) ACA } ACG }	AAU } Asn (N) AAC } AAA } Lys (K) AAG }	AGU } Ser (S) AGC } AGA } Arg (R) AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Val (V) GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala (A) GCA } GCG }	GAU } Asp (D) GAC } GAA } Glu (E) GAG }	GGU } GGC } Gly (G) GGA } GGG }	U C A G

= Códon de iniciação da cadeia polipeptídica  
 = Códon de término da cadeia polipeptídica

Sobre o código genético, é possível inferir que

- A é universal, pois vários aminoácidos têm mais de um códon que os codificam.
- B existem vinte e quatro tipos de aminoácidos, que, agrupados em diversas sequências, formam todos os tipos de proteínas que entram na composição de qualquer ser vivo.
- C assim como a leucina pode ser codificada por diferentes trincas, uma determinada trinca também pode codificar diferentes aminoácidos.
- D é degenerado, ou seja, é o mesmo em todas as células de um indivíduo, mas varia de indivíduo para indivíduo.
- E é redundante, ou seja, um mesmo aminoácido pode ser codificado por mais de um códon.

**QUESTÃO 05** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

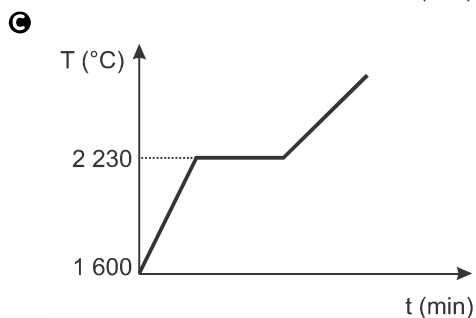
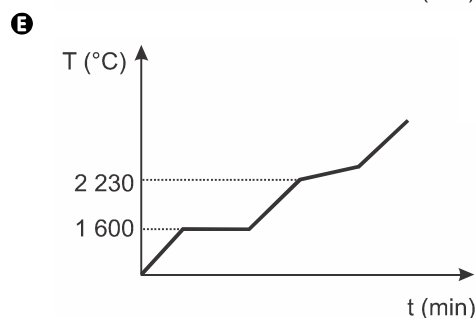
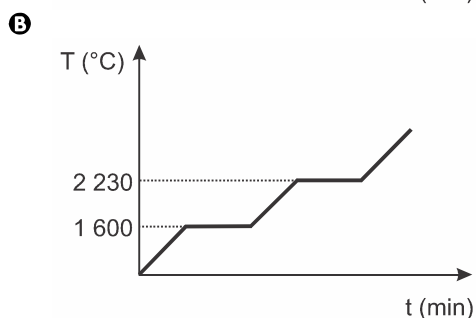
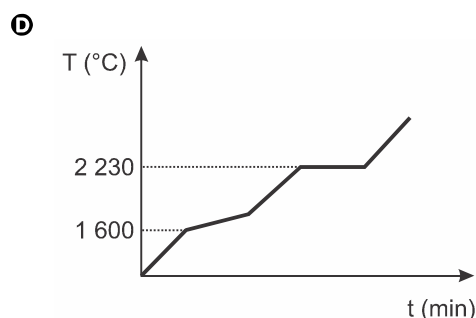
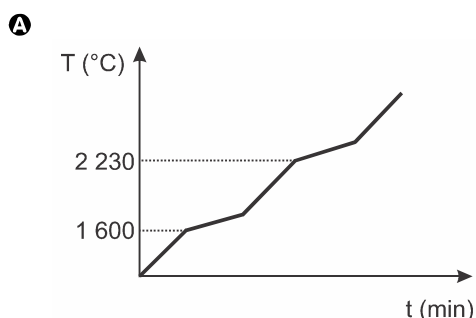
Um laboratorista pretende preparar em seu experimento 400,00 mL de uma solução de NaOH 0,5 mol/L. Para isso, tem em mãos uma solução dessa mesma base com concentração 80 g/L. Os volumes (em mL) de água e da solução de NaOH mais concentrada que devem ser misturados para preparar a solução de NaOH 0,5 mol/L são, respectivamente,

**Dado:** M.M.: NaOH = 40,00 g/mol.

- A 50 e 350.
- B 125 e 275.
- C 200 e 200.
- D 250 e 150.
- E 300 e 100.

**QUESTÃO 06** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

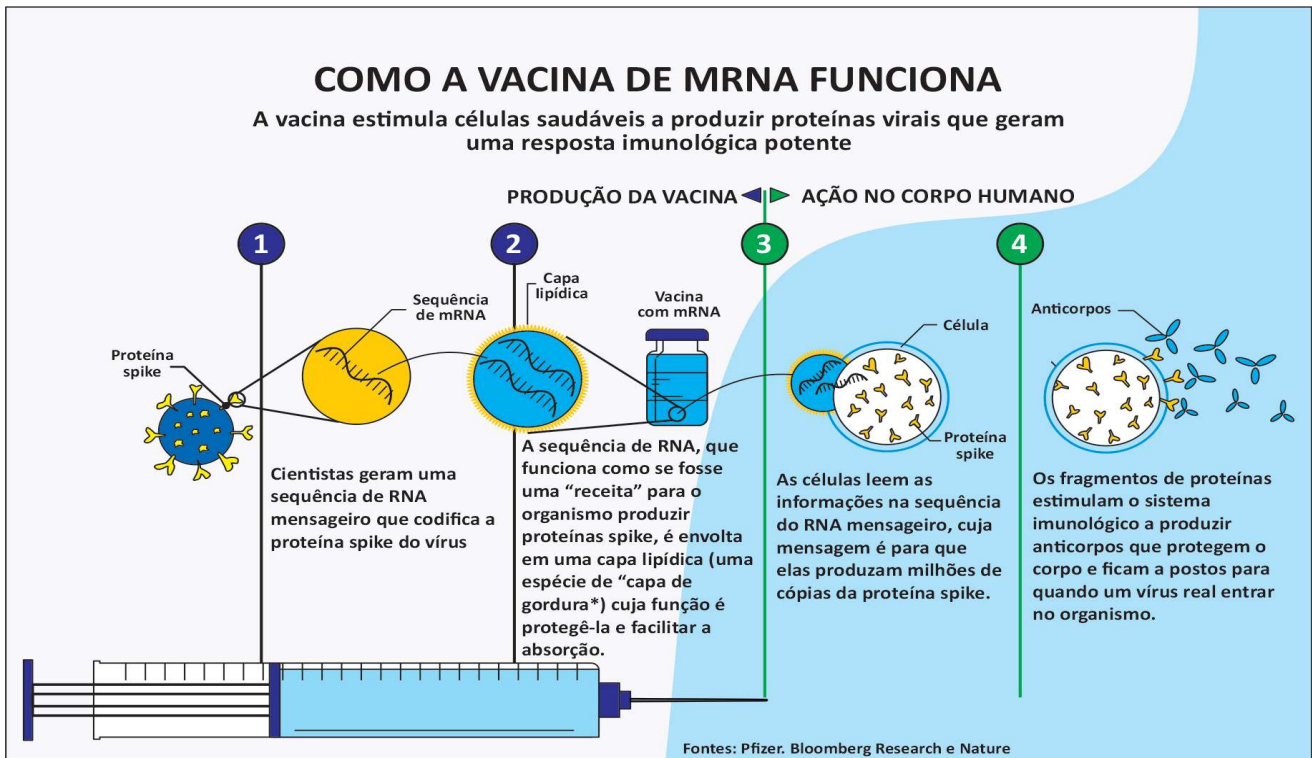
Um engenheiro químico ficou encarregado de analisar o grau de pureza dos componentes de determinado produto de limpeza. Uma amostra de um dos componentes foi submetida a um processo de aquecimento até sofrer total fusão a 1 600 °C e total ebulição a 2 230 °C, o que permitiu ao engenheiro traçar um perfil do comportamento da temperatura (em °C) *versus* o tempo (em minutos). Diante da análise do gráfico, foi possível concluir que a amostra estudada felizmente estava pura. Dentre os perfis traçados a seguir, qual representa corretamente o esboço gráfico observado pelo engenheiro em sua análise?



