



PROTEÍNAS E ENZIMAS

1. (UNICAMP 2016) Mecanismos de controle de pH são fundamentais para a vida. Um mecanismo bastante eficiente de controle de pH por organismos vivos envolve moléculas doadoras e aceptoras de prótons, que são ácidos e bases que atuam em conjunto equilibrando alterações de pH às quais os organismos estão sujeitos.

a. Alterações no pH intracelular afetam a estrutura de proteínas. Por que isso ocorre?

b. Que consequências para o processo de respiração celular a alteração na estrutura de proteínas envolvidas com o ciclo de Krebs pode trazer?

2. (UEPG 2014) Na célula, as enzimas realizam importante função na realização de reações químicas. Com relação aos fatores que alteram a velocidade das reações enzimáticas, assinale o que for correto.

01. Aumentando a concentração de moléculas de enzima, a velocidade de reação aumenta, desde que haja quantidade de substrato suficiente para receber as enzimas.

02. Aumentando a concentração de substrato, aumenta-se a velocidade de reação até o momento em que haja saturação de ocupação dos sítios ativos das enzimas.

04. Variações na temperatura não alteram o funcionamento enzimático.

08. No mecanismo de retroinibição, também chamado de mecanismo de feedback negativo, o excesso de uma substância inibe a sua própria produção.

16. Uma enzima é capaz de funcionar em amplas variações de pH sem alteração na atividade catalítica.

3. (UERJ 2013) Em células eucariotas, o antibiótico actinomicina D atua bloqueando o mecanismo de transcrição da informação gênica, impedindo a síntese de RNA. Já o antibiótico puromicina é capaz de bloquear o processo de tradução da informação e, portanto, a síntese de proteínas.

Considere um experimento em que a actinomicina D foi adicionada a uma cultura de células eucariotas, medindo-se, em função do tempo de cultivo, a concentração de três diferentes proteínas, A, B e C, no citosol dessas células. Em experimento similar, esse antibiótico foi substituído pela puromicina, sendo medidas as concentrações das mesmas proteínas.

A tabela abaixo mostra os resultados dos dois experimentos.

Antibiótico	Tempo de cultivo (min.)	Concentração das proteínas no citosol (μM)		
		A	B	C
Actinomicina D	0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	2×10^{-2}
	30	15×10^{-4}	12×10^{-3}	18×10^{-3}
	60	2×10^{-5}	7×10^{-3}	16×10^{-3}
	90	5×10^{-6}	3×10^{-3}	14×10^{-3}
Puromicina	0	2×10^{-2}	2×10^{-2}	2×10^{-2}
	10	15×10^{-4}	15×10^{-4}	15×10^{-4}
	30	8×10^{-5}	8×10^{-5}	8×10^{-5}
	60	1×10^{-5}	1×10^{-5}	1×10^{-5}



Considere que a meia-vida de uma molécula na célula é igual ao tempo necessário para que a concentração dessa molécula se reduza à metade.

Estabeleça a ordem decrescente dos tempos de meia-vida dos RNA mensageiros das proteínas A, B e C.

Compare, também, o tempo de meia-vida dessas proteínas e estabeleça a relação entre esses tempos.

4. (UEM-PAS 2012) Uma das evidências da evolução biológica e da ancestralidade, comum aos seres vivos, é que todas as formas de vida possuem composição química semelhante. Considerando que na composição química das células encontramos dois grandes grupos de substâncias – inorgânicas e orgânicas –, assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

01. Carboidratos, proteínas e lipídios são exemplos de substâncias orgânicas encontradas nas células. A água e os sais minerais são exemplos de substâncias inorgânicas.

02. Nos seres vivos, a água é a substância mais abundante, porém não pode ser considerada uma substância pura, uma vez que age como solvente de diversas outras substâncias presentes no organismo.

04. Os fosfolipídios, um tipo especial de lipídios, são componentes das membranas celulares e, quimicamente, apresentam-se formados por um glicerídeo combinado a um grupo fosfato.

08. O metabolismo celular depende de uma série de reações químicas controladas por carboidratos e lipídios especializados, chamados enzimas.

Essas substâncias são necessárias em grandes quantidades nas reações químicas do organismo, atuando como catalisadores.

16. O ácido ascórbico, também conhecido como vitamina D, é importante para a síntese de colágeno, proteína essencial para a manutenção dos tecidos conjuntivos, como a cartilagem e a derme.

