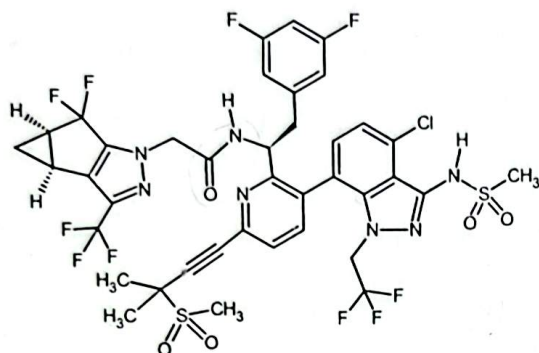




Parte I – Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. O lenacapavir (estrutura representada a seguir) é o princípio ativo de um medicamento antirretroviral utilizado no tratamento da AIDS, enfermidade causada pelo HIV.



Considerando a fórmula estrutural apresentada, são feitas as proposições a seguir.

- Na fórmula do lenacapavir ocorrem as funções orgânicas amina, amida, cetona, haleto orgânico, sulfona e sulfonamida.
- Na estrutura do lenacapavir, há dois átomos de carbono com hibridação sp , 22 com hibridação sp^2 e 15 com hibridação sp^3 .
- Na molécula de lenacapavir há apenas um átomo de carbono quaternário.
- Na molécula de lenacapavir há 11 ligações do tipo π (π) formadas entre átomos de carbono.
- Na molécula de lenacapavir há três átomos de carbono assimétricos.

Marque a alternativa que indica apenas as proposições VERDADEIRAS.

- I, II e IV.
- I, III e V.
- ☒ II, IV e V.
- I, II, III e IV.
- II, III, IV e V.

Questão 2. Um estudante preparou três soluções: (A) 2,0 g de ureia ($M = 60 \text{ g mol}^{-1}$) em 2,0 kg de água; (B) 180,16 g de glicose ($M = 180,16 \text{ g mol}^{-1}$) em 1,0 kg de água; e (C) 92,09 g de glicerina ($M = 92,09 \text{ g mol}^{-1}$) em 2,0 kg de água. Avalie as seguintes afirmativas, assinalando-as com V, se forem verdadeiras, e com F, se forem falsas.

- ☒ O maior aumento ebuliométrico é observado na solução A.
- ☐ O aumento ebuliométrico ocorre na ordem $A > C > B$.

- ☐ A solução C apresenta o menor aumento ebuliométrico.
- ☒ O aumento ebuliométrico é proporcional à molalidade da solução.
- ☐ A solução B apresentará o maior aumento ebuliométrico em função da quantidade de soluto, que é maior comparativamente.

A sequência CORRETA, de cima para baixo, é:

- ☒ F – F – F – V – V.
- V – V – F – F – F.
- V – F – V – F – V.
- F – V – F – V – F.
- V – F – F – F – V.

Questão 3. Em um laboratório de fiscalização agropecuária, um estudante olímpico recebeu a tarefa de verificar o teor proteico de uma amostra de queijo suspeita de adulteração. O método escolhido foi o de Kjeldahl, que converte o nitrogênio orgânico em amônia. Após a digestão de uma amostra de 0,9814 g de queijo, o nitrogênio é oxidado a NH_4^+ , convertido em NH_3 com NaOH e destilado em um frasco coletor contendo 50,00 mL de HCl 0,1047 mol L^{-1} . O excesso de HCl é então titulado com NaOH 0,1183 mol L^{-1} , sendo necessários 22,84 mL para atingir o ponto final, utilizando o indicador azul de bromotimol.

Assinale a fração mássica percentual de proteína no queijo, considerando que, na maioria dos produtos lácteos, há 6,38 g de proteína para cada grama de nitrogênio.

- 15,62 %
- ☒ 23,01 %
- 25,18 %
- 31,24 %
- 46,02 %

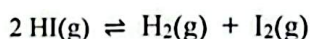
Questão 4. A polimerização é essencial na indústria química, pois gera materiais duráveis, resistentes, elásticos, transparentes e isolantes. Os polímeros têm amplo uso em fibras, filmes, tubos, revestimentos, artigos moldados e implantes médicos. Exemplos conhecidos incluem polietileno, PVC, Teflon, poliestireno, Orlon e Plexiglas. A pedido de uma indústria química, professores elaboraram um manual compacto que reúne teoria e prática sobre as reações de polimerização, com foco no rigor científico e no aprimoramento das práticas reacionais.



