

# EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

## PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

enem



### AP2 – 1ª ETAPA

#### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTES

- 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;
  - 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 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

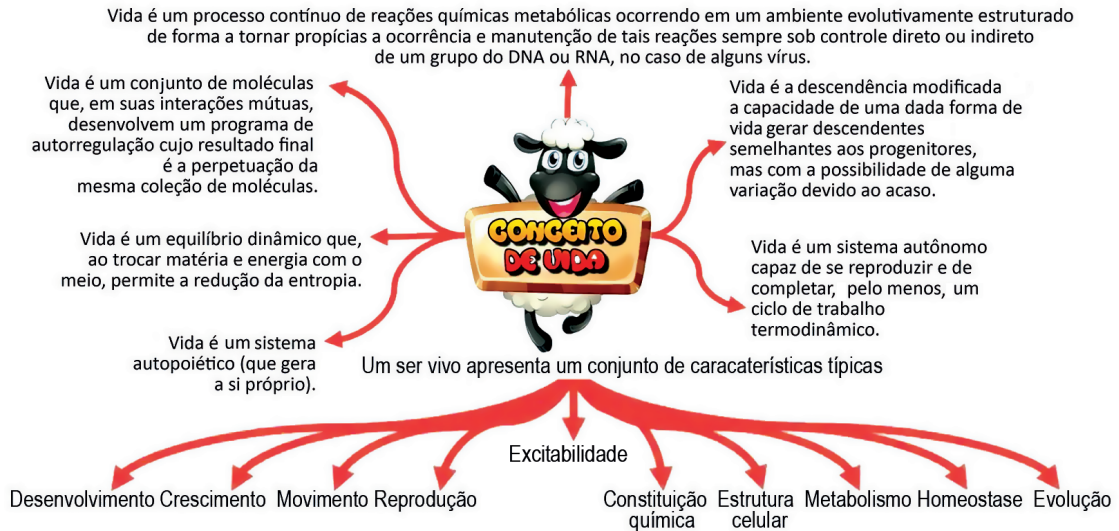
# CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

## Questões de 01 a 45

### QUESTÃO 01

enem2022

A Biologia ainda não entrou em consenso sobre o que é a vida e sobre o que seria um ser vivo. Basicamente a questão ainda não está respondida pelo fato de ainda ser bastante difícil definir vida com uma única característica.



Observando o esquema acima e tomando como base as principais características que descrevem um ser vivo, é correto afirmar que

- A o conjunto de reações químicas de um organismo compõe o seu metabolismo. A produção de proteínas, por exemplo, caracteriza o catabolismo.
- B o crescimento dos seres vivos ocorre por incorporação de matéria em um evento denominado de aposição, em que pode haver aumento do número de células (hiperplasia) e/ou aumento do volume celular (hipertrofia).
- C os seres vivos são capazes de reagir a estímulos do meio por irritabilidade quando há resposta sem interpretação ou por sensibilidade quando há interpretação do estímulo e possibilidade de respostas diferentes.
- D todo ser vivo apresenta capacidade de locomoção, ainda que de forma microscópica.
- E a adaptação individual surge por mutação e é propagada por mecanismos de reprodução sexuada.

### QUESTÃO 02

enem2022



Disponível em: [www.piraquara.pr.gov.br](http://www.piraquara.pr.gov.br)

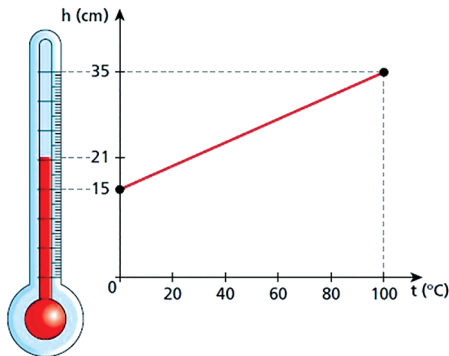
Os processos que ocorrem em cada um dos quadinhos da tirinha, respectivamente, são fenômenos

- A físicos, fusão e vaporização.
- B químicos, fusão e vaporização.
- C químicos, liquefação e evaporação.
- D físicos, condensação e evaporação.
- E químicos, sublimação e vaporização.

### QUESTÃO 03 enem2022

Nos termômetros utilizados em nosso dia a dia, a substância termométrica é um líquido (geralmente mercúrio ou álcool) e a propriedade termométrica, a altura  $h$  da coluna desse líquido. Na aferição, esse termômetro é colocado em equilíbrio com o gelo fundente e, depois, com a água em ebulição em condições de pressão normal. Ele também foi colocado em contato com um corpo X, quando, após o equilíbrio térmico, a altura  $h$  atingiu a marca de 21 cm.

Na figura, encontramos a relação entre as colunas  $h$  do líquido e as temperaturas Celsius correspondentes.



Qual a temperatura, em graus Celsius, encontrada para esse corpo?

- A 10 °C
- B 20 °C
- C 30 °C
- D 40 °C
- E 50 °C

### QUESTÃO 04 enem2022

#### Animais que andam sobre as águas



Quem nunca sonhou em andar sobre a água? Alguns animais conseguem andar sobre as águas e não tem nada de mágica nisso. O mais famoso, talvez por parecer tão improvável, é conhecido como lagarto Jesus Cristo. Trata-se de um lagarto da família *Corytophanidae* encontrado próximo a rios e lagos nas selvas das Américas Central e do Sul. Esse animal possui normalmente 25 centímetros de comprimento e sua habilidade mais famosa é de correr sobre a água sem afundar. A anatomia das patas traseiras desse lagarto permite que ele ande sobre a água. Com seus dedos bem alongados e unidos uns aos outros por membranas, ele consegue distribuir melhor seu peso e, quando o lagarto bate os pés contra a água, cria

uma bolsa de ar que o ajuda a se manter na superfície, sendo necessário, claro, estar a uma boa velocidade. Para possuir essa mesma habilidade, um ser humano precisaria correr a 104 km/h.

Disponível em: <https://www.iguiecologia.com/animais-que-andam-sobre-as-aguas/>. Acesso em: 27 jan. de 2022 (adaptado).

