1**.** (Enem 2021) A imagem apresenta as etapas do funcionamento de uma estação individual para tratamento do esgoto residencial.



Em qual etapa decanta-se o lodo a ser separado do esgoto residencial?

a) 1

b) 2

c) 3

d) 5

e) 6

**Resposta:**

[C]

**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]**

O lodo a ser separado do esgoto residencial será decantado na fase 3, ou seja, no tanque séptico.

**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]**

No tanque séptico (3) o esgoto fica em repouso para que ocorra decantação, ou seja, separação de materiais sólidos de líquidos pela ação da gravidade.

Materiais mais densos do que a água “afundam” e materiais menos densos do que a água “flutuam”, conclui-se que o lodo pode ser separado do esgoto residencial na etapa 3.

2**.** (Enem 2021) O rompimento da barragem de rejeitos de mineração no município mineiro de Marina e o derramamento de produtos tóxicos nas águas do Rio Doce, ocorridos em 2015, ainda têm consequências para os organismos que habitam o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, localizado a mais de 1.000 quilômetros de distância. Esse desastre ambiental afetou o fitoplâncton, as esponjas, as algas macroscópicas, os peixes herbívoros e os golfinhos.

FREINER, G.; SICILIANO, S.; TAVARES, D. C. Franciscana calls for help: [...] *International Whaling Commission, Conference Paper.* jun. 2016 (adaptado).

Concentrações mais elevadas dos compostos citados são encontradas em

a) esponjas.

b) golfinhos.

c) fitoplâncton.

d) peixes herbívoros.

e) algas macroscópicas.

**Resposta:**

[B]

As maiores concentrações de produtos tóxicos oriundos do derramamento dos rejeitos da barragem de Mariana são encontradas nos tecidos dos golfinhos. Devido ao efeito da magnificação trófica, ou efeito cumulativo, os predadores do final das cadeias e teias alimentares são os mais afetados. O efeito cumulativo ocorre porque os seres vivos não estão adaptados para excretar os resíduos produzidos pela atividade antrópica.

3**.** (Enem 2021) Estudo aponta que a extinção de preguiças-gigantes, cuja base da dieta eram frutos e sementes, provocou impactos consideráveis na vegetação do Pantanal brasileiro. A flora, embora não tenha desaparecido, tornou-se menos abundante que no passado, além de ocupar áreas mais restritas.

BICUDO, F. Jardineiros da pesada. Ecologia. *Pesquisa Fapesp*, ed. 231, maio 2015 (adaptado).

O evento descrito com a flora ocorreu em razão da redução

a) da produção de flores.

b) do tamanho das plantas.

c) de fatores de disseminação das sementes.

d) da quantidade de sementes por fruto.

e) dos hábitats disponíveis para as plantas.

**Resposta:**

[C]

A flora do bioma Pantanal brasileiro pode ter sofrido redução ao longo do tempo, pois o desaparecimento dos grandes herbívoros, como a preguiça-gigante, comprometeu a dispersão das sementes das plantas que lhes serviam de alimento.

4**.** (Enem 2021) Uma escola iniciou o processo educativo para implantação da coleta seletiva e destino de materiais recicláveis. Para atingir seus objetivos, a instituição planejou:

1) sensibilizar a comunidade escolar, desenvolvendo atividade em sala e extraclasse de maneira contínua;

2) capacitar o pessoal responsável pela limpeza da escola quanto aos novos procedimentos adotados com a coleta seletiva; e

3) distribuir coletores de materiais recicláveis específicos nas salas, pátio e outros ambientes para acondicionamento dos resíduos.

Para completar a ação proposta no ambiente escolar, o que falta ser inserido no planejamento?

a) Realizar campanhas educativas de sensibilização em bairros vizinhos para fortalecer a coleta seletiva.

b) Firmar parceria com a prefeitura ou cooperativa de catadores para recolhimento dos materiais recicláveis e destinação apropriada.

c) Organizar visitas ao lixão ou aterro local para identificar aspectos importantes sobre a disposição final do lixo.

d) Divulgar na rádio local, no jornal impresso e nas redes sociais que a escola está realizando a coleta seletiva.

e) Colocar recipientes coletores de lixo reciclável fora da escola para entrega voluntária pela população.