Das informações apresentadas nas alternativas a seguir, qual delas NÃO DEVERÁ constar no manual compacto elaborado?

- a) Uma importante reação catalisada por metal é a polimerização de Ziegler-Natta, que produz polímeros de baixa densidade e muito mais resistentes do que os obtidos pela polimerização via radicais.
- b) As polimerizações catalisadas por ácido são realizadas com H_2SO_4 , HF e BF_3 como iniciadores. Como passam por carbocátions intermediários, elas também são chamadas de polimerizações catiônicas.
- c) O poli(cloreto de vinila), PVC, é produzido por uma polimerização regiosseletiva, na qual a adição ocorre apenas no carbono não substituído do monômero, pois o radical formado no carbono vizinho ao cloro é relativamente estável.
- d) A polimerização via radicais, em altas temperaturas e pressões, acontece por um mecanismo em que o iniciador peróxido se decompõe em radicais alcóxila, que começam a polimerização ao se adicionarem à ligação dupla entre os átomos de carbono.
- e) As polimerizações aniônicas são iniciadas por bases fortes, como alquil-lítio, amidas, alcóxidos e hidróxidos. Por exemplo, o 2-ciano-propenoato de metila (α -ciano-acrilato de metila) polimeriza-se rapidamente na presença de traços de hidróxido.

Questão 5. Para a reação de decomposição do iodeto de hidrogênio, representada a seguir, os valores de k são $1,2 \times 10^{-3}$ e $3,0 \times 10^{-5} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ a 700 e 630 K, respectivamente.



Escolha a alternativa que indica quais são os valores da energia de ativação (E_a), em kJ mol^{-1} , e do fator pré-exponencial (A), em $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Dados: $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e $k = A e^{-E_a/RT}$.

- a) $E_a = 386,4$ e $A = 1,01 \times 10^{23}$
- ☒ b) $E_a = 193,2$ e $A = 3,14 \times 10^{11}$
- c) $E_a = 193,2$ e $A = 1,20 \times 10^{-3}$
- d) $E_a = 96,6$ e $A = 5,63 \times 10^5$
- e) $E_a = 83,9$ e $A = 2,21 \times 10^3$

Questão 6. Uma determinada substância A se interconverte em B, em primeira ordem, de modo que, passados 1000 s, a concentração de A se reduz a metade, gerando B em uma concentração $[\text{B}] = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$. Diante disso, avalie as seguintes afirmações, assinalando-as com V se forem verdadeiras e com F se forem falsas:

- ☒ () A lei empírica de velocidade para essa transformação é dada por $v_{\text{dir}} = k_{\text{dir}}[\text{A}]$.
- () A velocidade empírica da reação é $6,93 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$.
- () A constante de velocidade da reação é $693 \text{ } \mu\text{Hz}$.
- () A constante de velocidade dessa reação independe da temperatura.
- () A concentração inicial de A é $0,5 \text{ mol L}^{-1}$.

A sequência CORRETA, de cima para baixo, é:

- ☒ a) V – V – V – F – F.
- b) F – F – F – V – V.
- c) V – V – F – F – F.
- d) F – V – F – V – F.
- e) V – F – F – F – V.

Questão 7. Muitas moléculas encontradas em medicamentos, fragrâncias e produtos naturais apresentam, simultaneamente, mais de um grupo funcional. A correta identificação desses grupos e a aplicação das regras de nomenclatura da IUPAC são essenciais para a comunicação científica internacional, permitindo que pesquisadores de diferentes países reconheçam exatamente a mesma substância química.

Em substâncias multifuncionais, a escolha da função principal determina a numeração da cadeia carbônica e a forma como os demais grupos são indicados no nome oficial. Esse procedimento evita ambiguidades e garante a padronização das informações químicas.

Uma substância orgânica apresenta a seguinte estrutura:



Assinale a alternativa que apresenta corretamente a nomenclatura IUPAC.