5. (UNICAMP 2010) Em famílias constituídas a partir da união de primos em primeiro grau, é mais alta a ocorrência de distúrbios genéticos, em comparação com famílias formadas por casais que não têm consanguinidade.

a. A que se deve essa maior ocorrência de distúrbios genéticos em uniões consanguíneas?

b. A fenilcetonúria (FCU) é um distúrbio genético que se deve a uma mutação no gene que expressa a enzima responsável pelo metabolismo do aminoácido fenilalanina. Na ausência da enzima, a fenilalanina se acumula no organismo e pode afetar o desenvolvimento neurológico da criança. Esse distúrbio é facilmente detectado no recém-nascido pelo exame do pezinho. No caso de ser constatada a doença, a alimentação dessa criança deve ser controlada. Que tipos de alimento devem ser evitados: os ricos em carboidratos, lipídeos ou proteínas? Justifique.

6. (UNESP 2008) Em abril de 2007, astrônomos suíços, portugueses e franceses descobriram um planeta semelhante à Terra fora do sistema solar, o Gliese 581c. A descoberta desse planeta



representa um salto da ciência na busca pela vida extraterrestre, visto que os cientistas acreditam que há água líquida em sua superfície, onde as temperaturas variam entre 0 °C e 40 °C. Tais condições são muito propícias à existência de vida. Por que a água na forma líquida e temperaturas entre 0 °C e 40 °C são propícias para a existência da vida tal como a conhecemos?

7. (UFAL 2006) Considere uma enzima que naturalmente atue à temperatura de 36 °C. Explique a consequência do aumento de temperatura sobre a atividade dessa enzima.

8. (UFSC 2006) Proteínas são moléculas essenciais à vida, atuando como enzimas, hormônios, anticorpos, antibióticos e agentes antitumorais, além de estar presentes nos cabelos, na lã, na seda, em unhas, carapaças, chifres e penas dos seres vivos. Em relação às proteínas é CORRETO afirmar que:

- 01. são biopolímeros constituídos de aminoácidos, os quais são unidos entre si por meio de ligações peptídicas.
- 02. a produção destas moléculas se dá sem gasto de energia pelos organismos, já que os aminoácidos provêm da alimentação.
- 04. todas as proteínas possuem peso molecular idêntico, característica especial dessas moléculas.

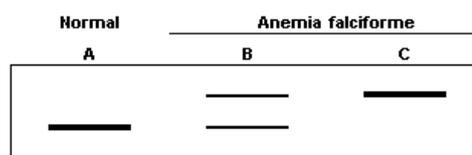
08. a insulina, que foi o primeiro hormônio a ter sua sequência de aminoácidos conhecida, é produzida por células especializadas do pâncreas.

16. apesar da diversidade na constituição e estruturação de seus aminoácidos, essas moléculas apresentam, no seu conjunto, a mesma velocidade de degradação no meio ambiente.

32. a grande variabilidade biológica dessas moléculas permite sua utilização para fins de identificação pessoal, da mesma forma e com a mesma precisão que os exames de DNA.

9. (UFRJ 2005) A anemia falciforme é causada por uma mutação que produz uma alteração na sequência de aminoácidos da hemoglobina. Essa alteração pode ser detectada pela técnica da eletroforese.

O diagrama a seguir mostra o resultado do fracionamento por eletroforese da hemoglobina extraída de três indivíduos: A, normal, e B e C com anemia falciforme. Cada banda representa uma hemoglobina, alterada ou não.



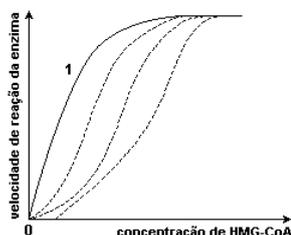
Explique por que o indivíduo B apresenta os dois tipos de hemoglobina.

10. (UERJ 2005) As estatinas, por seu grande êxito na prevenção da doença coronariana, estão entre os medicamentos mais prescritos no mundo. Essas substâncias atuam sobre a enzima que regula a síntese de colesterol pelo fígado, denominada, simplificada, de HMG-CoA redutase.

Para testar a eficiência de vários derivados de estatinas, utilizou-se uma preparação de HMG-CoA redutase isolada de tecido



hepático. A velocidade de reação dessa preparação enzimática foi medida em função de concentrações crescentes de seu substrato HMG-CoA, na ausência e na presença de uma concentração fixa de três derivados de estatina. Nesses experimentos, o pH, a temperatura, a concentração da enzima e a concentração dos co-fatores necessários foram sempre mantidos constantes. O gráfico a seguir representa os resultados encontrados; a curva 1 foi obtida na ausência de estatinas.