**Resposta:**

[B]

Todas as ações propostas pela escola se referem às atividades relacionadas com a coleta seletiva do lixo. Com a finalidade de dar continuidade ao processo seria conveniente direcionar o recolhimento e o destino dos materiais aproveitáveis.

5**.** (Enem 2021) O polvo mimético apresenta padrões cromáticos e comportamentos muito curiosos. Frequentemente, muda a orientação de seus tentáculos, assemelhando-se a alguns animais. As imagens 1, 3 e 5 apresentam polvos mimetizando, respectivamente, um peixe-linguado (2), um peixe-leão (4) e uma serpente-marinha (6).



Do ponto de vista evolutivo, a capacidade apresenta se estabeleceu porque os polvos

a) originaram-se do mesmo ancestral que esses animais.

b) passaram por mutações similares a esses organismos.

c) observaram esses animais em seus nichos ecológicos.

d) resultaram de convergência adaptativa com essas espécies.

e) sobreviveram às pressões seletivas com esses comportamentos.

**Resposta:**

[E]

Os comportamentos do polvo mimético são o resultado de variações submetidas à seleção natural no ambiente onde esses animais habitam.

6**.** (Enem 2021) A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença.

ANDERSON, R. A. et. al. In: Situ Localization of the Genetic Locus Encoding the Lysosomal Acid Lipase/Cholesteryl Esterase (LIPA) Deficient in Wolman Disease to Chromosome 10q23.2-q23.3. *Genomics*, n. 1, jan. 1993 (adaptado).

Essa é uma doença hereditária de caráter

a) recessivo.

b) dominante.

c) codominante.

d) poligênico.

e) polialélico.

**Resposta:**

[A]

A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma condição hereditária autossômica e recessiva. Autossômica por afetar os dois sexos na mesma proporção e recessiva, pois o gene determinante não se manifesta nos pais portadores.

Comentários: Se a condição fosse autossômica a dominante, pelo menos um dos genitores seria afetado. Fica afastada a herança codominante, dado que existem apenas dois fenótipos extremos; afetado ou não. Não se verifica um fenótipo intermediário. Também está descartada a herança poligênica, devido à proporção de uma criança afetada em quatro quando os pais são normais e portadores. Na polialelia seriam observados três ou mais fenótipos devido à existência de múltiplos alelos envolvidos na condição proposta.

7**.** (Enem 2021) A sequência de nucleotídeos do RNA mensageiro presentes em um gene de um fungo, constituída de sete códons, está escrita a seguir.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| AUG | UUU | GUU | CAA | UGU | AGU | UAG |

Pesquisadores submeteram a sequência a mutações independentes. Sabe-se que os códons UAG e UAA são terminais, ou seja, indicam a interrupção da tradução.

Qual mutação produzirá a menor proteína?

a) Deleção do G no códon 3.

b) Substituição de C por U no códon 4.

c) Substituição de G por C no códon 6.

d) Substituição de A por G no códon 7.

e) Deleção dos dois primeiros nucleotídeos no códon 5.

**Resposta:**

[B]

A substituição de C por U no códon 4 produz o códon de terminação UAA, interrompendo a tradução e determinando a formação de um peptídeo com três aminoácidos.

Comentários: A deleção de G no códon 3 produz um RNAm que servirá de molde para a síntese de um peptídeo com seis aminoácidos. A substituição de G por C no códon 6 produz um RNAm traduzido também por seis aminoácidos. A substituição de A por G no códon 7 produzirá um peptídeo com sete aminoácidos. A deleção dos dois primeiros nucleotídeos do códon 5, desloca a matriz de leitura no sentido de formas o códon de terminação UAG, determinando a interrupção da tradução ribossômica e formando um peptídeo com quatro aminoácidos.