- a) Butan-2-ol-1-al
- b) 1-formilpropan-2-ol
- c) 2-hidroxibutanal
- ☒ d) 3-hidroxibutanal
- e) 3-hidroxibutan-1-ol

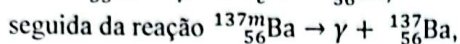
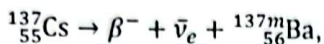
Questão 8. Em 1986, a cidade de Pripjat (sede da usina nuclear ucraniana, vizinha de Chernobyl) foi palco do maior acidente nuclear da história. Relatórios oficiais dão conta de que cerca de 27 kg do isótopo 137 do césio (Cs-137) foram envolvidos no acidente. No ano seguinte, em Goiânia (Brasil), 19 g de Cs-137 foram suficientes para gerar pânico e provocar a morte de pessoas que tiveram contato direto com pequenas quantidades desse material. Passados 24 anos desde o incidente em Goiânia, um tsunami causou, pela interrupção do fornecimento de



Olimpíada Brasileira de Química – 2026 OBQ 2026

Modalidade
B^V

energia do sistema de resfriamento, o superaquecimento e a vaporização de cerca de 4,7 kg de Cs-137, colocando o incidente de Fukushima como o segundo maior acidente nuclear da história. O decaimento radioativo do Cs-137 pode ser descrito por meio da reação nuclear representada a seguir



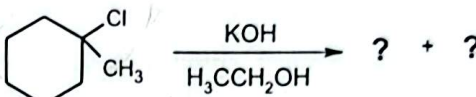
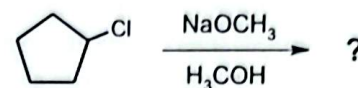
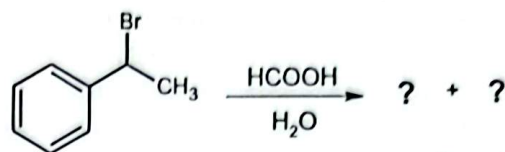
em que o tempo de meia-vida do Cs-137 é de aproximadamente 30 anos, enquanto o tempo de meia-vida para o bário nuclearmente excitado (metabário, $^{137m}_{56}\text{Ba}$) é de, aproximadamente, 2,55 minutos. Essas transformações nucleares são acompanhadas da liberação de partículas beta (β^-), antineutrino do elétron ($\bar{\nu}_e$) e radiação gama (γ). A massa molar do Cs-137 é 136,91 g mol⁻¹. Diante dos dados apresentados, avalie as seguintes afirmações sobre estes sistemas radioativos, assinalando-as com V, se forem verdadeiras, e com F, se forem falsas.

- (☒) Se em 1986 toda a massa de 27 kg do Cs-137 fosse distribuída no ambiente de Pripyat, em 2026 espera-se observar cerca de 13,5 kg de $^{137m}_{56}\text{Ba}$. ~~X~~
- (☐) Cerca de 197,22 mol de Cs-137 ainda estão presentes em Pripyat.
- (☐) Passados trinta anos, não há mais Cs-137 em Pripyat, ao contrário do observado em Fukushima.
- (☐) Para a quantidade de Cs-137 envolvida no acidente radiológico de Goiânia, é esperado que todo o material tenha sofrido decaimento.
- (☒) Em todos os casos, as quantidades de Cs-137 já sofreram degradação total.

A sequência CORRETA, de cima para baixo, é:

- a) V – V – F – V – F.
b) F – V – V – F – V.
c) F – F – F – V – V.
d) V – V – V – V – V.
~~e) F – F – F – F – F.~~

Questão 9. As reações de substituição e eliminação são fundamentais na química orgânica porque permitem transformar moléculas de forma controlada, criando novas funções e ajustando suas propriedades químicas. Juntas, essas reações são pilares da síntese orgânica moderna, permitindo desde a produção de princípios ativos para fármacos até o desenvolvimento de materiais avançados. Considere as reações representadas a seguir:



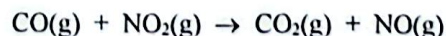
Assinale a alternativa que indica um produto que **NÃO** PODE ser obtido ao se realizar essas reações.

- a)
- b)
- c)
- ~~d)~~
- e)

Questão 10. Considere os valores de entalpia de formação molar padrão ($\Delta_f H^\circ$) no quadro a seguir.

Substância	$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol ⁻¹)
CO(g)	-100,5
CO ₂ (g)	-393,5
NO(g)	+90,2
NO ₂ (g)	+33,2

Marque a alternativa que apresenta o valor correto da variação de entalpia (em kJ) da reação representada a seguir.