**AS VACINAS DOS GRINGOS**

*Como funcionam os imunizantes que utilizam RNA mensageiro, ainda não disponíveis no Brasil*

A pandemia acelerou o processo de estudo das vacinas com a tecnologia mRNA, nunca antes oferecidas ao mercado em grande escala. Hoje, o mundo conta com duas opções aprovadas em alguns países como Reino Unido, Estados Unidos, Canadá e Israel: a da empresa alemã BioNTech em parceria com a farmacêutica Pfizer, que demonstrou uma taxa de eficácia de 95% na prevenção da Covid-19, e da Moderna, uma desenvolvedora de vacinas com sede em Massachusetts, nos EUA, em parceria com o National Institutes of Health, com taxa de eficácia de 94,1%.



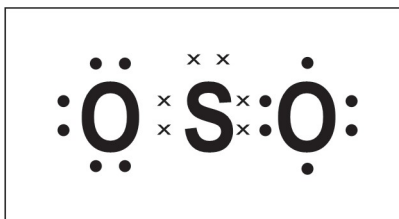
A vantagem dessa tecnologia é dispensar o cultivo de vírus em laboratório (como requer a CoronaVac, produzida a partir do vírus inativado). Os imunizantes são criados a partir da replicação de sequências de RNA por meio de engenharia genética, o que torna o processo mais barato e mais rápido. A aprovação das vacinas de terceira geração, como são chamadas, representa um marco para a ciência.

Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/reportagens-especiais/terceira-geracao-de-vacinas-como-funciona-a-tecnologia-ma/#page1>. Acesso em: 7 maio 2021.

As vacinas da Pfizer e da Moderna usam o RNA mensageiro para mimetizar a proteína *s*pike, específica do vírus Sars-CoV-2 – causador da Covid-19 –, que o auxilia a invadir as células humanas. Essa “cópia”, no entanto, não é nociva como o vírus, mas é suficiente para desencadear uma reação das células do sistema imunológico, que cria uma defesa robusta no organismo. Sobre o ácido ribonucleico (RNA), é correto afirmar que

- Ⓐ um nucleosídeo de RNA é constituído por um radical fosfato, uma pentose denominada ribose e uma base nitrogenada (adenina, guanina, citosina ou uracila).
- Ⓑ cada RNA transportador possui, em determinada região de sua molécula, uma trinca de bases denominada códon.
- Ⓒ o RNA mensageiro apresenta uma cópia da informação genética do DNA a ser codificada e determina a sequência de aminoácidos da proteína.
- Ⓓ o RNA ribossômico entra na formação dos ribossomos, local da transcrição (síntese proteica).
- Ⓔ o processo de transcrição pode ser definido como síntese de RNA a partir do DNA e ocorre no citoplasma.

QUESTÃO 08 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021



- Considerando a representação de Lewis para o dióxido de enxofre, é correto afirmar que
- A) pela Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência, a molécula de SO<sub>2</sub> deve ser trigonal plana.
  - B) nessa representação, a ligação entre o oxigênio da esquerda e o enxofre é tipicamente uma ligação covalente normal.
  - C) nesse composto, o átomo de enxofre fica estável com 6 elétrons na camada de valência.
  - D) o átomo de enxofre apresenta 3 pares de elétrons livres para possíveis ligações covalentes coordenadas.
  - E) devido à repulsão do par de elétrons livres do átomo de enxofre, a molécula apresenta geometria angular.

QUESTÃO 09 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

A curiosidade sempre foi um dos maiores ingredientes para as grandes descobertas científicas. Comprovar algumas suposições traz uma segurança muito grande para a compreensão de um conteúdo. José, um estudante de engenharia, sabendo que sua massa é 90 kg, teve a ideia de testar a aceleração do elevador do seu prédio. Para isso, ele usou uma balança analógica, graduada em kgf, e anotou as marcações indicadas no visor em três situações: 1ª, quando o elevador estava parado, valor anotado 90 kgf; a 2ª marcação foi feita quando ele subiu acelerado; e a 3ª, e última, quando ele descia acelerado.

Sabendo que, nos dois casos, a aceleração do elevador tinha o mesmo módulo, 2 m/s<sup>2</sup>, os valores marcados na balança nas situações expressas pela 2ª e pela 3ª marcações foram, respectivamente,

Dado: g = 10 m/s<sup>2</sup>.

- A) 90 kgf e 90 kgf.
- B) 108 kgf e 72 kgf.
- C) 72 kgf e 108 kgf.
- D) 72 kgf e 72 kgf.
- E) 108 kgf e 108 kgf.

QUESTÃO 10 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Uma variedade de milho (Milho Bt) foi modificada com a inserção de genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* que produzem proteínas Cry, tóxicas para insetos como as lagartas que atacam suas lavouras. Essas proteínas bloqueiam o trato digestório dos insetos, levando-os à morte. Em aves e mamíferos que também se alimentam de milho, as proteínas Cry são inativadas durante a digestão ácida, perdendo sua opção sobre esses animais.

A alternativa que indica corretamente um aspecto positivo e um negativo dos efeitos desta modificação genética do milho para o ser humano é

	Aspecto positivo	Aspecto negativo
A	Aumento do valor nutricional do milho.	Possibilidade de desenvolvimento de alergia à proteína Cry em pessoas vulneráveis.
B	Menor tempo de maturação dos grãos.	Possibilidade de invasão da vegetação nativa pela planta transgênica.
C	Facilitação da polinização das plantas.	Risco de extinção local de aves e mamíferos insetívoros.
D	Economia de água pela redução da irrigação.	Maior exposição dos agricultores a agrotóxicos.
E	Maior produtividade das lavouras de milho.	Possibilidade de surgimento de lagartas resistentes à proteína Cry.