8**.** (Enem 2021) Os búfalos são animais considerados rústicos pelos criadores e, por isso, são deixados no campo sem controle reprodutivo. Por causa desse tipo de criação, a consanguinidade é favorecida, proporcionando o aparecimento de enfermidades, como o albinismo, defeitos cardíacos, entre outros. Separar os animais de forma adequada minimizaria a ocorrência desses problemas.

DAMÉ, M. C. F.; RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L. *Pesq. Vet. Bras.*, n. 7, 2013 (adaptado).

Qual procedimento biotecnológico prévio é recomendado nessa situação?

a) Transgenia.

b) Terapia gênica.

c) Vacina de DNA.

d) Clonagem terapêutica.

e) Mapeamento genético.

**Resposta:**

[E]

O mapeamento genético dos plantéis de búfalos criados soltos, permite a detecção de animais portadores de mutações deletérias que podem ser transmitidas à descendência. A separação desses exemplares minimizaria o aumento populacional de filhotes com baixo valor adaptativo e reprodutivo.

Comentários: A técnica biotecnológica de transgenia permite a inserção de genes exógenos em plantas e animais, os quais passam a expressar novas características de interesse ecológico e comercial. A terapia gênica visa a correção de defeitos genéticos pontuais, caso que não se aplica na criação dos búfalos. Vacinas de DNA tem a finalidade de provocar a imunidade ativa e duradoura contra determinados agentes infecciosos. A clonagem terapêutica obtêm as células embrionárias indiferenciadas que poderiam originar tecidos e órgãos a serem transplantados com a mínima possibilidade de rejeição.

9**.** (Enem 2021) A curcumina, uma das substâncias que confere a cor alaranjada ao açafrão, pode auxiliar no combate à dengue quando adicionada à água de criadouros do mosquito transmissor. Essa substância acumula-se no intestino do inseto após ser ingerida com a água do criadouro e, quando ativada pela luz, induz a produção de espécies reativas de oxigênio que danificam de forma fatal o tecido do tubo digestório.

TOLEDO, K. *Corante extraído do açafrão pode ser útil no combate à dengue.* Disponível em: http://agencia.fapesp.br. Acesso em: 25 abr. 2015 (adaptado).

A forma de combate relatada tem como atividade o(a)

a) morte do indivíduo adulto.

b) redução da eclosão dos ovos.

c) comprometimento da metamorfose.

d) impedimento do desenvolvimento da larva.

e) repelência da forma transmissora da doença.

**Resposta:**

[D]

A forma de combate à dengue relatada no texto é baseada no fato de que as larvas dos mosquitos transmissores, ao ingerirem a água contendo curcumina, sofrem lesões graves em seu tubo digestório e, portanto não conseguirão atingir a maturidade.

10**.** (Enem 2021) Entre 2014 e 2016, as regiões central e oeste da África sofreram uma grave epidemia de febre hemorrágica causada pelo vírus ebola, que se manifesta em até 21 dias após a infecção e cuja taxa de letalidade (enfermos que vão a óbito) pode chegar a 90%. Em regiões de clima tropical e subtropical, um outro vírus também pode causar febre hemorrágica: o vírus da dengue, que, embora tenha período de incubação menor (até 10 dias), apresenta taxa de letalidade abaixo de 1%.

Disponível em: www.who.int. Acesso em 1 fev. 2017 (adaptado).