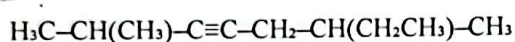


- a) -427,0
b) -380,6
~~c) -236,0~~
d) -159,6
e) +159,6



Questão 11. Os combustíveis de aviação sustentáveis (SAF – Sustainable Aviation Fuel) vêm sendo desenvolvidos a partir de biomassa e de resíduos orgânicos. Uma das estratégias envolve a produção de hidrocarbonetos com estruturas específicas capazes de reproduzir propriedades físicas semelhantes às do querosene convencional. A presença de ramificações e de diferentes tipos de ligações carbono-carbono influencia diretamente características como a volatilidade, a estabilidade térmica e a eficiência energética.

Os combustíveis sustentáveis têm estimulado pesquisas sobre hidrocarbonetos de cadeia complexa. Considere a molécula representada pela fórmula condensada:



Sobre essa molécula, assinale a alternativa CORRETA.

- a) Apresenta cadeia fechada, homogênea, ramificada e insaturada.
- ☒ b) Apresenta cadeia aberta, homogênea, ramificada e insaturada.
- c) Possui dois átomos de carbono terciários e um de carbono quaternário.
- d) Possui três átomos de carbono com hibridação sp^2 e dois com hibridação sp .
- e) Possui apenas átomos de carbono primários e secundários.

Questão 12. Durante uma investigação sobre a estrutura da matéria, uma pesquisadora obteve quatro evidências experimentais independentes, cada uma proveniente de um experimento distinto, conforme descrito a seguir.

Experimento 1: Um feixe de partículas α atravessa uma fina lâmina metálica, e apenas uma pequena fração sofre desvios superiores a 90° .

Experimento 2: Um metal, quando iluminado por radiação de frequência suficientemente elevada, emite elétrons instantaneamente.

Experimento 3: Um feixe de elétrons produz um padrão de difração ao atravessar um cristal.

Experimento 4: O espectro de emissão do hidrogênio consiste em linhas discretas e não em um contínuo de frequências.

Considerando exclusivamente as conclusões que podem ser extraídas dessas evidências, é possível inferir que os experimentos

- a) 1, 2, 3 e 4 demonstram que a posição e a velocidade de uma partícula podem ser determinadas simultaneamente com precisão arbitrária.

- b) 1 e 3 demonstram que elétrons e partículas α possuem natureza exclusivamente ondulatória.
- c) 1 e 4 são suficientes para concluir que os elétrons possuem comportamento dual onda-partícula.
- ☒ d) 2 e 3 fornecem evidências complementares de que a radiação eletromagnética e a matéria não podem ser descritas exclusivamente pelos modelos clássicos de onda ou de partícula.
- e) 2 e 4 demonstram que a energia associada aos elétrons em um átomo pode variar continuamente.

Questão 13. A indústria farmacêutica dedica grande atenção à estereoquímica dos princípios ativos dos medicamentos. Em muitos casos, moléculas com a mesma fórmula molecular e a mesma sequência de ligações podem apresentar diferentes arranjos espaciais, resultando em efeitos biológicos distintos. O organismo humano é composto por sistemas quirais, como enzimas e receptores, capazes de reconhecer seletivamente determinadas configurações moleculares.

Um exemplo clássico é o ibuprofeno, cujo efeito terapêutico está associado principalmente a um de seus enantiômeros. Por isso, compreender as relações entre a estrutura tridimensional e a atividade biológica tornou-se um aspecto fundamental no desenvolvimento de novos fármacos. O fármaco ibuprofeno apresenta um centro estereogênico e é comercializado principalmente na forma de um único enantiômero biologicamente mais ativo.

Sobre os pares de moléculas enantioméricas, assinale a alternativa CORRETA.

- a) Diferem quanto à fórmula molecular.
- b) São imagens especulares superponíveis.
- c) São classificados como isômeros constitucionais.
- d) Apresentam necessariamente temperaturas de ebulição diferentes.
- ☒ e) Possuem propriedades físicas idênticas em meio aquiral, diferindo apenas na interação com luz polarizada.