**QUESTÃO 11** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

O GNV, gás natural veicular, tem sido, ao longo dos anos, uma opção economicamente viável em função do preço, quando comparado ao da gasolina e do etanol. O GNV é constituído principalmente de \_\_\_\_\_ e, em geral, sua combustão não deixa resíduo, sendo expressa pela equação \_\_\_\_\_.

- A metano  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- B metano  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- C but-1-eno  $\text{C}_4\text{H}_8 + 2 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{C} + 4 \text{H}_2\text{O}$
- D etanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- E etanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{C} + 3 \text{H}_2\text{O}$

**QUESTÃO 12** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Uma das primeiras e mais clássicas cenas registradas dentro de uma estação espacial foi feita dentro da estação russa MIR, um projeto audacioso. Ela abrigou um casal de astronautas por 366 dias em órbita. Dentre as observações científicas mais interessantes noticiadas pelas emissoras de TV à época, esteve a do astronauta russo que, a bordo dessa estação, borrifou leite líquido contido numa embalagem tradicional e, este, sob a falta de gravidade, adentrou a boca do cientista como uma “bola flutuante”.

Considerando como possível a total ausência de gravidade no local desta experiência, duas “bolas” de leite, de massas, respectivamente, iguais a  $m$  e  $2m$ , terão seus pesos

- A iguais a zero.
- B na proporção  $\frac{P_A}{P_B} = \frac{1}{3}$ .
- C na proporção  $\frac{P_A}{P_B} = \frac{1}{2}$ .
- D na proporção  $\frac{P_A}{P_B} = 2$ .
- E na proporção  $\frac{P_A}{P_B} = 3$ .

**QUESTÃO 13** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Macaco, lobo e foca são animais de espécies diferentes e apresentam semelhanças morfofisiológicas. O processo evolutivo desses animais, a partir de uma origem comum, pode ser explicado por

- A migração dos três grupos de indivíduos e sua adaptação a ambientes mais propícios.
- B fluxo gênico e seleção natural, os quais possibilitam a variabilidade fenotípica.
- C transformações semelhantes para adaptação das três espécies aos diferentes ambientes.
- D recombinação genética, mutações sucessivas e seleção dos indivíduos mais vigorosos.
- E isolamento reprodutivo, mutações independentes e adaptação às condições ambientais distintas.

**QUESTÃO 14** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

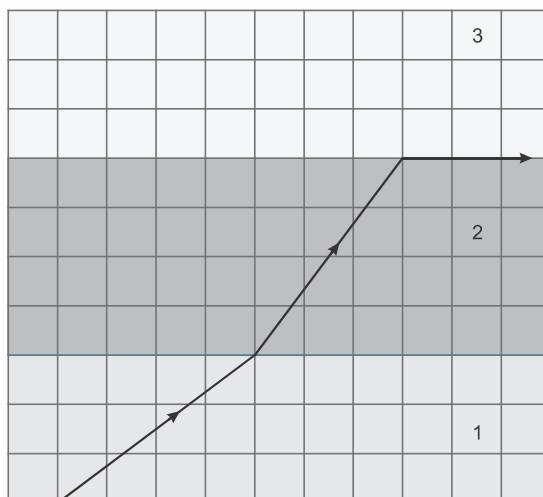
Você já ouviu falar em ouro dos tolos? Parece ouro, mas é um mineral com o nome pirita contendo pirita –  $\text{FeS}_2$  (sulfeto ferroso). Esse composto é usado na fabricação de ácido sulfúrico. No ouro dos tolos, o número de oxidação do enxofre é

- A -2.
- B -1.
- C zero.
- D +3.
- E +5.



**QUESTÃO 15** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Três blocos em formato de paralelepípedo retângulo, numerados de 1 a 3, são empilhados conforme mostra a figura. Os blocos são feitos de substâncias transparentes, de índices de refração absolutos  $n_1$ ,  $n_2$  e  $n_3$ , respectivamente. A figura mostra uma visão lateral desse empilhamento, uma malha quadriculada para referência e a trajetória de um raio de luz monocromática que segue paralela ao plano das faces exibidas.



Considerando que o meio 1 possui índice de refração igual a 3,0, o valor do índice de refração do meio 2 é

- A 2,0.
- B 2,5.
- C 3,0.
- D 3,5.
- E 4,0.

**QUESTÃO 16** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Os indivíduos de cinco populações (I a V) foram cruzados entre si e os resultados estão representados no quadro abaixo.

Cruzamentos	Descendência
I × II	fértil
I × III	inviável
I × IV	fértil
I × V	fértil
II × III	estéril
II × IV	fértil
II × V	fértil
III × IV	inviável
III × V	estéril
IV × V	fértil

Estão reprodutivamente isolados os indivíduos da população

- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.



**QUESTÃO 17**

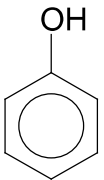
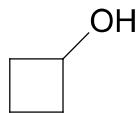
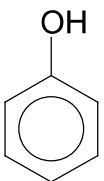
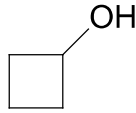
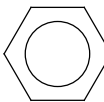
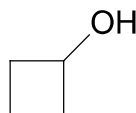
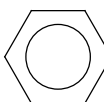
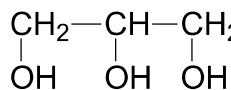
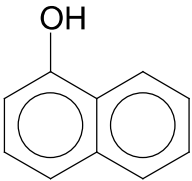
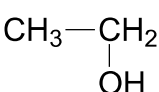
Três diferentes compostos orgânicos apresentam as seguintes características:

Composto 1 – álcool aromático;

Composto 2 – álcool insaturado;

Composto 3 – álcool alifático.

A partir das características indicadas para cada álcool, a alternativa com as estruturas correspondentes, respectivamente, aos compostos 1, 2 e 3 é

- A** ,  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{OH})\text{H}$ , 
- B** ,  $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH}$ , 
- C** ,  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{OH})\text{H}$ , 
- D** ,  $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH}$ , 
- E** ,  $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH}$ , 

**QUESTÃO 18**

Uma lâmina de faces paralelas, feita de vidro, possui índice de refração  $\sqrt{3}$  e uma espessura de 15 cm e encontra-se no ar. Um raio de luz atinge a interface ar-vidro de maneira que o ângulo entre a direção de propagação do raio de luz incidente e a direção da normal à interface é  $60^\circ$ . O desvio sofrido por esse raio de luz ao emergir da separação vidro-ar é

- A**  $4\sqrt{2}$  cm.
- B**  $3\sqrt{2}$  cm.
- C**  $6\sqrt{3}$  cm.
- D**  $5\sqrt{3}$  cm.
- E**  $3\sqrt{5}$  cm.