O fato de alguns organismos, como o lagarto do texto, andarem sobre a superfície da água é resultado de uma propriedade física denominada

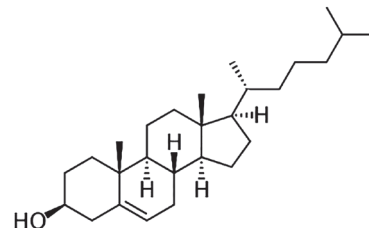
- A alta tensão superficial.
- B baixa capilaridade.
- C alto calor específico.
- D baixa adesão e coesão.
- E alto calor latente de solidificação.

### QUESTÃO 05 enem2022

Com aparência e textura de uma cera macia, o colesterol é um composto químico da família do álcool, essencial à vida. Sintetizado pelo fígado no que se refere à maior parte que o organismo necessita, seu restante é adquirido através dos alimentos ingeridos. Tanto as taxas de colesterol muito altas quanto as muito baixas são perigosas à saúde.

Por ser solúvel apenas em gorduras, o colesterol tem de ser transportado pelo sangue através das seguintes lipoproteínas: VLDL (também conhecidas como triglicérides), LDL (mau colesterol) e HDL (bom colesterol). O fígado acondiciona os triglicérides na forma de VLDL e os despacha, pela corrente sanguínea para as células, juntamente com menores quantidades de colesterol e proteínas.

Disponível em: <https://www.endocrino.org.br/colesterol>. Acesso em: fev. 2019.

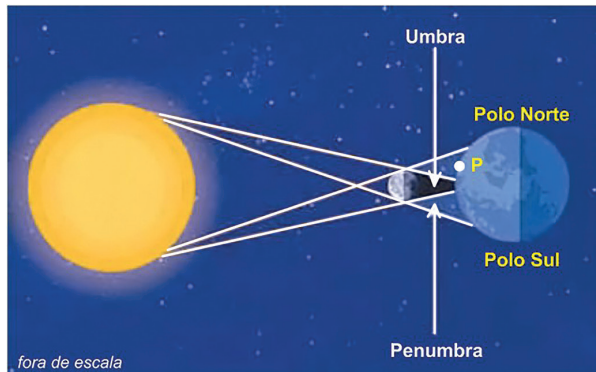


A estrutura apresentada pode ser compreendida como uma molécula

- A hidrofílica, uma vez que a hidroxila alcoólica estabelece afinidade com a água, bem como a presença de dois elétrons pi.
- B hidrofóbica, porque a molécula possui muitos carbonos dos tipos primários, secundários, terciários e quaternários.
- C lipofóbica, uma vez que os carbonos sendo  $sp^2$  com geometria plana, a molécula não apresenta polos elétricos sendo apolar.
- D lipofílica, porque a presença da maioria de carbonos tetraédricos estabelece uma estrutura com maior distribuição eletrônica.
- E anfifílica, uma vez que existe um grupo polar, como a hidroxila, e também uma cadeia carbônica grande e apolar.

### QUESTÃO 06 enem2022

Um eclipse é um evento astronômico que ocorre quando a posição de um objeto celeste em trânsito é coincidente ou atravessa, na posição aparente de outro, mais distante. A figura mostra o esquema de um desses eclipses. No instante em que ele ocorria, uma pessoa encontrava-se no ponto indicado pela letra P na superfície da Terra.



Disponível em: <https://observador.pt> (adaptado).

Desse modo, infere-se que essa pessoa observa um eclipse

- A parcial do Sol.
- B parcial da Lua.
- C anular do Sol.
- D total da Lua.
- E total do Sol.

### QUESTÃO 07 enem2022

Entre os nutrientes necessários à saúde, assim como existem proteínas, gorduras, carboidratos e vitaminas, há um grupo de elementos chamados minerais.

Os minerais possuem papéis essenciais, como constituintes estruturais dos tecidos corpóreos; como reguladores orgânicos que controlam os impulsos nervosos, atividade muscular e o balanço ácido-base do organismo; como componentes ou ativadores/reguladores de muitas enzimas. Além disso, muitos minerais estão envolvidos no processo de crescimento e desenvolvimento corporal. Eles são divididos em macrominerais e microminerais. Há ainda outros minerais que são tóxicos, como o chumbo, o mercúrio e o alumínio.

Cada mineral é requerido em quantidades específicas, numa faixa que varia de microgramas a gramas por dia. Dessa maneira, é importante dizer que o excesso na ingestão de um pode acarretar prejuízos na absorção e utilização de outro. Por exemplo, a absorção de zinco pode ser afetada por suplementação de ferro, enquanto a ingestão em excesso de zinco pode reduzir a absorção de cobre.

A importância dos sais minerais para o organismo.

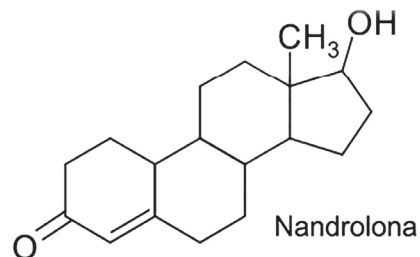
Disponível em: <http://www.sitemedico.com.br>. Acesso em: 8 jan. 2008 (adaptado).

Sobre os sais minerais, pode-se inferir que o

- A sódio entra na composição dos hormônios da tireoide, como as tiroxinas.
- B sódio e potássio, conjuntamente, atuam na condução do impulso nervoso através da bomba de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , transporte passivo que garante a diferença de potencial na membrana dos neurônios.
- C magnésio é componente da molécula de clorofila e cofator do processo de transcrição ao unir as subunidades dos ribossomos para síntese proteica.
- D potássio se faz necessário em maior quantidade no meio intracelular, pois atua como cofator da respiração celular e do processo de tradução.
- E sódio, cátion mais abundante do meio intracelular, atua no controle osmótico, participa da propagação do impulso nervoso e do controle da pressão arterial.

### QUESTÃO 08 enem2022

O Comitê Olímpico Internacional, durante as Olimpíadas Rio 2016, estava bastante atento aos casos de *doping* dos atletas. A nandrolona, por exemplo, é um hormônio derivado da testosterona e muito utilizado pela indústria farmacêutica para a produção de derivados de esteroides anabólicos.