Segundo as informações do texto e aplicando princípios de evolução biológica às relação do tipo patógeno-hospedeiro, qual dos dois vírus infecta seres humanos há mais tempo?

a) Ebola, pois o maior período de incubação reflete duração mais longa do processo de coevolução patógeno-hospedeiro.

b) Dengue, pois o menor período de incubação reflete duração mais longa do processo de coevolução patógeno-hospedeiro.

c) Ebola, cuja alta letalidade indica maior eficiência do vírus em parasitar seus hospedeiros, estabelecida ao longo de sua evolução.

d) Ebola, cujos surtos epidêmicos concentram-se no continente africano, reconhecido como berço da origem evolutiva dos seres humanos.

e) Dengue, cuja baixa letalidade indica maior eficiência do vírus em parasitar seus hospedeiros, estabelecida ao longo da coevolução patógeno-hospedeiro.

**Resposta:**

[E]

Os vírus causadores da dengue possuem um período de incubação e letalidade menor do que o vírus ebola. Esse fato reflete a maior eficiência dos vírus da dengue em parasitar os seus hospedeiros, durante a coevolução patógeno-hospedeiro.

11**.** (Enem 2021) Nas angiospermas, além da fertilização da oosfera, existe uma segunda fertilização que resulta num tecido triploide.

Essa segunda fertilização foi importante evolutivamente, pois viabilizou a formação de um tecido de

a) nutrição para o fruto.

b) reserva para o embrião

c) revestimento para a semente.

d) proteção para o megagametófito.

e) vascularização para a planta jovem.

**Resposta:**

[B]

Em angiospermas a dupla fecundação resulta em um embrião diploide que origina a nova planta e o tecido triploide, denominado endosperma secundário ou albúmen, que tem por função nutrir o embrião durante a germinação da semente.

Comentários: A nutrição dos frutos ocorre pela captação da seiva elaborada dos tecidos floemáticos pelas paredes dos ovários. O revestimento das sementes é formado, geralmente, a partir dos tegumentos dos óvulos (megagametófitos). A vascularização da planta jovem é determinada pelo desenvolvimento do meristema primário denominado procâmbio que dará a origem aos vasos condutores.

12**.** (Enem 2021) O plantio por estaquia é um método de propagação de plantas no qual partes de um espécime são colocadas no solo para produzir novas gerações. Na floricultura, é comum utilizar o caule das roseiras para estaquia, pois a propagação da planta é positiva em razão da aplicação de auxinas na porção inferior do caule.

A utilização de auxinas no método de estaquia das roseiras contribui para

a) floração da planta.

b) produção de gemas laterais

c) formação de folhas maiores.

d) formação de raízes adventícias.

e) produção de compostos energéticos.

**Resposta:**

[D]

A utilização de auxinas sintéticas no método de propagação vegetal por estaquia tema finalidade de promover a formação de raízes adventícias. Dessa forma as estacas apresentam maior probabilidade de enraizar e originar novas mudas.

13**.** (Enem 2021) Com o objetivo de identificar a melhor espécie produtora de madeira para construção (com resistência mecânica e à degradação), foram analisadas as estruturas anatômicas de cinco espécies, conforme o quadro.

|  |
| --- |
| **Tecido analisado** |
| Espécie | Periderme/Esclerênquima | Floema/Esclerênquima | Xilema |
| Alburno | Cerne |
| 1 | + / + | + / – | + | +++ |
| 2 | + / – | + / – | +++ | – |
| 3 | ++ / – | +++ / + | + | – |
| 4 | +++ / + | +++ / – | + | – |
| 5 | +++ / + | +++ / + | ++ | + |

Legenda: (–) ausente, (+) presente em pequena quantidade, (++) presente em média quantidade, (+++) presente em grande quantidade.

Qual espécie corresponde ao objetivo proposto?

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

**Resposta:**

[A]

Para a construção proposta, a melhor madeira em relação à degradação e à resistência mecânica é a que possui a maior quantidade de células mortas e impregnadas com lignina. Esse tecido é observado nos vasos lenhosos mais antigos e imobilizado no interior dos órgãos de sustentação vegetal, o cerne. A tabela indica a espécie 1, a qual possui a maior quantidade desse tecido.