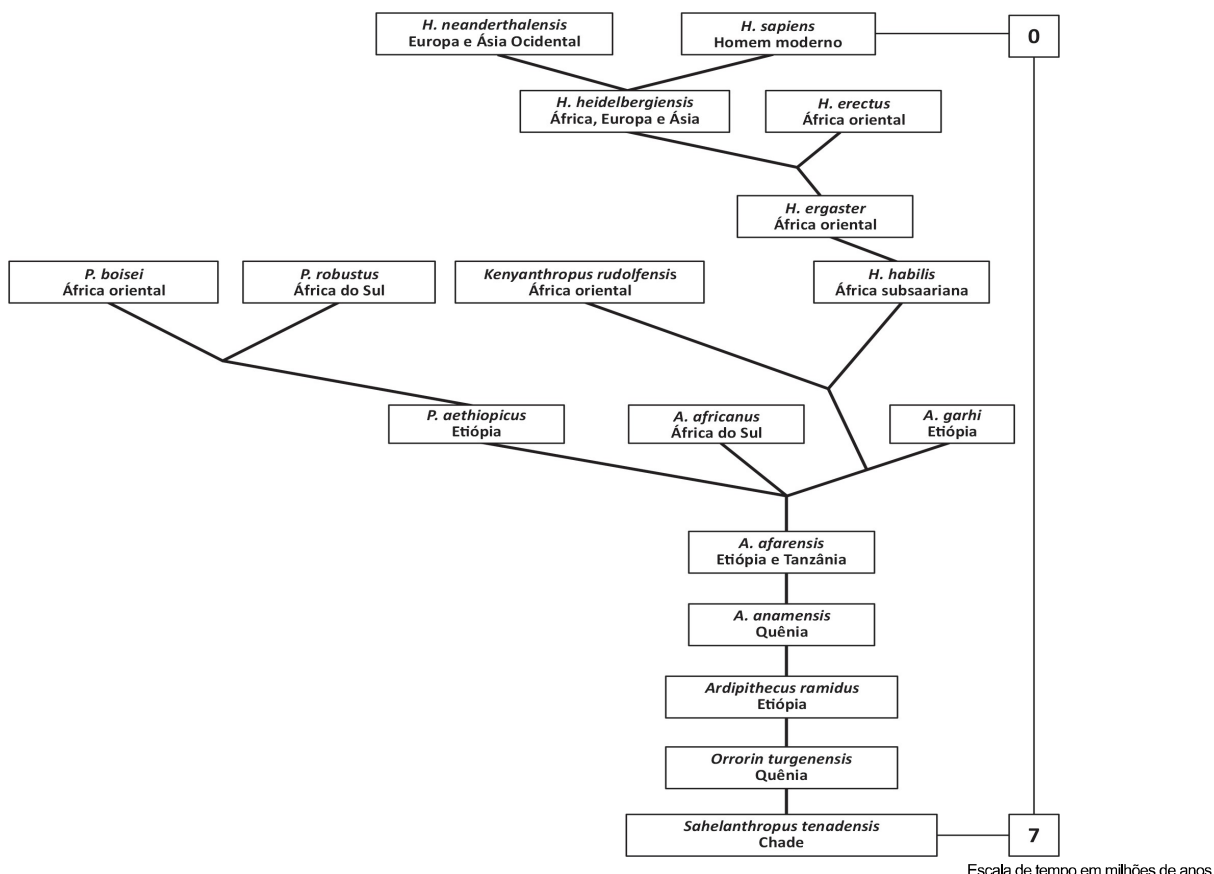
QUESTÃO 19 ~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~

O HOMEM DO MILÊNIO

Os pesquisadores Martin Pickford e Brigitte Senut descobriram o primeiro fóssil a ultrapassar a barreira dos 5 milhões de anos. Era o homem do Milênio, ou *Orrorin turgenensis*, um hominídeo de 6 milhões de anos. A família humana – já foram identificadas duas dezenas de hominídeos [...].

Revista *Veja*, 17 ago. 2002.

A árvore abaixo apresenta aqueles com maior probabilidade de serem nossos antepassados.

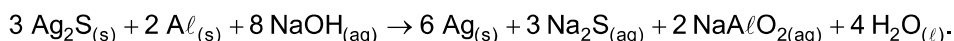


A análise da árvore permitiu chegar a conclusões como

- A *H. neanderthalensis*, *H. sapiens* e *H. erectus* têm o *H. ergaster* como único ancestral.
- B *P. boisei* e *P. robustus* viveram há cerca de 2 milhões de anos.
- C *A. africanus* não tem nenhuma espécie de parentesco com o restante dos hominídeos.
- D *P. boisei* é um ancestral imediato da espécie humana.
- E ancestrais humanos não realizavam migrações, uma vez que todos viveram na África.

QUESTÃO 20 ~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~~~enem2021~~

Escurecimento e limpeza de objetos de prata utilizando, de modo prático, reações de oxidorredução é bem comum nos dias de hoje, sejam talheres, ornamentos de mesa ou joias em prata. A equação química que ilustra esse processo é



Observando a equação acima, podemos afirmar que a limpeza do objeto citado ocorre devido ao(à)

- A prata, que reduz o enxofre.
- B íon sulfeto, que sofre oxidação.
- C íon hidróxido, que atua como agente oxidante.
- D alumínio, que atua como agente redutor no processo.
- E variação do pH do meio reacional, que aumenta durante a reação.

QUESTÃO 21 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

A foto mostra a bateria quadradinha de 9 V que uma escola utiliza para seus microfones sem fio durante as aulas transmitidas pelo sistema remoto. Supondo que o microfone sem fio consuma uma potência elétrica de 0,27 W, essa bateria completamente carregada tem autonomia suficiente para, aproximadamente, quantas aulas de 45 minutos de duração?



- A 8
- B 10
- C 12
- D 14
- E 16

QUESTÃO 22 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Em laboratório, foi obtida uma célula híbrida a partir da fusão de um linfócito do tipo B estimulado por antígenos específicos com uma célula de caráter tumoral ou cancerosa. Podemos inferir que a referida célula híbrida obtida apresenta as seguintes propriedades biológicas:

- A potencial de fagocitar partículas estranhas e infectar outras células.
- B potencial de secretar anticorpos e dividir-se indefinidamente.
- C potencial de liberar substâncias citotóxicas e proliferar.
- D potencial de destruir células infectadas e diferenciar-se.
- E potencial de secretar biomoléculas hormonais e realizar ações fagocitárias.