Quantos carbonos terciários com hibridação  $\text{sp}^3$  possui esse hormônio na sua estrutura molecular?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

**QUESTÃO 09** enem2022

A Bacia Amazônica, com aproximadamente 6 100 000 km<sup>2</sup>, é a maior bacia hidrográfica do planeta. Com dimensões continentais, está situada na zona intertropical, recebendo precipitações médias anuais de 2 460 mm. A descarga líquida média é estimada em 209 000 m<sup>3</sup>/s. O aporte médio de sólidos em suspensão e do rio Amazonas ao Oceano é estimado em cerca de 600 milhões de toneladas por ano.

CAMPANHA da ANA faz medições de vazões no Amazonas. Ministério do Meio Ambiente.  
10 nov. 2005 Disponível em: <https://www.mma.gov.br>. Acesso em: 2 set. 2019.

A ordem de grandeza da descarga líquida média vale

- A 10<sup>7</sup>.
- B 10<sup>6</sup>.
- C 10<sup>5</sup>.
- D 10<sup>4</sup>.
- E 10<sup>3</sup>.

**QUESTÃO 10** enem2022

Que a água é essencial para a vida, todo mundo sabe. O corpo humano é constituído por 66% de água. Contudo, a hidratação excessiva pode ser fatal. Existem diversos casos relatados de pessoas que ingeriram grandes quantidades de água em curto espaço de tempo e que morreram ou desenvolveram algum grau de hiponatremia, que basicamente significa sal insuficiente no sangue. Nesses casos, o sangue fica com excesso de água, o que facilita a entrada dessa substância nas células. Os sintomas incluem dor de cabeça, fadiga, náuseas, vômito e desorientação mental.




Scientific American Brasil. Disponível em: <[https://www2.uol.com.br/sciam/noticias/agua\\_demais\\_pode\\_fazer\\_mal\\_e\\_ate\\_matar.html](https://www2.uol.com.br/sciam/noticias/agua_demais_pode_fazer_mal_e_ate_matar.html)>. Acesso em: 25 ago. 2018 (adaptado).

Com base no texto e nos conhecimentos sobre fisiologia celular e animal, pode-se afirmar que a(s)

- A água atua como um excelente regulador térmico nos animais por possuir a propriedade física chamada de calor específico muito baixa.
- B entrada de água nas células ocorre porque o citoplasma é hipotônico em relação ao sangue.
- C água, em muitas reações químicas nas células, atua como reagente (reações de hidrólise) e, em outras, como produto (síntese por desidratação); um exemplo desta última é a digestão da sacarose.
- D propriedades de ligação entre as moléculas de água com outras substâncias no interior das células devem-se ao fato de as moléculas de água não serem polarizadas.
- E coesão e a adesão das moléculas de água com outras moléculas apolares são responsáveis pela capilaridade, relacionada com o transporte de água da raiz até as folhas.

**QUESTÃO 11** enem2022

De acordo com a teoria atômica de Dalton, os átomos eram considerados maciços e indestrutíveis, sendo preservados intactos nas transformações químicas. Além disso, o que diferenciava um elemento químico de outro era o peso de seus átomos. Em sua teoria, Dalton não admitia a união entre átomos de um único elemento químico. Átomos de elementos químicos diferentes poderiam se unir, formando o que Dalton denominava “átomos compostos”.

	hidrogênio		
	nitrogênio	Elemento	Peso atômico
		hidrogênio	1
		nitrogênio	4,2
	amônia		

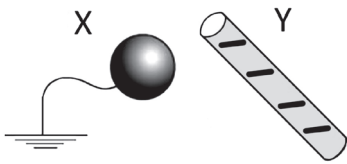
PARTINGTON, J. R.. *A short history of chemistry*. 1957 (adaptado).

Segundo o modelo atômico de Dalton, pode-se concluir que

- A nem toda matéria é formada por pequenas partículas chamadas de átomos.
- B os átomos são divisíveis em partículas menores, chamadas de fundamentais.
- C os átomos de um mesmo elemento podem sofrer variações de massa, os isótopos.
- D a natureza apresenta um número limitado de elementos químicos.
- E os átomos, durante uma reação química, podem ser criados.

**QUESTÃO 12** enem2022**Aterramento elétrico: o que é?**

Aterramento é a ligação do sistema à terra através de um componente condutor. Assim, as cargas de fuga do sistema podem ser escoadas. Dessa forma, os profissionais ficam protegidos dos choques elétricos acidentais, muitas vezes causados por falhas ou condições inadequadas de trabalho. Portanto, o *aterramento elétrico* é uma das medidas mais seguras no serviço elétrico. Ele garante o bom funcionamento das instalações e atende as exigências das normas vigentes. A figura abaixo representa um condutor X, eletricamente neutro, ligado à terra (aterrada). Aproxima-se de X um corpo Y carregado negativamente.



Com base no texto, pode-se afirmar que

- A** os elétrons da terra são atraídos para X.
- B** os elétrons de X escoam para a terra.
- C** os prótons de X escoam para a terra.
- D** os prótons da terra são atraídos para X.
- E** há troca de prótons e elétrons entre X e Y.

**QUESTÃO 13** enem2022

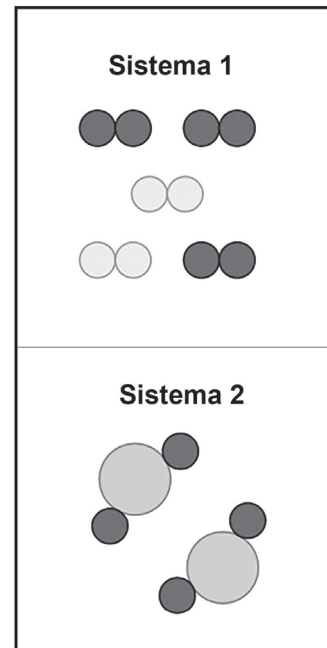
Quando uma estrutura apresenta-se semelhante em espécies diferentes, mas não possui a mesma origem embrionária, dizemos que ela é resultado de um fenômeno evolutivo característico que tende a ocorrer em decorrência de uma pressão evolutiva similar nessas respectivas espécies.

O fenômeno evolutivo caracterizado no texto é representado pelo(a)

- A** convergência adaptativa.
- B** isolamento reprodutivo.
- C** irradiação adaptativa.
- D** isolamento geográfico.
- E** alopatria.