Questão 14. A acidez de compostos orgânicos desempenha um papel importante em processos biológicos, industriais e ambientais. Substâncias como fenóis, álcoois e ácidos carboxílicos podem estar presentes em efluentes industriais, em produtos farmacêuticos e em materiais de origem vegetal. O comportamento ácido dessas moléculas influencia sua reatividade química, sua solubilidade em água e sua interação com organismos vivos. Embora todas essas substâncias possuam átomos de



hidrogênio potencialmente ionizáveis, a extensão em que a ionização ocorre depende da estabilidade da espécie formada após a ionização. Fatores estruturais, como ressonância e efeitos eletrônicos, são determinantes para explicar as diferenças observadas em suas forças ácidas.

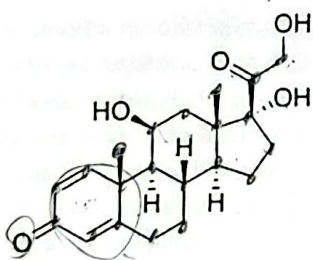
Considere as substâncias:

- I. Ácido benzoico;
- II. Ácido propanoico;
- III. Ácido propenoico;
- IV. Ácido trifluoroacético.

A ordem CORRETA de acidez crescente é:

- a) $I < II < III < IV$.
- b) $II < III < IV < I$.
- c) $III < II < IV < I$.
- d) $I < IV < II < III$.
- e) $II < III < I < IV$.

Questão 15. A prednisolona é um fármaco do grupo dos anti-inflamatórios esteroidais. Sua estrutura química é apresentada a seguir.



Há disponível um frasco com 80 mL desse medicamento, constituído por uma solução com concentração de $18,02 \text{ g L}^{-1}$. Para ser administrada a um paciente, a solução precisa ser diluída, e para tal foram adicionados 40,00 mL de água. Considerando que os volumes são aditivos, a concentração em quantidade de substância (mol L^{-1}) da solução, após a diluição, é de:

- a) 0,01.
- b) 0,02.
- ☒ c) 0,03.
- d) 0,04.
- e) 0,05.



$$\text{IPH} = 8$$

19C

C₂₁H₂₇

C₂₁H₂₈O₅

$$360 \text{ g/mol}$$

$$5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 80}{120}$$

$$m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$$

$$m = \frac{m_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2}$$

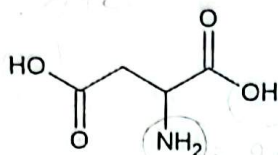


4053
Olimpíada Brasileira de Química – 2026
OBQ 2026

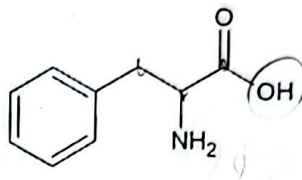
Modalidade
B

Parte II – Questões Analítico-Expositivas

Questão 16. Edulcorantes são aditivos alimentares que conferem sabor doce aos alimentos. O aspartame é um adoçante artificial, um dipeptídeo constituído por Asp-Phe (estrutura dos aminoácidos representada a seguir), no qual o grupo carboxílico terminal (da Phe) foi modificado pela adição de um grupo metil.



Ácido aspártico - Asp



Fenilalanina - Phe

- Desenhe a estrutura do aspartame.
- Quais são as funções orgânicas presentes na estrutura do aspartame?
- O aminoácido Asp tem pK_a igual a 1,94 (a-carboxila), 9,75 (a-amino) e 3,78 (cadeia lateral); Phe tem pK_a igual a 2,2 (a-carboxila) e 9,3 (a-amino). Desenhe a estrutura do aspartame em pH 7.
- Explique por que o aspartame é pouco estável em meio fortemente ácido ($pH < 3$).
- No metabolismo do aspartame, formam-se os aminoácidos Asp e Phe, além de metanol. Qual dos dois aminoácidos é mais solúvel em água? Justifique sua resposta.

Questão 17. A escolha de substâncias para aplicações industriais depende diretamente de suas propriedades físicas e químicas. Substâncias orgânicas com massas molares semelhantes podem apresentar comportamentos muito diferentes quanto à solubilidade, volatilidade, acidez e temperatura de ebulição. Essas diferenças decorrem principalmente dos grupos funcionais presentes e das interações intermoleculares estabelecidas entre as moléculas. O estudo das relações entre a estrutura molecular e as propriedades macroscópicas é essencial para áreas como a indústria química, a farmacêutica e a de materiais. Compreender essas correlações permite prever o comportamento de substâncias em processos de separação, síntese e formulação de produtos.