QUESTÃO 23 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Vários pigmentos amarelos e laranjas são utilizados em plásticos e tintas de demarcação viária. São constituídos de cromato de chumbo e/ou de uma solução sólida de cromato de chumbo e sulfato de chumbo, em proporções diferentes, de acordo com a tonalidade de amarelo que se deseja.

Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/corantes-e-pigmentos>.

O quadro a seguir contém as cores de soluções aquosas de alguns sais.

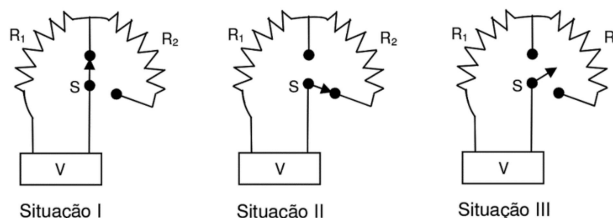
Nome	Fórmula	Cor
Sulfato de Cobre (II)	CuSO <sub>4</sub>	Azul
Sulfato de Sódio	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Incolor
Cromato de Potássio	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Amarela
Nitrato de Potássio	KNO <sub>3</sub>	Incolor

A análise do quadro permite inferir que os íons responsáveis pelas cores amarela e azul são, respectivamente,

- A CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.
- B K<sup>+</sup> e Cu<sup>2+</sup>.
- C CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> e Cu<sup>2+</sup>.
- D K<sup>+</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.
- E NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cu<sup>+2</sup>.

**QUESTÃO 24** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

As figuras a seguir ilustram o diagrama elétrico de um chuveiro formado por uma chave (s), uma fonte de tensão constante e uma chave (s) que pode assumir três posições a fim de permitir, em cada caso, uma diferente temperatura da água do banho.



Os banhos correspondentes às situações I, II e III são, respectivamente,

- A quente, morno e frio.
- B frio, quente e morno.
- C morno, quente e frio.
- D quente, frio e morno.
- E morno, frio e quente.

**QUESTÃO 25** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

A polinose é o resultado do contato dos polens alergênicos de certas plantas com anticorpos IgE específicos nas mucosas, cujas manifestações clínicas são de ocorrência sazonal.

No Brasil, o estudo da alergia polínica iniciou-se na década de 40, quando surgiram os primeiros casos de polinose, exceções à alergia perene, o que estimulou Oliveira Lima e outros pesquisadores ao levantamento das contagens de polens aéreos em várias cidades brasileiras.

Os primeiros casos autóctones de alergia sazonal no Brasil foram descritos em 1982 e, em seguida, uma casuística mais detalhada, e pela primeira vez sua ocorrência em crianças.

Ficou evidente que a polinose era um problema localizado nos estados da região Sul do Brasil. A principal gramínea causadora desta reação alérgica é o *Lolium multiflorum*, conhecida vulgarmente com azevém. Esta gramínea é uma forragem de inverno, não é nativa, mas sim trazida ao Brasil por imigrantes europeus.

Disponível em: <http://www.sbai.org.br/revistas/VOL20/reflex.htm>. Acesso em: 10 abr. 2021 (adaptado).

Baseando-se no texto, podemos inferir que a manifestação fisiológica evidenciada tem como causa principal elementos alergênicos desprendidos por

- A monocotiledôneas.
- B eudicotiledôneas.
- C antocerófitas.
- D psilófitas.
- E gnetófitas.

**QUESTÃO 26** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

O propano-2-ol ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ ) é usado na limpeza de placas que possuem circuitos eletrônicos. Em um laboratório, um estudante utilizou um frasco conta-gotas com propano-2-ol a  $20^\circ\text{C}$  e observou que eram necessárias 65 gotas desse álcool para perfazer o volume de 2 mL. Sabe-se que a densidade do propano-2-ol nessa temperatura é, aproximadamente, 0,8 g/mL.

De acordo com o experimento citado acima, podemos afirmar que a quantidade desse álcool, em mol, presente em cada gota é próxima de

**Dados:** C = 12; H = 1; O = 16.

- A  $1 \times 10^{-2}$  mol.
- B  $4 \times 10^{-3}$  mol.
- C  $3 \times 10^{-5}$  mol.
- D  $3 \times 10^{-6}$  mol.
- E  $4 \times 10^{-4}$  mol.

QUESTÃO 27 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

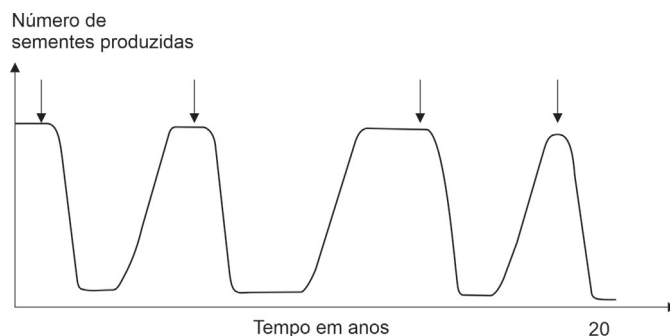
Queda livre é um movimento vertical que consiste na queda dos corpos sem o efeito da força de atrito. Aqui, na Terra, alguns corpos que caem de pequenas alturas em relação ao chão fazem-no de maneira próxima a uma queda livre ideal. Márcia, uma dedicada agricultora, colocou várias laranjas sobre uma bancada cuja altura é 1,0 m.

Considerando que uma dessas laranjas caiu em queda livre, isto é, sem a interferência do ar, assinale a alternativa correta.

- A A laranja caiu com energia cinética constante.
- B A laranja caiu com velocidade constante.
- C A laranja caiu com aceleração constante.
- D A laranja caiu com energia potencial constante.
- E O movimento da laranja foi retilíneo e uniforme.

QUESTÃO 28 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

A imagem a seguir representa as taxas variáveis na produção de sementes observadas em uma determinada espécie de fanerógama, durante um período aproximado de 15 anos em uma fazenda localizada no centro-oeste brasileiro, que serviu de base para estudos realizados por um grupo de especialistas. As setas representadas indicam o período em que foi aplicado na referida área um determinado produto químico utilizado para o controle de pragas.



Ao analisarmos o comportamento da curva, podemos inferir que o referido produto químico evidenciado provavelmente elimina

- A outras variedades de espécies de plantas que tendem a competir por micro e macronutrientes com a planta observada.
- B os insetos que se alimentam diretamente das sementes dessa variedade de planta.
- C as aves que se alimentam diretamente dos frutos dessa planta, promovendo, por consequência, a dispersão das sementes.
- D os agentes considerados polinizadores dessa variedade de planta.
- E as microbiotas patogênicas que infectam essa planta.