**QUESTÃO 14** enem2022

No estudo de substâncias puras e misturas, a professora apresentou dois sistemas a seus alunos, conforme representado nas figuras e solicitou que analisassem e fizessem duas afirmações sobre cada sistema.



Nas alternativas, encontram-se algumas das afirmações feitas pelos alunos sobre os sistemas representados.

Considerando um dos sistemas apresentados, qual a afirmação mais adequada à análise feita pelos alunos?

- A** No sistema 1, temos duas substâncias simples.
- B** O sistema 1 é uma substância pura.
- C** No sistema 1, temos cinco componentes.
- D** O sistema 2 é uma mistura.
- E** No sistema 2, temos dois componentes.

**QUESTÃO 15** enem2022

Nos Estados Unidos da América, a unidade de medida mais comum para a velocidade dos carros e motos no trânsito é a milha por hora (mph).



Um carro que se encontra a uma velocidade de 50 mph tem uma velocidade correspondente, em m/s, de, aproximadamente,

**Dado:** 1 milha = 1,6 quilômetro.

- A** 22.
- B** 35.
- C** 80.
- D** 15.
- E** 30.

**QUESTÃO 16** enem2022

As estruturas vestigiais representam uma versão rudimentar, ou até mesmo sem função, de uma parte do corpo, mas que apresentam funções importantes em uma espécie estritamente correlacionada.

As referidas estruturas evidenciadas no texto constituem dados que subsidiam estudos no campo da evolução porque

- A** tendem a atuar nas novas gerações com funções diferentes.
- B** fortalecem, de forma consistente, a ideia de que o uso e o desuso de um órgão aumentam ou diminuem, respectivamente, o seu tamanho.
- C** podem representar indicadores de ancestralidade comum entre espécies.
- D** permitem e justificam o estabelecimento de comparações entre as teorias de Darwin e de Lamarck.
- E** possibilitam o estabelecimento de relações idênticas entre as funções em organismos considerados diferentes.

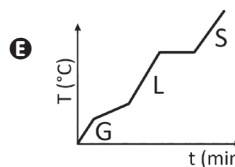
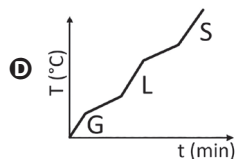
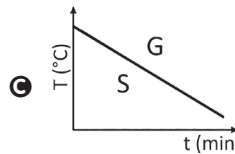
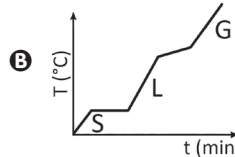
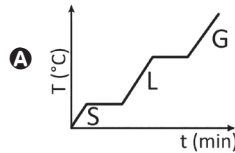
**QUESTÃO 17** enem2022

A adição de cloreto de sódio à água reduz o seu ponto de congelamento devido ao efeito crioscópico. A presença de 23,3% de NaCl na água pode reduzir o seu ponto de congelamento a  $-21,1^{\circ}\text{C}$  formando entre ambos uma mistura eutética. Se NaCl sólido for adicionado ao gelo acima dessa temperatura, parte desse gelo se fundirá e ocorrerá a dissolução do sal adicionado. Se mais sal for adicionado, o gelo continuará a fundir. Essa é uma prática comum, utilizada para remover o gelo das ruas das cidades em que neva no inverno.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química:** na abordagem do cotidiano. v. 2. Físico-Química. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006 (adaptado).

A curva de aquecimento da mistura eutética citada acima está melhor representada em

**Legenda:** S = Sólido; L = Líquido, G = Gasoso.



**QUESTÃO 18** enem2022

Uma agência de turismo estava desenvolvendo uma página na internet, que, além dos pontos turísticos mais importantes, continha também informações relativas ao clima da cidade de Belém (Pará). Na versão em inglês dessa página, a temperatura média de Belém (30 °C) deveria aparecer na escala Fahrenheit.

Que valor o turista iria encontrar para essa temperatura na página em inglês?

- A 32 °F
- B 54 °F
- C 74 °F
- D 86 °F
- E 97 °F

**QUESTÃO 19** enem2022

O grande livro de Charles Darwin, *A origem das espécies*, foi o documento mais importante do século XIX. Ele mudou permanentemente a visão do lugar que ocupamos na natureza ao mostrar que todas as formas de vida que hoje habitam a superfície da Terra são resultado dos mesmos processos (...).

MADDOX, p. 223.

A mudança de visão referida no texto teve como fundamento, à época de Darwin, evidências concretas e interpretações que incluem a(s)

- A descoberta de fósseis de animais e vegetais, que evidenciavam a constância das espécies ao longo do tempo.
- B variações e as semelhanças observadas entre os tentilhões das ilhas Galápagos, sugerindo a existência de um ancestral comum.
- C contribuições dos estudos da hereditariedade, que dissociavam o comportamento dos genes da transmissão dos caracteres.
- D independência dos mecanismos evolutivos em relação aos fatores bióticos e abióticos do meio ambiente.
- E a ocorrência de alterações na molécula da hereditariedade como mecanismo de origem de novas espécies.

**QUESTÃO 20** enem2022

O colágeno é a proteína mais abundante no corpo humano, fazendo parte da composição de órgãos e tecidos de sustentação. Apesar de não ser comestível, seu aquecimento em água produz uma mistura de outras proteínas comestíveis, denominadas gelatinas.

Essas proteínas possuem diâmetros médios entre 1,0 nm e 1 000 nm e, quando em solução aquosa, formam sistemas caracterizados como

- A soluções verdadeiras.
- B dispersantes.
- C coagulantes.
- D homogêneos.
- E coloides.

**QUESTÃO 21** enem2022

Não foi uma boa noite para o Washington Redskins, que foi derrotado por 28 a 13 pelo Philadelphia Eagles, nesta segunda-feira, na partida que encerrou a Semana 13 da NFL. Para Adrian Peterson, no entanto, foi um jogo importante. O veterano fez o único *touchdown* de sua equipe, uma corrida de 90 jardas que não só foi a mais longa de sua carreira, mas também ajudou o *running back* de 33 anos a alcançar duas marcas importantes.

ADRIAN Peterson quebra recorde e se iguala ao lendário Jim Brown.

Globo Esporte, 4 dez. 2018.