- a. Nomeie o tipo de mecanismo de ação das estatinas sobre a enzima HMG-CoA redutase hepática e justifique sua resposta.
- b. Aponte uma substância sintetizada a partir do colesterol em nosso organismo, não caracterizada como hormônio, e sua respectiva função.

11.(Ufsc 2003) Considere os compostos, apresentados na coluna da superior, e as características, apresentadas na coluna inferior e, após, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- (I) água
- (II) sal mineral
- (III) monossacarídeo
- (IV) lipídeo
- (V) enzima

- (A) biocatalizador de origem proteica
- (B) molécula mais abundante na matéria viva
- (C) composto orgânico
- (D) composto inorgânico
- (E) tipo de carboidrato

- 01. III - E
- 02. II - B
- 04. III - C
- 08. I - C
- 16. IV - C
- 32. V - D
- 64. V - A

12. (UFSCAR 2003) Em artigo publicado na “Folha de S.Paulo” (29.09.2002), I. Raw, P. Buss, E. Camargo e A. Homma afirmam:

Vacinas são usadas para prevenir doenças infecciosas. Soros são usados, junto de outras medidas, para controlar as doenças que não puderam ser prevenidas.

- a. De que modo as vacinas previnem doenças?
- b. De que modo os soros controlam doenças que não puderam ser prevenidas?

13. (UNESP 2003) São muitas as lojas que vendem animais exóticos para serem criados em casa como animais de estimação. Em uma dessas lojas, lagartos eram expostos em caixas de vidro, nas quais havia uma lâmpada acesa.

- a. Qual a razão da lâmpada na caixa em que está colocado o animal? Este procedimento tem alguma relação com algo



que o animal experimenta em seu ambiente natural?

b. Se esta caixa fosse deixada na vitrine, diretamente sob luz solar intensa, durante todo o dia, haveria prejuízo ao lagarto?

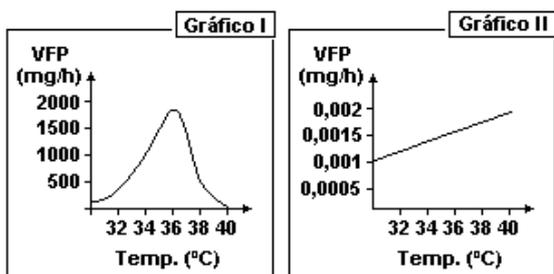
14. (UFRN 2002) Uma prática corriqueira na preparação de comida é colocar um pouco de “leite” de mamão ou suco de abacaxi para amaciar a carne. Hoje em dia, os supermercados já vendem um amaciante de carne industrializado.

a. Explique o amaciamento da carne promovido pelo componente presente no mamão, no abacaxi ou no amaciante industrializado e compare esse processo com a digestão.

b. Se o amaciante, natural ou industrializado, for adicionado durante o cozimento, qual será o efeito sobre a carne? Por quê?

15. (UFSCAR 2001) O gene A é responsável pela produção do polipeptídeo X. Seu alelo a não produz o polipeptídeo X. Assim, indivíduos de genótipos AA ou Aa produzem o polipeptídeo X, que está ausente nos indivíduos aa.

Os dois gráficos, I e II, referem-se à velocidade de formação de um determinado produto (VFP), em mg/hora, em dois indivíduos da mesma espécie, quando suas temperaturas variam.



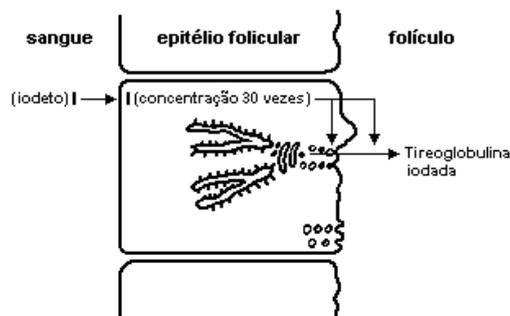
Sabendo que a velocidade de formação do produto (VFP) está relacionada à presença ou ausência do polipeptídeo X, responda.

a. Qual dos gráficos se refere a indivíduo AA ou Aa e qual se refere a indivíduo aa?

b. Pelos dados dos gráficos, qual seria a função mais provável do polipeptídeo X no processo de formação do produto? Como você explicaria o comportamento da curva no gráfico correspondente ao indivíduo AA ou Aa?