Os compostos butano, butan-1-ol e ácido butanoico possuem massas molares semelhantes, mas apresentam propriedades bastante distintas. Considerando as informações apresentadas, responda aos itens seguintes.

- Identifique a força intermolecular ~~predominante~~ em cada substância.
- Disponha essas substâncias em ordem crescente de temperatura de ebulição. Justifique a ordem disposta. *Butanol < ácido butanoico < butano*
- Compare a solubilidade no solvente água, em temperatura ambiente, do butan-1-ol e do ácido butanoico e justifique.
- Indique qual das três substâncias apresenta maior acidez e justifique.
- Escreva a equação química que representa a reação de conversão de butan-1-ol em ácido butanoico, descrevendo todas as etapas envolvidas e informando as condições necessárias de temperatura, pH e catalisador.

Questão 18. A vida na Terra é possível graças à energia emitida pelo Sol. Essa energia é produzida em seu núcleo por meio da fusão nuclear, processo no qual núcleos de hidrogênio se unem para formar hélio, liberando uma enorme quantidade de energia.

O núcleo do Sol é constituído por aproximadamente 36 % de hidrogênio (^1H) e 64 % de hélio (^4He) em massa. Devido às elevadas temperaturas e pressões existentes nessa região, os átomos encontram-se completamente ionizados, isto é, todos os elétrons foram removidos. Esse estado da matéria é denominado plasma e é formado por prótons, núcleos de hélio e elétrons livres.



Olimpíada Brasileira de Química – 2026 OBQ 2026

Modalidade
B

Considere que, no núcleo do Sol, a densidade é igual a 158 g cm^{-3} e a pressão é igual a $2,5 \times 10^{11} \text{ atm}$.

- a) Calcule o número total de quantidade de substância de partículas (prótons, núcleos de hélio e elétrons), presentes em 1 cm^3 do núcleo do Sol.
- b) Calcule a porcentagem do volume efetivamente ocupado pelas partículas nas seguintes situações:
- o hidrogênio gasoso (H_2), a 300 K e 1 atm ;
 - o hidrogênio líquido, cuja densidade é $0,09 \text{ g cm}^{-3}$.
- c) Considere que:
- o o volume de uma molécula de hidrogênio (H_2) é igual ao dobro do volume de um átomo de hidrogênio;
 - o o átomo de hidrogênio pode ser considerado uma esfera de raio igual ao raio de Bohr, $r_B = 0,53 \times 10^{-8} \text{ cm}$.
- Compare os valores obtidos para os dois estados físicos.
- d) Sabendo que, no núcleo do Sol, os átomos encontram-se completamente ionizados, formando um plasma constituído por prótons, núcleos de hélio e elétrons livres, calcule a porcentagem do volume ocupado por essas partículas em 1 cm^3 de plasma. (plasma solar: desprezar o volume dos elétrons)
- e) Considere que o raio de um núcleo atômico é dado por $r = (1,4 \times 10^{-13} \text{ cm})A^{1/3}$, em que A representa o número de massa do núcleo. Utilizando a Lei dos Gases Ideais, $PV = nRT$, estime a temperatura do núcleo do Sol e compare o valor encontrado com a temperatura necessária para que ocorra a fusão nuclear do hidrogênio em hélio, $1,5 \times 10^7 \text{ K}$. Comente o resultado obtido.

Questão 19. Suponha que uma cidade costeira pretenda investir recursos públicos em apenas um dos seguintes projetos:

Projeto I: Instalação de painéis fotovoltaicos.

Projeto II: Dessalinização de água do mar por osmose reversa.

Projeto III: Planta industrial para produção de biocombustíveis de segunda geração a partir de resíduos lignocelulósicos.

A Tabela 1 apresenta dados de estudos técnicos preliminares, que forneceram os seguintes indicadores médios.

Tabela 1: Indicadores médios obtidos a partir de estudos preliminares.