Disponível em: <https://globoesporte.globo.com>. Acesso em: 2 set. 2019. (adaptado).

A grandeza física que determina a marca importante na carreira do atleta é o(a)

- A distância.
- B idade.
- C temperatura.
- D tempo.
- E velocidade.



## QUESTÃO 22 enem2022

“A descoberta da penicilina e de outras drogas, naturais ou sintéticas, fez a humanidade acreditar que tinha armas definitivas para vencer a guerra contra as bactérias causadoras de doenças. A cada momento surgem bactérias mais resistentes a drogas, algumas quase invulneráveis, tornando-se uma grave ameaçada à saúde humana.”

Ciência Hoje, maio de 1998.

O surgimento de indivíduos resistentes não ocorre somente no reino bactérias. Assistimos ao aparecimento de protozoários, insetos, ervas e outros seres vivos. O processo é acelerado graças à intervenção desorganizada e inconsciente do homem. O uso indiscriminado de antibióticos, inseticidas e herbicidas têm provocado o aparecimento de seres resistentes.

A resistência é e, provavelmente, será um dos grandes problemas da humanidade, porque é causada pelo que há de mais natural e essencial para a origem e evolução das espécies.

Com os conhecimentos sobre Darwinismo e/ou Neodarwinismo, é possível inferir que

- A** a recombinação genética consiste na troca de pedaços de cromátides durante a telófase II da mitose.
- B** a seleção natural permite a manutenção dos indivíduos mais fortes do ambiente, sendo assim, Darwin estava correto em todas as ideias.
- C** Darwin conseguiu comprovar, através de sua teoria, que os seres humanos evoluíram de alguns chimpanzés, comprovando que não compartilhamos nenhum ancestral.
- D** as resistências sempre irão surgir por necessidade de sobrevivência. Charles Darwin afirmava que a mudança no ambiente força o organismo uma mudança estrutural para que este não entre em extinção.
- E** as mutações espontâneas são um dos fatores que promove o surgimento de novas características nos organismos. Caso seja favorável a sobrevivência e reprodução, tal característica tende a ser passada para a próxima geração.

## QUESTÃO 23 enem2022

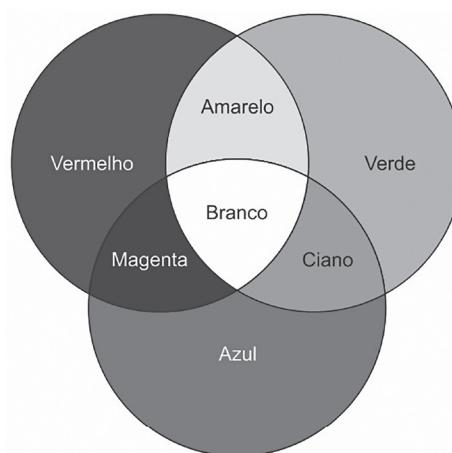
Um caminho para a sustentabilidade é intensificar a reciclagem de materiais, como o plástico. Os plásticos, sejam sobras de processos industriais ou mesmo recuperados do lixo, passam por uma triagem, que separa os diferentes tipos para, em seguida, serem lavados e transformados em pequenos grãos. Esses grãos podem, então, ser usados na confecção de novos materiais. Em sua fase final de reciclagem, os grãos sofrem muita agitação e podem ser eletrizados com carga positiva.

Tendo em vista a evolução dos modelos atômicos, de Dalton até Bohr, o primeiro modelo que explica o fenômeno da eletrização está relacionado à descoberta do

- A** núcleo.
- B** elétron.
- C** próton.
- D** nêutron.
- E** átomo indivisível.

## QUESTÃO 24 enem2022

Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A deuteranopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor verde. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de deuteranopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

- A** Vermelho
- B** Ciano
- C** Amarelo
- D** Branco
- E** Verde

**QUESTÃO 25** enem2022

A aventura humana na Terra tem-se caracterizado, com o passar dos tempos, por um esforço contínuo rumo a novos conhecimentos. O conhecimento é a substantivação do verbo conhecer, ou seja, do ato de entender, compreender, apreender algo por meio da experiência ou do raciocínio. Dessa forma, a Biologia atende a esse anseio, uma vez que se trata de uma ciência que busca conhecer e descrever os seres vivos, bem como desvendar os processos naturais de forma sistemática.

Em relação à ciência e ao método científico, pode-se afirmar que

- A** a primeira etapa consiste em elaborar explicações para as perguntas críticas para facilitar a execução dos experimentos e análise de resultados.
- B** os experimentos, capazes de testar as hipóteses formuladas, devem lidar com foco apenas no grupo experimental, também conhecido como controle.
- C** as pesquisas científicas devem ser pautadas em uma teoria, conjunto de especulações acerca de um fenômeno natural, a fim de facilitar a elaboração das conclusões.
- D** as conclusões do método científico são universais, mas impedem a elaboração de novas hipóteses, visto que o conhecimento científico é construído de forma linear.
- E** sendo proposta, por meio do método indutivo, uma hipótese, para explicar um fenômeno, o cientista realiza dedução, buscando prever o que pode acontecer se sua hipótese for verdadeira.

**QUESTÃO 26** enem2022

A obtenção de sistemas coloidais estáveis depende das interações entre as partículas dispersas e o meio onde se encontram. Em um sistema coloidal aquoso, cujas partículas são hidrofílicas, a adição de um solvente orgânico miscível em água, como o etanol, desestabiliza o coloide, podendo ocorrer a agregação das partículas preliminarmente dispersas.

A desestabilização provocada pelo etanol ocorre porque

- A** a polaridade da água, no sistema coloidal, é reduzida.
- B** as cargas superficiais das partículas coloidais são diminuídas.
- C** as camadas de solvatação de água nas partículas são diminuídas.
- D** o processo de miscibilidade da água e do solvente libera calor para o meio.
- E** a intensidade dos movimentos brownianos das partículas coloidais é reduzida.

**QUESTÃO 27** enem2022

Griselda, uma dona de casa, resolveu fazer uma salada para jantar com seu marido. Ao tentar abrir o vidro de palmito, que tem tampa metálica, não conseguiu. Porém, lembrando-se de suas aulas de Física do Ensino Médio, mergulhou a tampa da embalagem em água quente durante alguns segundos. Ao tentar novamente abrir a tampa, observou que ela se soltou facilmente.