16. (UFRRJ 2000) A membrana basal das células tireoideanas tem a capacidade específica de bombear iodeto para o interior da célula. Isto é chamado de sequestro de iodeto. Na glândula normal, a bomba de iodeto é capaz de concentrar o iodeto até cerca de 30 vezes sua concentração no sangue. Quando a glândula tireoide está em sua atividade máxima, a proporção entre as concentrações pode chegar a um valor de até 250 vezes. (...)

O retículo endoplasmático e o complexo de Golgi sintetizam e secretam para dentro dos folículos uma grande molécula glicoprotéica chamada de tireoglobulina.



A partir da análise do texto e da figura, responda às questões propostas.



a. Que tipo de transporte é utilizado para manter as concentrações altas de iodeto no interior da célula?

b. De que forma o retículo endoplasmático rugoso e o complexo de Golgi participam na produção de tireoglobulina?

17. (UFRJ 1999) O gato siamês é um animal de rara beleza pois a pelagem de seu corpo é clara com extremidades - orelhas, focinho, pés e cauda - pretas. A presença do pigmento que dá a cor negra a essas extremidades é o resultado da atividade de uma enzima que fica inativada acima de 34°C.

Explique por que esses animais têm a pelagem negra nas extremidades do corpo.

18. (UFRJ 1997) A glicoquinase e a hexoquinase são duas enzimas que reagem com o mesmo substrato, a glicose. Ambas são enzimas intracelulares que fosforilam a glicose formando glicose 6-fosfato (G6P).

Dependendo da enzima produtora, a G6P pode ser degradada na via da glicólise para gerar energia, ou então ser usada para síntese de glicogênio.

A glicólise ocorre nos tecidos em geral e a síntese de glicogênio ocorre principalmente no fígado. A síntese do glicogênio somente acontece quando existe excesso de glicose no sangue. Essa é uma forma de armazenar esse açúcar.

Observe a figura a seguir, que apresenta as velocidades de reação dessas duas enzimas em função da concentração da glicose. Níveis normais de glicose no sangue estão ao redor de 4mm.

Qual das duas enzimas gera G6P para síntese de glicogênio hepático? Justifique sua resposta.

19. UFRJ 1996) A fenilcetonúria é uma doença que resulta de um defeito na enzima fenilalanina hidroxilase, que participa do catabolismo do aminoácido fenilalanina.

A falta de hidroxilase produz o acúmulo de fenilalanina que, por transaminação, forma ácido fenilpirúvico. Quando em excesso, o ácido fenilpirúvico provoca retardamento mental severo.

Por outro lado, o portador desse defeito enzimático pode ter uma vida normal desde que o defeito seja diagnosticado imediatamente após o nascimento e que sua dieta seja controlada.

A fenilcetonúria é tão comum que mesmo nas latas de refrigerantes dietéticos existe o aviso:

“Este produto contém fenilalanina!”

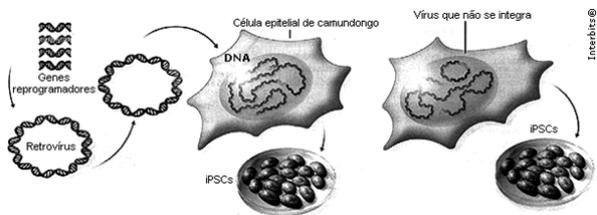
Qual o principal cuidado a tomar com a dieta alimentar de um portador desse defeito enzimático? Por quê?

20. (G1 1996) Quais são os principais elementos químicos de que são formados os seres vivos?



21. (UFBA 2011) Em agosto de 2006, pesquisadores da Universidade de Kyoto publicaram um estudo revolucionário em que revelaram sua fórmula para criar o que chamavam de células-tronco pluripotentes induzidas (iPSCs), a partir de células epiteliais de camundongo. Eles ponderaram que, em vez de introduzir material genético em um óvulo, a inserção de genes normalmente ativos apenas em embriões poderia ser suficiente para reprogramar essa célula a retroceder a um estado embrionário.

Outros pesquisadores, entre 2007 e 2008, em vez de retrovírus, utilizaram adenovírus como veículo para injetar os quatro genes reprogramadores em células de camundongo, sem integrá-los ao genoma celular.