QUESTÃO 29 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

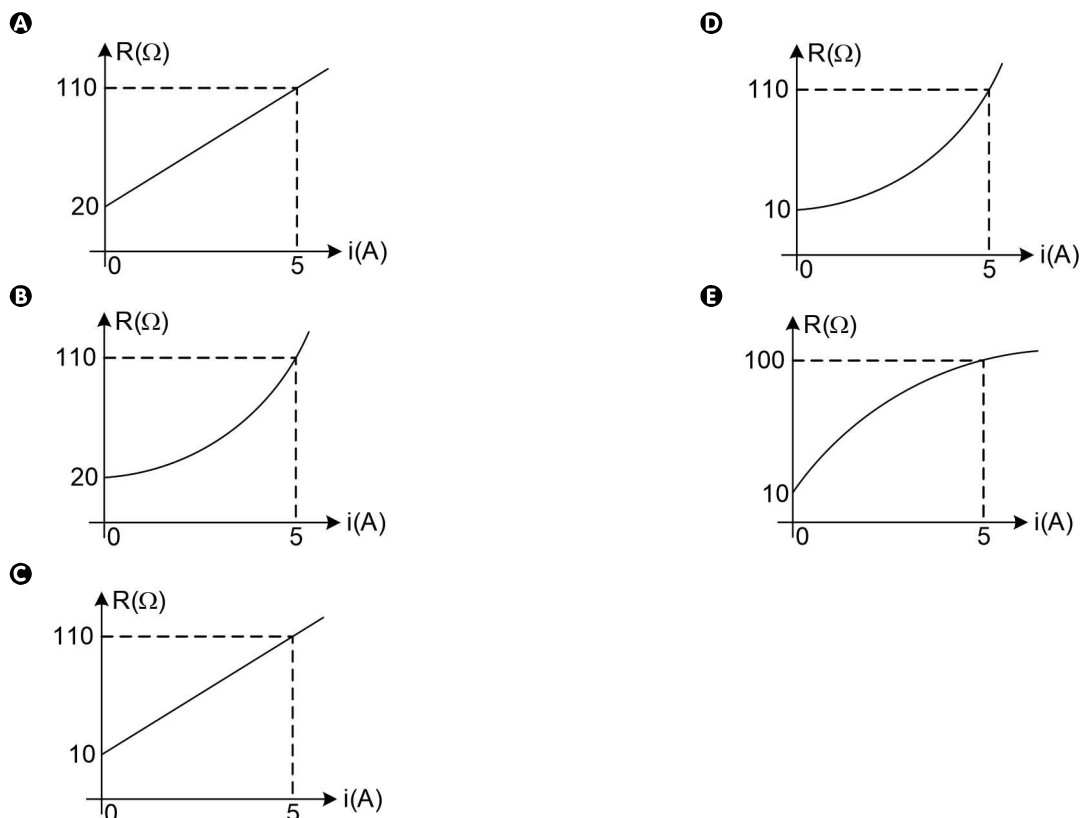
As diferentes funções orgânicas apresentam os elementos organizados de uma certa maneira que nos permite identificar o grupo funcional de cada uma. Os compostos orgânicos podem apresentar, além de carbono e hidrogênio, outros elementos, como oxigênio, nitrogênio, enxofre e halogênios.

A partir da nomenclatura das substâncias, o item em que os dois compostos orgânicos apresentam funções orgânicas oxigenadas é

- A clorofórmio e metanoato de etila.
- B glicerina e etanal.
- C etileno e glicol.
- D hidroquinona e benzeno.
- E etoxietano e iodofórmio.

**QUESTÃO 30** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

A Britina® é um componente eletrônico desenvolvido pelo laboratório de Eletrônica do SAS com grande aplicabilidade nos circuitos digitais. Nesse dispositivo, a diferença de potencial (U) entre seus terminais se relaciona com a corrente elétrica (i) que o percorre através da lei  $U = 20i^2 + 10i$ . Dentro os gráficos abaixo, qual melhor representa a resistência elétrica desse componente?



**QUESTÃO 31** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Comumente a população pode, por meio dos veículos de informação e notícia, tirar suas dúvidas sobre os mais variados temas. Leia o trecho a seguir referente à consulta/dúvida de um leitor a um suplemento agrícola.

Gostaríamos de saber qual é a razão de as batatas-inglesas compradas nos supermercados apresentarem uma cor normal e depois ficarem esverdeadas. Isso, antes, não acontecia. Caso fosse o fato de serem colhidas antes do tempo, já seriam verdes. E se for o uso de defensivos agrícolas, por que já não aparece de imediato?

Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br>.

Do ponto de vista botânico, a resposta correta ao leitor seria dizer que a mudança de coloração da casca da batata-inglesa é

- A anormal e deve estar relacionada à colheita precoce do pseudofruto simples.
- B normal, pois a batata é um rizoma e a coloração esverdeada indica o fenômeno de brotamento.
- C anormal, pois a coloração esverdeada deve estar presente somente em órgãos fotossintetizantes, como folhas e caule.
- D anormal e deve estar relacionada à ausência de hormônios que promovem o amadurecimento de frutos.
- E normal, pois a batata é um tubérculo subterrâneo, mas, em presença de luz, irá produzir clorofila, o que tornará esverdeada a casca amarela ou branca.

QUESTÃO 32 *enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021*

Diante do frequente aumento do preço da gasolina ( $C_8H_{18}$ ) nos últimos meses, o consumidor deve ficar atento a possíveis fraudes relacionadas a esse combustível. A adulteração da gasolina se deve pela adição a mais de etanol ( $C_2H_5OH$ ) em sua composição ou pela adição de outros componentes dissolvidos em água ( $H_2O$ ).

Com base nas características físicas e químicas dos compostos citados, pode-se afirmar que

- A assim como a gasolina, o etanol é um combustível derivado do petróleo.
- B as moléculas da gasolina unem-se por meio de ligações de hidrogênio.
- C todos os compostos citados realizam ligação de hidrogênio entre suas moléculas.
- D água e gasolina formam uma mistura homogênea, pois apresentam a mesma polaridade.
- E as moléculas do etanol se unem por meio de ligações de hidrogênio.

QUESTÃO 33 *enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021*

Três resistores ôhmicos,  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$  e  $R_3 = 4 \Omega$ , estão associados em paralelo. Quando ligados a um gerador ideal, a corrente elétrica total no circuito é igual a 15 A.

A corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico no resistor  $R_1$  são iguais a

- A 7,5 A e 15 V.
- B 15 A e 7,5 V.
- C 7,5 A e 7,5 V.
- D 15 A e 15 V.
- E 1,5 A e 75 V.