Indicador	Projeto I (Fotovoltaico)	Projeto II (Dessalinização)	Projeto III (Biocombustíveis)
Pegada de carbono operacional	$45 \text{ g CO}_2\text{-eq kW h}^{-1}$	$1,80 \text{ kg CO}_2\text{-eq m}^{-3}$ de água produzida	$22 \text{ g CO}_2\text{-eq MJ}^{-1}$ de combustível
Consumo energético específico	-	$4,5 \text{ kW h m}^{-3}$ de água dessalinizada	$0,35 \text{ MJ consumidos por MJ produzido}$
Custo operacional unitário	$\text{R\$ } 0,18 \text{ kW h}^{-1}$ gerado	$\text{R\$ } 5,40 \text{ m}^{-3}$ de água produzida	$\text{R\$ } 3,20 \text{ L}^{-1}$ de combustível
Vida útil média	25 anos	20 anos	18 anos
Geração anual de resíduos sólidos	$1,5 \text{ kg MW h}^{-1}$	12 kg MW h^{-1}	28 kg MW h^{-1}

Como consultor científico da prefeitura, responda corretamente às seguintes questões.

- a) Identifique os principais benefícios ambientais de cada projeto.
- b) Compare, quantitativamente e com contextualização, os três projetos com base nos dados apresentados.
- c) Indique e discuta as limitações químicas, energéticas e econômicas de cada projeto.
- d) Analise os possíveis impactos indiretos de cada projeto associados a: 1 - emissões de carbono ou ao uso de recursos naturais; 2 - geração de resíduos; e 3 - efeitos sobre os ecossistemas.



- e) Considerando exclusivamente os dados fornecidos e os princípios da Química Verde, indique qual projeto deveria receber prioridade de investimento e justifique sua decisão de forma quantitativa e qualitativa.

Questão 20. Diversas reações metabólicas envolvem transferência de elétrons entre moléculas. Como o pH dos fluidos biológicos é aproximadamente igual a 7, utiliza-se o potencial biológico padrão, representado por E^* , em vez do potencial padrão E° , definido para soluções nas quais a concentração de íons H^+ é igual a $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ ($pH = 0$). A relação entre o potencial padrão e o potencial biológico padrão pode ser obtida pela equação de Nernst, dada por

$$E = E^\circ - \frac{0,05916}{n} \log Q,$$

em que E é o potencial do eletrodo (V); E° é o potencial padrão do eletrodo (V); n é o número de elétrons transferidos; Q é o quociente da reação.

Para soluções em $pH = 7$, considere $[H^+] = 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$.

Quando necessário, utilize também as seguintes relações:

$$\Delta G^\circ = -nF\Delta E^\circ$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

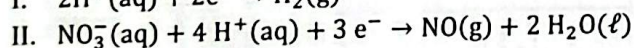
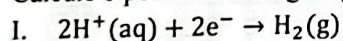
ou

$$\log K = \frac{n\Delta E^\circ}{0,05916}$$

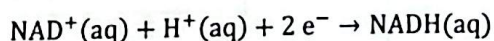
Considere ainda:

- o Temperatura: $T = 298 \text{ K}$
- o Constante dos gases: $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- o Constante de Faraday: $F = 96 485 \text{ C mol}^{-1}$
- o Potencial padrão da redução do hidrogênio: $2 H^+(aq) + 2 e^- \rightarrow H_2(g)$ $E^\circ = 0,0 \text{ V}$
- o Potencial padrão da redução do nitrato: $NO_3^-(aq) + 4 H^+(aq) + 3 e^- \rightarrow NO(g) + 2 H_2O(l)$ $E^\circ = +0,957 \text{ V}$

- a) Calcule o potencial biológico padrão (E^*) para as semirreações representadas a seguir.



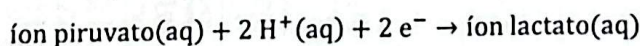
- b) A redução da biomolécula NAD^+ ocorre segundo a reação representada a seguir



$$E^* = -0,399$$

Sabendo que $E^\circ = -0,099 \text{ V}$, calcule o potencial biológico padrão (E^*) dessa semirreação.

- c) Durante o metabolismo celular, o íon piruvato é reduzido a íon lactato segundo a reação representada a seguir



cujo potencial biológico padrão é $E^* = -0,190 \text{ V}$. Com base nessas informações,

- I. escreva a reação global espontânea entre os pares biológicos $NAD^+/NADH$ e íon piruvato/íon lactato;
- II. determine o potencial biológico padrão da reação global;
- III. determine o potencial padrão da reação global.

- d) Utilizando os resultados obtidos no item (c), determine:

- I. a variação da energia livre padrão de Gibbs (ΔG°);
- II. a constante de equilíbrio (K) da reação global.

Interprete os resultados obtidos, indicando se a reação é espontânea e se os produtos ou os reagentes são favorecidos no equilíbrio químico.