O fenômeno descrito provavelmente ocorreu porque

- A** se reduziu a força de coesão entre as moléculas do metal e do vidro.
- B** se reduziu a pressão do ar no interior do recipiente.
- C** houve redução da tensão superficial existente entre o vidro e o metal.
- D** o coeficiente de dilatação do metal é maior que o do vidro.
- E** o coeficiente de dilatação do vidro é maior que o do metal.

**QUESTÃO 28** enem2022

O debate entre os adeptos da geração espontânea e os que a criticavam se tornou tão intenso que, em 1860, a Academia Francesa de Ciências propôs um prêmio para quem pudesse resolver o conflito. O químico francês Louis Pasteur (1822-1895) ganhou esse prêmio em 1864. Por ser adepto da hipótese da biogênese, ele trabalhou com soluções nutritivas que foram fervidas em balões de vidro com formatos de pescoço de cisne.

De acordo com a hipótese da biogênese, Pasteur defendia que

- A** o caldo nutritivo seria capaz de originar novas formas de vida apenas na presença do fluido vital, gás oxigênio.
- B** por apresentarem estrutura simples, os microrganismos seriam capazes de se originar a partir da matéria inanimada.
- C** a sopa nutritiva seria incapaz de originar novas formas de vida, uma vez que o gás oxigênio não conseguia entrar no balão.
- D** a proliferação de microrganismos ficou impossibilitada no caldo inicialmente devido à falta de espaço suficiente para sua multiplicação no interior do balão de vidro.
- E** o desenvolvimento de microrganismos no caldo nutritivo era consequência de microrganismos presentes no ar, que conseguiram atingir o caldo e desenvolverem-se após a remoção do gargalo.

### QUESTÃO 29 enem2022

A medicina nuclear é uma especialidade médica multifacetada e repleta de casos de sucesso ao longo de sua história. Ela tem potencial de diagnosticar e tratar doenças com taxas cada vez maiores de eficiência. Aliás, algumas doenças já têm como tratamento-padrão o uso de radioisótopos. Apesar de ainda incipiente e com concentração geográfica nos grandes centros urbanos, esta especialidade cresce rapidamente em todo o Brasil.

Assim, prometendo tratamento de primeira linha a um número cada vez maior de pessoas, a medicina nuclear se baseia na administração, ao paciente, de pequeníssimas quantidades de materiais radioativos, isto é, eles são unidos a moléculas carreadoras específicas para a região do corpo a ser analisada. Dessa forma, estes materiais são metabolizados e emitem radiação (geralmente na forma de raios gama), detectada por equipamentos especiais. Por isso, o método permite o imageamento funcional dos órgãos e tecidos humanos, muitas vezes possibilitando a detecção de alterações não necessariamente associadas a achados anatômicos estruturais.

As substâncias cruciais dessa parte da medicina são capazes de emitir radiações específicas a partir de uma região do átomo cuja descoberta foi possível devido ao(à)

- A medição das cargas de gotas de óleo ionizadas pela irradiação com raios X.
- B descoberta da transmutação artificial feita pelo bombardeamento de núcleos.
- C descoberta da radioatividade natural, a qual permitiu o conhecimento da radiação gama.
- D trabalho de quantificação dos fótons de luz emitidos quando elétrons saem da excitação.
- E bombardeamento de delgadas superfícies metálicas com radiações corpusculares positivas.

### QUESTÃO 30 enem2022

A evolução dos computadores acompanhou a evolução da sociedade durante os séculos XX e XXI. Eles fazem parte do nosso cotidiano, sendo cada vez maior o número de computadores usados no mundo. Mas devemos ter alguns cuidados técnicos com esta máquina poderosa, porém frágil.

Sobre os processos de eletrização, pode-se afirmar:

- A Na eletrização por atrito, ambos os corpos adquirem cargas de mesmo valor e mesmo sinal
- B Na eletrização por contato, os corpos adquirem cargas de mesmo valor, porém de sinal contrário.
- C Processos de eletrização são nada mais do que escoamento de prótons de um corpo para outro
- D Na eletrização por indução, após o processo, os corpos adquirem cargas de sinais opostos.
- E Processos de eletrização são nada mais do que escoamento de nêutrons de um corpo para outro.

### QUESTÃO 31 enem2022

Embrulhar goiabas para evitar o aparecimento de bichos é uma atitude que recorda um famoso experimento, realizado pelo médico italiano Francesco Redi, no século XVII, que refutou a teoria da “geração espontânea”, o qual evidenciou que larvas não teriam capacidade de surgir de forma espontânea a partir de pedaços de carne.

A partir da análise desse experimento, percebe-se que a hipótese testada

- A se confirma porque as larvas apareceram somente no grupo controle e o grupo experimental não possibilitou a sobrevivência dos insetos dentro do frasco.
- B não se confirma porque, para que se pudesse concluir algo, os frascos utilizados no grupo controle e no grupo experimental deveriam ter sido os mesmos.
- C se confirma porque as larvas não se desenvolveram no grupo experimental, que não possibilitou o contato das moscas com a carne.
- D não se confirma porque o experimento não durou tempo suficiente para o desenvolvimento das larvas no grupo experimental.
- E se confirma porque as moscas morreram antes mesmo de conseguir entrar no frasco que continha a gaze

### QUESTÃO 32 enem2022

Em um local de alta umidade, colocou-se um pedaço de uma substância simples, metálica na palma da mão. Conforme mostrado na imagem abaixo, observe o que aconteceu após um tempinho.



Disponível em: <http://pequenoscientistamab.blogspot.com.br>. Acesso em: jun. 2015.

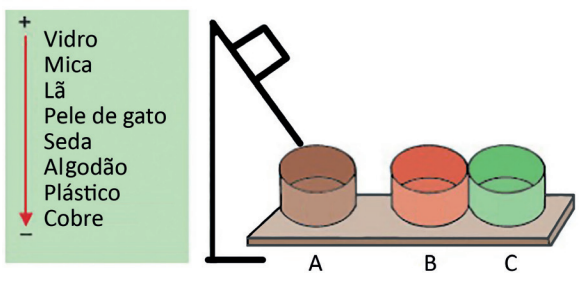
O fenômeno observado na imagem exemplifica o(a)

- A derretimento de uma liga de gálio à baixa temperatura.
- B influência da umidade no derretimento do potássio metálico.
- C fusão do mercúrio por causa do fornecimento de energia térmica pela mão.
- D formação de uma solução de mercúrio, tendo o suor como solvente.
- E baixo ponto de fusão do gálio, quando comparado a outros metais.