QUESTÃO 34 *enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021*

**PERSONAGEM COM DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE ENTRA PARA A TURMA DA MÔNICA**

*Projeto de laboratório especializado em doenças raras busca visibilidade para doença*

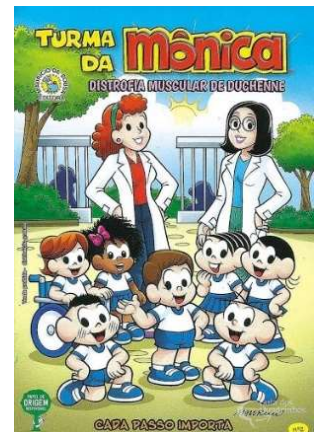
Em fevereiro de 2019, Edu, um menino de 9 anos portador da distrofia muscular de Duchenne, entrou para a Turma da Mônica.

Ele anda na ponta dos pés, tem rosto rechonchudo e panturrilhas grossas, características de quem tem essa doença degenerativa, que afeta cerca de 1 a 3 500 meninos.

Edu já apareceu em três revistas especiais da Turma, que integram o projeto Cada Passo Importa, iniciativa do laboratório especializado em doenças raras **Sarepta**. As histórias mostram os sintomas da enfermidade, como é o diagnóstico e quais são as necessidades do paciente.

Disponível em: <https://tinyurl.com/uwzm7f8>. Acesso em: 2 maio 2021.

A distrofia muscular de Duchenne é uma doença genética com herança recessiva e ligada ao sexo (X). É causada por mutações no gene DMD, que codifica uma proteína intracelular chamada distrofina, responsável pela estabilidade do sarcolema. A DMD é uma doença progressiva, resultando em degeneração e fraqueza musculares. Os sinais clínicos manifestam-se antes dos cinco anos, na forma de quedas frequentes, dificuldade motora e hipertrofia das panturrilhas. O óbito ocorre geralmente antes dos 20 anos.



Um casal normal para o caráter tem uma criança com distrofia muscular de Duchenne (DMD). Sobre essa criança, é possível inferir que

- A é do sexo feminino e o gene para a distrofia lhe foi transmitido pelo pai.
- B é do sexo masculino e o gene para a distrofia lhe foi transmitido pelo pai.
- C é do sexo feminino e o gene para a distrofia lhe foi transmitido pela mãe.
- D é do sexo masculino e o gene para a distrofia lhe foi transmitido pela mãe.
- E não podemos determinar o sexo da criança e tanto o pai como a mãe podem ter transmitido o gene para a distrofia.

**QUESTÃO 35** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Os líquidos iônicos constituem uma classe de substâncias com um dos potenciais de inovação mais promissores da atualidade. Moléculas desta classe são também chamadas de “sais fundidos”. Embora ainda não haja, no estado da arte, um consenso absoluto da definição mais adequada para líquidos iônicos, esses podem ser considerados como sais com temperatura de fusão abaixo da temperatura de ebulição da água. Os líquidos iônicos (LIs) são formados por pares iônicos, os quais tanto cátions quanto ânions podem ser modificados química e estruturalmente, gerando uma imensa gama de produtos com características físico-químicas bastante diferenciadas. Devido a essa versatilidade estrutural, os líquidos iônicos possuem um amplo espectro de características que refletem diretamente nas suas aplicações, a saber: solventes, eletrólitos, células solares, armazenamento de gases, catálise organometálica e enzimática, lubrificantes, fluidos hidráulicos etc. Nos últimos anos, o crescimento da pesquisa envolvendo líquidos iônicos se tornou exponencial. As constantes descobertas sobre seu papel na ciência, bem como suas aplicações tecnológicas, tornaram esse assunto um caso de constante geração de novos produtos, invenções e até mesmo inovações. Vale lembrar que, para que ocorra efetivamente uma inovação, em qualquer área, é necessário que a tecnologia gere novos processos e/ou produtos no mercado.

Um dos usos dos LIs é como eletrólitos. A única substância que se distingue dos LIs quando misturada à água é

- A HCl.
- B  $H_3CNH_2$ .
- C  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .
- D  $Mg(OH)_2$ .
- E CaO.

**QUESTÃO 36** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Por volta dos meses de junho e julho, existem várias regiões do Sul do Brasil que chegam a ter temperaturas negativas. Numa determinada cidade do estado do Rio Grande do Sul, em certa ocasião, a temperatura chegou à marca de  $-2\text{ }^\circ\text{C}$ , o que acarretou a formação de pingentes de água congelada em vários locais dessa cidade.

Se desejarmos transformar esses pingentes de água congelada a  $-2\text{ }^\circ\text{C}$  em água líquida a  $10\text{ }^\circ\text{C}$ , a quantidade de calor por unidade de massa necessária será

**Dados:** o calor específico do gelo é  $2,1\text{ kJ}/(\text{kg }^\circ\text{C})$ , o calor latente de fusão do gelo é igual a  $330\text{ kJ}/\text{kg}$  e o calor específico da água líquida é o dobro do calor específico do gelo.

- A 384,6 kJ/kg.
- B 380,4 kJ/kg.
- C 376,2 kJ/kg.
- D 367,8 kJ/kg.
- E 355,2 kJ/kg.



QUESTÃO 37 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

As figuras abaixo dizem respeito a heredogramas referentes a genealogias nas quais houve ocorrência e/ou recorrência de anomalias que afetam os seres humanos.

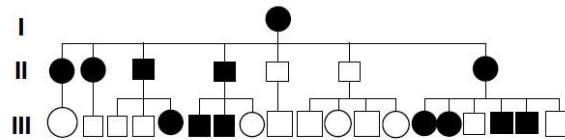


FIGURA 1

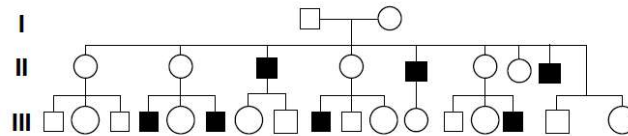


FIGURA 2

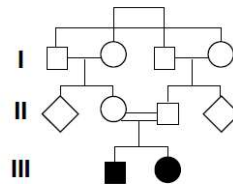


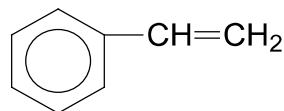
FIGURA 3

Após analisar os heredogramas, é possível inferir que, provavelmente, a figura

- A 1 representa uma condição autossômica e recessiva, pois existem mais mulheres afetadas do que homens afetados.
- B 2 representa uma condição sexual parcialmente ligada ao sexo.
- C 3 representa uma condição recessiva e autossômica, pois o casal de fenótipo normal na geração II originou filhos afetados.
- D 2 apresenta indivíduos normais que não podem gerar descendentes afetados, pois a herança é restrita ao sexo feminino.
- E 1 apresenta organismos afetados de ambos os sexos e, por isso, deve ser considerada uma herança sexual ligada ao sexo.