14**.** (Enem 2021) No outono, as folhas da árvores mudam de cor, de verde para tons de amarelo, castanho, laranja e vermelho. A cor verde das folhas deve-se ao pigmento clorofila. Nas plantas de folhas caducas, a produção de clorofila diminui e o tom verde desvanece, permitindo assim que outros pigmentos, como o caroteno, de coloração amarelo-alaranjado, e a antocianina, de tons avermelhados, passem a dominar a tonalidade das folhas. A coloração observada se dá em função da interação desses pigmentos com a radiação solar.

Conforme apresentado no espectro de absorção, as moléculas de clorofila absorvem a radiação solar nas regiões do azul e do vermelho, assim a luz refletida pelas folhas tem falta desses dois tons e as vemos na cor verde. Já as antocianinas absorvem a luz desde o azul até o verde. Nesse caso, a luz refletida pelas folhas que contêm antocianinas aparece conforme as cores complementares, ou seja, vermelho-alaranjado.



Em qual faixa do espectro visível os carotenos absorvem majoritariamente?

a) Entre o violeta e o azul.

b) Entre o azul e o verde.

c) Entre o verde e o amarelo.

d) Entre o amarelo e o laranja.

e) Entre o laranja e o vermelho.

**Resposta:**

[A]

**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]**

De acordo com o enunciado, os carotenos e as antocianinas refletem, respectivamente, as cores amarelo/alaranjado e vermelho/alaranjado. Logo, esses pigmentos fotossintetizantes absorvem os comprimentos de onda equivalente às cores complementares, ou seja, azul e violeta.

**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]**

O gráfico de cores complementares demonstra que os comprimentos de onda absorvidos pelas antocianinas (do azul ao verde) e os refletidos (do vermelho ao laranja) encontram-se em posições diametralmente opostas. De acordo com o texto, os carotenos refletem os comprimentos do amarelo ao laranja, deste modo, devem absorver as cores opostas no gráfico: entre o violeta e azul.

15**.** (Enem 2021) Organismos autótrofos e heterótrofos realizam processos complementares que associam os ciclos do carbono e do oxigênio. O carbono fixado pela energia luminosa ou a partir de compostos inorgânicos é eventualmente degradado pelos organismos, resultando em fontes de carbono como metano ou gás carbônico. Ainda, outros compostos orgânicos são catabolizados pelos seres, com menor rendimento energético produzindo compostos secundários (subprodutos) que podem funcionar como combustíveis ambientais.

O processo metabólico associado à expressão combustíveis ambientais é a

a) fotossíntese.

b) fermentação.

c) quimiossíntese.

d) respiração aeróbica.

e) fosforilação oxidativa.

**Resposta:**

[B]

O processo de degradação de compostos orgânicos pela fermentação, processo metabólico de análise parcial com baixo rendimento energético, resulta em subprodutos que podem servir como combustíveis ambientais.

Comentários: A fotossíntese e a quimiossíntese são processos metabólicos de síntese que utilizam a energia da luz e de oxidações de compostos inorgânicos, respectivamente, para a produção de substâncias orgânicas. A respiração aeróbica, cuja fase final é a fosforilação oxidativa produz gás carbônico e água, compostos com baixo conteúdo energético.

16**.** (Enem 2021) Durante o desenvolvimento embrionário humano ocorre uma comunicação entre os átrios direito e esquerdo através do forame oval (ou forame do Botal). Essa comunicação não causa prejuízos à circulação do bebê em formação, exceto se ela perdurar após o nascimento.

Os prejuízos no período embrionário são evitados porque a circulação fetal se assemelha à dos(as)

a) aves, porque a pequena circulação e a grande circulação estão presentes.

b) répteis, porque a mistura de sangue é minimizada por um metabolismo lento.

c) crocodilianos, porque a separação dos ventrículos impede a mistura sanguínea.

d) peixes, porque a circulação é simples, ocorrendo uma passagem única pelo coração.

e) anfíbios, porque pressões diferenciais isolam temporalmente o sangue venoso do arterial.