Com base nas informações e nos conhecimentos das Ciências Naturais, é correto afirmar:

01. Células-tronco pluripotentes induzidas simulam células embrionárias jovens, podendo, assim, dar origem a qualquer um dos diversos tipos de células, o que apoia a sua utilização como recurso terapêutico regenerativo.

02. A escolha de genes reprogramadores para transformar células adultas em iPSCs evidencia que, no genoma de um indivíduo, genes se expressam em tempo e intensidade diferentes.

04. As proteínas codificadas pelos genes reprogramadores são substâncias facilmente hidrolisáveis, que têm como fórmula geral $(CH_2O)_n$.

08. A introdução de proteínas codificadas por genes reprogramadores nas células é facilitada, se o meio intracelular for constituído por partículas dispersas, de dimensões superiores às encontradas em colóides.

16. Vírus com dimensões de aproximadamente $10^{-7}m$, utilizados como veículos para produzir células-tronco pluripotentes induzidas, podem ser visualizados com o auxílio de radiação ultravioleta, admitindo-se a frequência e a velocidade de propagação, respectivamente, iguais a $3,0 \cdot 10^{15}Hz$ e $3,0 \cdot 10^8 m/s$.

32. A utilização de adenovírus está relacionada à modalidade mais eficiente de sua replicação, por ser catalisada por uma transcriptase reversa.

ANOTAÇÕES



GABARITO

1. a) Alterações no pH intracelular causam a perda de estrutura espacial das proteínas, fenômeno conhecido por desnaturação. As mudanças na conformação molecular das proteínas interferem decisivamente na sua função.

b) As mudanças na estrutura das enzimas que catalisam as reações do ciclo de Krebs impedem a desidrogenação e a descarboxilação dos substratos que participam desse ciclo. Essas alterações paralisam a fosforilação oxidativa e, conseqüentemente, limitam a produção de energia (ATP).

2. $01 + 02 + 08 = 11$.

[04] Falso. As enzimas são proteínas termolábeis, isto é, apresentam modificações em sua estrutura quando sujeitas a variações da temperatura do ambiente em que atuam.

[16] Falso. A atividade enzimática depende de uma faixa de pH ótimo para realizarem sua atividade catalítica.

3. C – B – A.

As meias-vidas são iguais.

4. $01 + 02 + 04 = 07$.

Estão incorretos os itens:

[08] O metabolismo celular é o conjunto de reações químicas que ocorre na célula, estas reações são controladas por enzimas catalisadoras que são proteínas que aceleram as reações.

[16] O ácido ascórbico é também conhecido como vitamina C. O colágeno fabricado pelo corpo é encontrado nas cartilagens e na derme.

5. a) Muitos genes que causam distúrbios genéticos são recessivos, ou seja, só se manifestam em dose dupla. Como primos em primeiro grau possuem patrimônio genético muito parecido, já que têm ascendentes comuns, a probabilidade de os dois terem o mesmo gene deletério é maior do que em indivíduos não aparentados. Portanto, a chance desses genes aparecerem em dose dupla no filho ou filha também é mais alta.

b) Os fenilcetonúricos não conseguem metabolizar o aminoácido fenilalanina, portanto, devem ser evitados os alimentos ricos em proteínas, principalmente as que contenham fenilalanina.

6. Toda forma de vida depende de reações enzimáticas. As enzimas são catalizadores que dependem, para seu funcionamento, de água (na forma líquida) e temperaturas adequadas, geralmente entre 0°C e 40°C .

7. Enzimas são proteínas, portanto, moléculas sujeitas a desnaturação. Se houver alteração na enzima uma determinada reação deixa de ser catalisada, podendo inclusive não ocorrer.

8. $01 + 08 = 09$

9. Porque o indivíduo B é um heterozigoto, portador do alelo para anemia falciforme e do alelo normal, e por isso produz as duas formas de hemoglobina.

10. a) Inibição competitiva.

Na inibição enzimática do tipo competitivo, o inibidor, mantido em concentração constante, exerce seu efeito com maior intensidade em concentrações baixas de substrato. Com o aumento da concentração do substrato, devido ao efeito competitivo, a inibição tende a diminuir. Dessa forma, em excesso de substrato, a velocidade máxima de reação é a mesma na ausência ou na presença do inibidor.

b) Uma dentre as substâncias e respectiva função:

- sais biliares - emulsificação de gorduras durante a digestão.

- vitamina D (D3) - metabolismo do cálcio e desenvolvimento do tecido ósseo.