QUESTÃO 38 enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

O isopor é um tipo de material muito conhecido pela sua propriedade de atuar como isolante térmico. Sua obtenção é feita do tratamento do poliestireno com gases, que, por sua vez, é obtido do estireno, cuja estrutura é:



Uma outra denominação válida para este composto é

- A tolueno.
- B antraceno.
- C etilbenzeno.
- D vinilbenzeno.
- E fenileteno.

**QUESTÃO 39** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

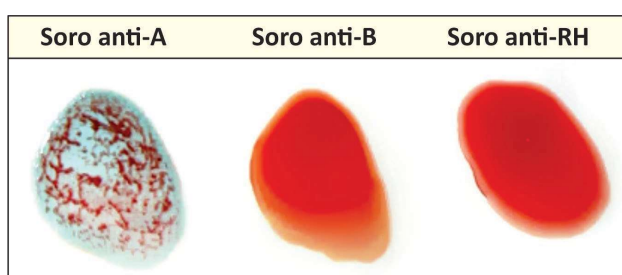
Um químico estava pesquisando em um laboratório e realizou um experimento no qual deveria aquecer certa amostra de água pura. A temperatura inicial da água foi medida e encontrou-se o valor de 20 °C. Certa vez, ao colocar o termômetro sobre a mesa, acabou quebrando-o. Procurando outro termômetro para substituir, encontrou um graduado na escala Kelvin. Ao final do aquecimento, observou que a temperatura da amostra de água era de 348 K. Nas anotações da pesquisa desse químico, a variação de temperatura deveria estar na escala Fahrenheit.

O valor, em graus Fahrenheit, que ele encontrou para a variação de temperatura da água foi de

- A 29 °F.
- B 59 °F.
- C 69 °F.
- D 89 °F.
- E 99 °F.

**QUESTÃO 40** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Um aluno realizou um teste de tipagem sanguínea na escola e o resultado é mostrado na figura abaixo.



Sabendo-se que ocorreu aglutinação apenas no soro anti-A, o tipo sanguíneo e o genótipo desse aluno são

- A A, Rh-; I<sup>A</sup><sub>+</sub>, rr.
- B A, Rh-; I<sup>A</sup><sub>i</sub>, Rr.
- C B, Rh-; I<sup>B</sup><sub>+</sub>, rr.
- D B, Rh+; I<sup>B</sup><sub>i</sub>, RR.
- E B, Rh+; I<sup>B</sup><sub>i</sub>, Rr.

**QUESTÃO 41** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Quando o gás dióxido de carbono é resfriado a temperaturas abaixo de -78 °C, este transforma-se num sólido usualmente conhecido como gelo seco, extremamente usado para dar efeitos especiais de “fumaça” em determinadas situações.

Isto se deve ao fato de que, à temperatura e pressão ambientes, o gelo seco sofre sublimação, fenômeno que, nesta situação, envolve a quebra de

- A interações dipolo permanente entre moléculas de geometria linear.
- B ligações de hidrogênio presentes na estrutura do gelo.
- C interações dipolo induzido – dipolo induzido entre moléculas de geometria linear.
- D interações iônicas entre átomos de eletronegatividades diferentes.
- E ligações covalentes entre os átomos de carbono e oxigênio.

**QUESTÃO 42** enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021enem2021

Ao pescar com arco e flecha, um indígena aprendeu com sua experiência que não deve lançar sua arma na direção do peixe. Considerando que a “normal” é a reta que forma com a superfície um ângulo de 90°, para que o índio atinja seu alvo, ele deve lançar a flecha um pouco abaixo do que ele está vendo. Agora, imagine que uma outra pessoa está mostrando para o indígena, com um *laser point*, onde está o peixe que ele deve acertar.

Para que o *laser* chegue realmente no peixe, essa pessoa deve apontar

- A muito mais abaixo da imagem que está vendo.
- B um pouco mais abaixo da imagem que está vendo.
- C na imagem que está vendo.
- D um pouco mais acima da imagem que está vendo.
- E muito mais acima da imagem que está vendo.

**QUESTÃO 43**

Considere cinco pares de genes que segregam de maneira independente. Nessas condições, um indivíduo que apresente o genótipo AABbCCDdEe produzirá

- A 4 gametas diferentes, sendo alguns deles: ABcdE e ABcde
- B 4 gametas diferentes, sendo alguns deles: AbCdE e AbCde
- C 4 gametas diferentes, sendo alguns deles: AbCdE e aBcDe
- D 8 gametas diferentes, sendo alguns deles: Abcde e aBCDE
- E 8 gametas diferentes, sendo alguns deles: AbCDE e ABCde.

**QUESTÃO 44**

O ácido cítrico ou citrato de hidrogênio, de nome oficial ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico, é um ácido orgânico fraco que se pode encontrar nos citrinos. É usado como conservante natural (antioxidante), sendo conhecido também como acidulante INS 330, dando um sabor ácido e refrescante na preparação de alimentos e de bebidas. Em uma das etapas da produção artesanal de azeitonas em conservas, recomenda-se que, antes do envase em potes e do cozimento, as azeitonas devem ser imersas em uma “salmoura de espera”, constituída por:

- 5 kg de sal de cozinha,
- 1 kg de ácido cítrico mono-hidratado,
- 100 L de água.

Sabendo que o volume da salmoura é igual ao volume de água e que a massa molar do ácido cítrico mono-hidratado é igual a 200 g/mol, pode-se afirmar que a concentração, em quantidade de matéria de ácido cítrico, nessa salmoura é de, aproximadamente,

- A 5 mol/L.
- B 2 mol/L.
- C 0,01 mol/L.
- D 0,02 mol/L.
- E 0,05 mol/L.

**QUESTÃO 45**

A história do relógio se confunde com a do calendário, ambas remontam a uma época em que ainda não se sabia ler nem escrever. Hoje, todos sabem que relógio é o nome que se dá a qualquer instrumento destinado à medição do tempo, mas a maioria desconhece como o homem conseguiu descobrir um sistema de medida das horas, um processo que durou séculos. Para se ter ideia do valor histórico dessas relíquias, um relógio de bolso feito para um banqueiro norte-americano nos anos 30, conforme ilustrado a seguir, bateu o recorde de mais caro do mundo: 24 milhões de dólares. Dentre suas características físicas, podemos destacar o movimento perfeito do pequeno ponteiro dos segundos, com um raio de 0,5 cm.



A velocidade angular do ponteiro dos segundos, em rad/s, e a velocidade linear de um ponto na extremidade de tal ponteiro, em cm/s, são, respectivamente, iguais a

- A  $2\pi$  e  $\pi$ .
- B  $2\pi$  e  $4\pi$ .
- C  $\frac{\pi}{30}$  e  $\frac{\pi}{60}$ .
- D  $\frac{\pi}{30}$  e  $\frac{\pi}{15}$ .
- E  $\frac{\pi}{60}$  e  $2\pi$ .