**Resposta:**

[D]

A circulação fetal se assemelha à dos peixes por ser do tipo simples, dado que o sangue circulante passa uma vez pelo coração para dar uma volta completa. Os pulmões fetais ficam repletos de líquido amniótico oferecendo resistência à passagem do sangue e, consequentemente, causando a transferência do sangue do átrio direito para o átrio esquerdo pelo forâmen oval e o direcionado para a circulação geral, ao invés de seguir para a circulação pulmonar.

17**.** (Enem 2021) Um dos exames clínicos mais tradicionais para medir a capacidade reflexas dos indivíduos é o exame do reflexo patelar. Esse exame consiste na estimulação da patela. um pequeno osso localizado na parte anterior da articulação do joelho, com um pequeno martelo. A resposta reflexa ao estímulo é caracterizada pelo levantamento da perna em que o estímulo foi aplicado.

Qual região específica do sistema nervoso coordena essa resposta?

a) Ponte.

b) Medula.

c) Cerebelo.

d) Hipotálamo.

e) Neuro-hipófise.

**Resposta:**

[B]

A coordenação do ato reflexo patelar é realizada pela medula espinhal (raquidiana). Essa estrutura pertencente ao sistema nervoso central recebe os impulsos sensoriais por suas raízes anteriores, promove a sua integração por meio de neurônios associativos com as raízes anteriores motoras (efetoras), as quais promovem o movimento da perna.

Comentários: A ponte localizada no tronco cerebral desempenha funções variadas relacionadas ao sono, vigília, respiração, deglutição, gustação, audição, controle da bexiga urinária, equilíbrio etc. O cerebelo faz parte do SNC é está relacionado à coordenação motora, postura e equilíbrio corporal. O hipotálamo coordena a maior parte das funções endócrinas do organismo, exercendo influência direta sobre a hipófise e indireta sobre a tireoidea, paratireoides, adrenais, testículos, ovários mamárias etc. Também atua sobre o sono, vigília, apetite, sede, termorregulação e o sistema nervoso autônomo. A neuroipófise armazena e secreta os hormônios hipotalâmicos vasopressina (antidiurético) e oxitocina.

18**.** (Enem 2021) Considere a tirinha, na situação em que a temperatura do ambiente é inferior à temperatura corporal dos personagens.



O incômodo mencionado pelo personagem da tirinha deve-se ao fato de que, em dias úmidos,

a) a temperatura do vapor-d'água presente no ar é alta.

b) o suor apresenta maior dificuldade para evaporar do corpo.

c) a taxa de absorção de radiação pelo corpo torna-se maior.

d) o ar torna-se mau condutor e dificulta o processo de liberação de calor.

e) o vapor-d'água presente no ar condensa-se ao entrar em contato com a pele.

**Resposta:**

[B]

**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]**

O incômodo mencionado pelo personagem deve-se ao fato de que, em dias úmidos, a evaporação do suor fica dificultada, impedindo que a pele seja refrescada pela perda de calor.

**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]**

Em dias muito úmidos, a taxa de evaporação do suor excretado por certos mamíferos é reduzida, resultando em maios sensação de calor.

**Resumo das questões selecionadas nesta atividade**

**Data de elaboração:** 14/12/2021 às 14:47

**Nome do arquivo:** BIOLOGIA ENEM 2021

**Legenda:**

Q/Prova = número da questão na prova

Q/DB = número da questão no banco de dados do SuperPro®

**Q/prova Q/DB Grau/Dif. Matéria Fonte Tipo**

1 204392 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

2 204399 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

3 204389 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

4 204405 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

5 204404 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

6 204388 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

7 204402 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

8 204400 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

9 204395 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

10 204391 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

11 204390 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

12 204393 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

13 204396 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

14 204397 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

15 204398 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

16 204403 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

17 204401 Média Biologia Enem/2021 Múltipla escolha

18 204394 Média Física Enem/2021 Múltipla escolha