### QUESTÃO 33 enem2022

Um bloco de cobre escorrega para baixo em um plano inclinado, feito de vidro, e cai dentro de um recipiente metálico, A, que se encontra sobre uma mesa isolante. Dois outros recipientes iguais, B e C, apoiados na mesa, estão em contato entre si, mas nenhum faz contato com A, conforme a figura. Quando o bloco desliza, cai dentro do recipiente A, então a mesa se quebra e todos os recipientes caem, separados, sobre o assoalho isolado. O bloco abandona o recipiente A.

**Obs.:** A série triboelétrica a seguir é uma lista de substâncias, de modo que cada uma se eletriza com carga positiva quando atritada com qualquer outra substância que a segue na lista.



Ao final deste processo, pode-se afirmar que

- A A adquire carga positiva, B negativa e C positiva.
- B A adquire carga negativa, B positiva e C negativa.
- C somente A adquire carga positiva.
- D A, B e C têm cargas positivas.
- E somente A adquire carga negativa.

### QUESTÃO 34 enem2022

#### Meteoritos podem ter semeado vida na Terra

A vida na Terra teve origem fora dela? Esta é uma hipótese cada vez mais em voga, chamada **panspermia**. Agora, um grupo de pesquisadores dos Estados Unidos descobriu indícios da emissão de nitrogênio por um meteorito primitivo. O nitrogênio é um elemento químico fundamental para a vida, encontrado em todos os organismos terrestres. Isso está fazendo nascer uma versão ainda mais específica da panspermia, a litopanspermia — o prefixo “lito” refere-se a pedras, ou vida transportada por meio de rochas, neste caso, asteroides, cometas etc.

Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=meteoritos-ter-semeado-vida-terra&id=010130110301#.YfSZxP7MLIU>>  
Acesso em: 25 jan. 2022.

A hipótese destacada no texto sugere que

- A a molécula de RNA foi o primeiro tipo de material genético por ser mais estável que o DNA e menos propício à ocorrência de mutações.
- B a vida na Terra surgiu em mares rasos e quentes próximos a vulcões, onde foram encontradas bactérias heterotróficas fermentadoras.
- C houve produção de substâncias orgânicas, na atmosfera da Terra primitiva, pela ação de descargas elétricas e radiação ultravioleta.
- D a vida surgiu nas fontes termais submarinas, nas quais se encontram arqueobactérias extremófilas quimiossintetizantes.
- E moléculas orgânicas, sintetizadas no espaço sideral, podem ter chegado à Terra por meio de meteoritos.

### QUESTÃO 35 enem2022

As populares pilhas zinco-carbono (alcalinas e de Leclanché) são compostas por um invólucro externo de aço (liga de ferro-carbono), um ânodo (zinco metálico), um cátodo (grafita) e um eletrólito ( $MnO_2$  mais  $NH_4Cl$  ou  $KOH$ ), contido em uma massa úmida com carbono chamada pasta eletrolítica. Os processos de reciclagem, geralmente propostos para essas pilhas usadas, têm como ponto de partida a moagem (trituração). Na sequência, uma das etapas é a separação do aço, presente no invólucro externo, dos demais componentes.

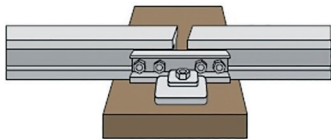
Que processo aplicado à pilha moída permite obter essa separação?

- A Catação manual.
- B Ação de um eletroímã.
- C Calcinação em um forno.
- D Fracionamento por densidade.
- E Dissolução do eletrólito em água.

**QUESTÃO 36** enem2022

A primeira ferrovia a funcionar no Brasil foi inaugurada em abril de 1854, ligando o porto de Mauá a Fragoso, no Rio de Janeiro, com 14,5 km de extensão, construída pelo Visconde de Mauá.

Um dos cuidados que se deve ter na colocação dos trilhos em uma ferrovia é deixar uma pequena distância entre dois deles para possibilitar a dilatação térmica que pode ocorrer com a variação da temperatura.



Normalmente, os trilhos utilizados possuem 20 metros de comprimento. Em sua fixação sobre dormentes, uma distância de 5 mm é deixada entre as peças consecutivas, são as juntas de dilatação que evitam que os trilhos se espremam em dias muito quentes.

Considerando um local em que a temperatura varia aproximadamente 25 °C entre a mínima no período da noite e a máxima durante o dia, o valor do coeficiente de dilatação linear do material dos trilhos, supondo que o espaço deixado é exatamente o necessário, é

- A  $1,0 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .
- B  $1,5 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .
- C  $2,0 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .
- D  $2,5 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .
- E  $3,0 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

**QUESTÃO 37** enem2022

Jorge, com fenótipo normal para o albinismo, cuja avó materna e avô paterno eram albinos, casou com Maria (também normal para o albinismo), cuja avó paterna e avô materno eram albinos, deseja saber qual a probabilidade de eles terem uma filha albina.

**Dado:** considere os pais de Jorge e de Maria normais para o albinismo.

Com base no texto, o valor que responde ao questionamento de Jorge é

- A  $\frac{1}{2}$ .
- B  $\frac{1}{4}$ .
- C  $\frac{1}{8}$ .
- D  $\frac{1}{12}$ .
- E  $\frac{1}{18}$ .

**QUESTÃO 38** enem2022

Os modelos atômicos foram sendo modificados, ao longo do tempo, a partir de evidências experimentais, a exemplo dos modelos de Thomson, proposto com base em experimentos com tubo de raios catódicos e o de Rutherford, que, ao fazer incidir partículas alfa,  $\alpha$ , sobre lâminas de ouro, observou que a maioria das partículas atravessavam a lâmina, algumas desviavam e poucas eram refletidas.