11. $01 + 04 + 16 + 64 = 85$

12. a) As vacinas contêm antígenos, substâncias que estimulam o sistema imunológico para a produção de anticorpos específicos.



b) Os soros possuem anticorpos específicos que apresentam um efeito terapêutico.

13. a) A lâmpada aumenta a temperatura ambiental. O aumento da temperatura eleva a taxa metabólica do animal, aumentando a sua atividade, uma vez que ele é pecilotermo. No ambiente natural, o animal expõe-se periodicamente à luz solar para aumentar a temperatura corpórea.

b) Sim. O lagarto teria um aumento excessivo da temperatura corpórea, o que poderia levar à desnaturação de suas enzimas (hipertermia), podendo, inclusive, ocorrer a morte do animal.

14. a) Os amaciantes naturais e industrializados contêm proteases, enzimas relacionadas com a hidrólise das proteínas fibrosas que “endurecem” a carne. No corpo humano, a digestão das proteínas da carne tem início na cavidade gástrica, por ação da enzima pepsina. Prossegue no duodeno, onde atua a tripsina presente no suco pancreático e é finalizada pela atividade das peptidases existentes no suco entérico.

b) O cozimento causará a desnaturação das enzimas presentes nos amaciantes. Desta forma, a carne não sofrerá qualquer efeito, pois as enzimas desnaturadas não poderão desempenhar seu papel como catalisadores biológicos.

15. a) O gráfico I refere-se a um indivíduo AA ou Aa, capazes de produzir o polipeptídeo. O gráfico II representa a formação da substância no indivíduo aa.

b) O polipeptídeo X é uma enzima. A análise do gráfico I revela que a velocidade da formação do produto é dependente da temperatura, o que indica tratar-se de uma reação catalisada.

16. a) Transporte ativo que ocorre com gasto de energia.

b) O retículo endoplasmático rugoso é o responsável pela síntese da porção protéica da tireoglobulina. O complexo de Golgi realiza a associação das partes protéica e glicídica na formação da tireoglobulina iodada.

17. As extremidades do corpo perdem calor para o meio ambiente com mais facilidade e costumam, portanto, apresentar uma temperatura inferior à do restante do corpo. Como a enzima só é ativa abaixo de 34°C, a síntese do pigmento que confere cor negra só ocorrerá nas extremidades do corpo.

18. A hexoquinase possui uma grande afinidade pela glicose, ou seja, ela atinge a velocidade máxima com uma concentração muito pequena de glicose. A glicoquinase exibe uma afinidade bem menor pois somente atinge sua velocidade máxima em concentrações bem mais altas do substrato. Logo, a enzima que contribui para a formação de glicogênio hepático é a glicoquinase, pois esta somente produz G6P com máxima eficiência quando há excesso de glicose no sangue.

19. Evitar a ingestão de alimentos que contenham o aminoácido fenilalanina, pois os “fenilcetonúricos” são incapazes de metabolizar essa substância e correm risco de apresentar graves distúrbios metabólicos com consequências irreversíveis.

20. Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Nitrogênio.

21. $01 + 02 = 03$.

[04] Resposta de Biologia. Incorreto. As proteínas são macromoléculas que contêm átomos de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N) em sua estrutura. Moléculas com fórmula geral $(CH_2O)_n$ são monossacarídeos como a glicose, frutose etc.

[16] Resposta de Física. Incorreto. O gabarito oficial da UFBA dá correta essa proposição. Ela afirma que é possível visualizar o vírus com o auxílio de radiação ultravioleta. Subentende-se que o vírus seja visto por visão direta, sem auxílio de nenhum artefato óptico. Ora, isso é impossível, pois o olho humano não é sensível a esse tipo de radiação. É provável que os autores da questão tenham se esquecido desse detalhe e pensado apenas no fenômeno da difração que é favorecido quando o comprimento de onda da radiação tem a mesma ordem de grandeza do obstáculo, no caso, ambos de dimensão 10^{-7} m. Senão, vejamos:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{15}} \Rightarrow \lambda = 10^{-7} \text{ m.}$$

[32] Resposta de Biologia. Incorreto. Os adenovírus são uma modalidade de vírus que contêm como material genético DNA de cadeia dupla e replicado pelas polimerases da célula hospedeira. A enzima transcriptase reversa está envolvida na replicação e expressão dos retrovírus como, por exemplo, o HIV (vírus da imunodeficiência) humana, causador da AIDS.