A partir das considerações do texto, pode-se afirmar que

- A as partículas subatômicas de cargas elétricas opostas estão localizadas no núcleo do átomo, segundo Thomson.
- B o modelo de Thomson considera que o átomo é constituído por elétrons que ocupam diferentes níveis de energia.
- C o núcleo do átomo é denso e positivo com um tamanho muito maior do que o do seu raio atômico, de acordo com Rutherford.
- D o experimento conduzido por Rutherford permitiu concluir que a descoberta de partículas subatômicas de carga negativa.
- E as experiências com raios catódicos evidenciaram a presença de partículas de carga elétrica negativa nos átomos dos gases analisados.

**QUESTÃO 39** enem2022

Os centros urbanos possuem um problema crônico de aquecimento denominado ilha de calor. A cor cinza do concreto e a cor vermelha das telhas de barro nos telhados contribuem para esse fenômeno.

O adensamento de edificações em uma cidade implica diretamente no aquecimento. Isso acarreta desperdício de energia, devido ao uso de ar-condicionado e ventiladores.

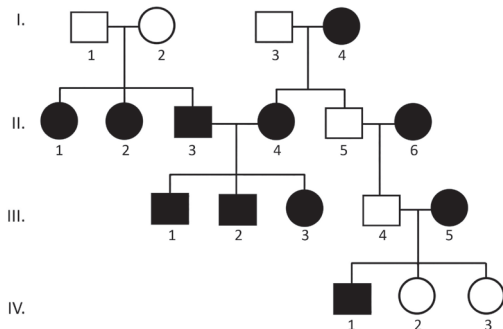
Um estudo realizado por uma ONG aponta que é possível diminuir a temperatura do interior das construções. Para tanto, sugere que todas as edificações pintem seus telhados de cor branca, integrando a campanha chamada *One Degree Less* (Um grau a menos).

Para justificar a cor proposta pela ONG, o argumento físico é de que a maioria das ondas incidentes presentes na luz branca são

- A absorvidas pela tinta branca, sendo mantida a energia no telhado.
- B refletidas pela tinta branca, sendo mantida a energia no telhado.
- C refletidas pela tinta branca, sendo devolvida a energia para o exterior da construção.
- D refratadas pela tinta branca, sendo transferida a energia para o interior da construção.
- E refratadas pela tinta branca, sendo devolvida a energia para o exterior da construção.

**QUESTÃO 40** enem2022

O heredograma abaixo mostra a herança de uma anomalia autossômica recessiva (símbolos escuros) em uma família.

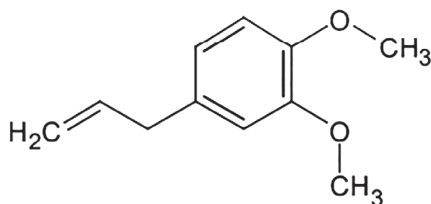


Com base no heredograma, é possível deduzir que os indivíduos IV-2 e IV-3 apresentam, respectivamente, como genótipos

- A AA e Aa.
- B Aa e AA.
- C AA e AA.
- D Aa e Aa.
- E Aa e aa.

**QUESTÃO 41** enem2022

O eugenol ou óleo de cravo é um forte antisséptico. Seus efeitos medicinais auxiliam no tratamento de náuseas, indigestão e diarreia. Contém propriedades bactericidas, antivirais, sendo também usado como anestésico e antisséptico para o alívio de dores de dente. A fórmula estrutural desse composto orgânico pode ser vista abaixo.



O número de átomos de carbono secundário do eugenol é

- A 2.
- B 3.
- C 7.
- D 8.
- E 10.

**QUESTÃO 42** enem2022

**Novo mapa da Via Láctea mostra mais de 800 milhões de estrelas**

A compilação de dados envolve 1,6 bilhão de petabytes que foram registrados desde 2010 pelo observatório. Essa enorme coleção de informações equivale a 30 mil vezes todo o conteúdo de textos da Wikipédia, para se ter uma ideia da imensidão de dados analisados.

GNIPPER, P. Novo mapa da Via Láctea mostra mais de 800 milhões de estrelas. **CanalTech**, 4 fev. 2019. Disponível em: <https://canaltech.com.br>. Acesso em: 2 set. 2019.

Sabendo-se que 1 PB (1 petabyte) equivale a  $10^{15}$  bytes, a ordem de grandeza da quantidade de bytes na compilação de dados, vale

- A  $10^{26}$ .
- B  $10^{24}$ .
- C  $10^{20}$ .
- D  $10^{15}$ .
- E  $10^9$ .

**QUESTÃO 43** enem2022

Em uma dada espécie de animal, o caráter garras grandes é dominante sobre o caráter garras curtas, sendo os genes alelos localizados em autossomos. Pelo cruzamento de um casal de heterozigotos desta espécie, obtiveram-se 8 descendentes.

O número provável de animais com garras curtas será de

- A 8.
- B 6.
- C 4.
- D 2.
- E 0.

**QUESTÃO 44** 

Anotações



Consideram-se arte rupestre as representações feitas sobre rochas pelo homem da pré-história, em que se incluem gravuras e pinturas. Acredita-se que essas pinturas, em que os materiais mais usados são sangue, saliva, argila e excrementos de morcegos (cujo *habitat* natural são as cavernas), têm cunho ritualístico.

Disponível em: [www.portaldarte.com.br](http://www.portaldarte.com.br). (adaptado).

Todos os materiais citados no texto, os quais podem ser utilizados para realizar pinturas são

- A** substâncias compostas puras.
- B** de origem animal.
- C** misturas de substâncias compostas.
- D** de origem vegetal.
- E** misturas de substâncias simples.

**QUESTÃO 45** 

Em um experimento em laboratório ótico, dois espelhos planos retangulares são aproximados um do outro até que a aresta de um toque completamente a aresta do outro. O sistema ótico é tal que as faces reflexivas dos dois espelhos formam entre si um ângulo  $\theta$ . Nesse experimento, faz-se incidir sobre um dos espelhos um raio de luz que se propaga em um plano perpendicular à aresta formada pelo encontro dos dois espelhos.

Para que o raio seja refletido pelos dois espelhos e saia paralelo ao raio incidente, o valor de  $\theta$  deverá ser igual a

- A**  $30^\circ$
- B**  $60^\circ$ .
- C**  $45^\circ$ .
- D**  $90^\circ$ .
- E**  $120^\circ$ .