

OLIMPIÁDA
MINEIRA

QUÍMICA



Instruções:

- 1 – Esta prova contém 25 (vinte e cinco) questões de múltipla escolha e 4 (quatro) questões discursivas.
- 2 – O tempo de duração da prova é de 2 (duas) horas.
- 3 – O sistema abrirá às 15:30 h e fechará às 17:30 h.
- 4 – É importante que você tenha disponível para realização da prova: Tabela Periódica, lápis, caneta, borracha, papel. Não será necessário enviar nenhum material escaneado, todas as questões devem ser respondidas no sistema.
- 5 – Não é necessário apresentar o detalhamento dos cálculos nas questões discursivas, apenas a resposta final.

Realização:



UF *m* G

Apoio:

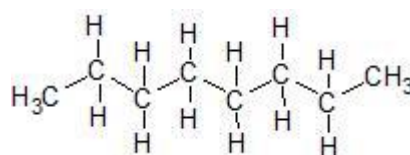


Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. Escolha qual das vidrarias abaixo é utilizada na separação de uma mistura homogênea de dois líquidos.

- a) Funil de separação
- b) Coluna de fracionamento**
- c) Funil de Büchner
- d) Frasco Kitasato

Questão 2. Considere uma mistura de água e octano (cuja estrutura está representada a seguir).



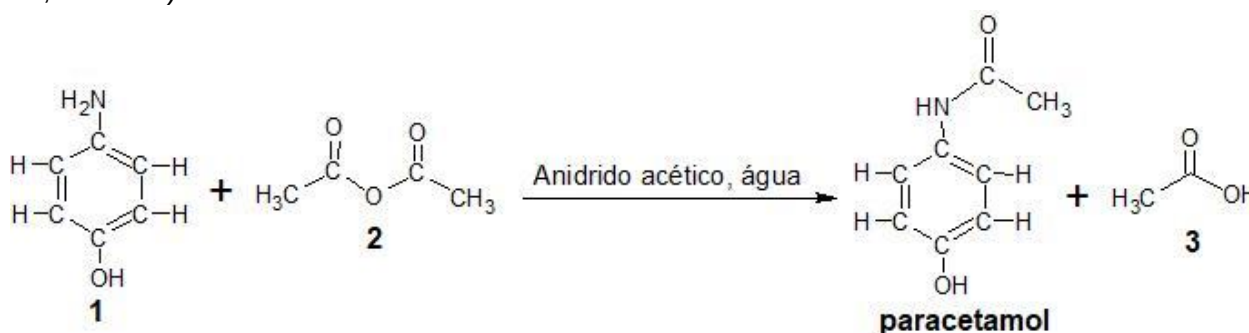
Em relação a essa mistura, analise as afirmações abaixo.

- I. A mistura é homogênea.
- II. O octano possui fórmula molecular C₈H₁₆.
- III. A mistura pode ser separada utilizando-se um funil de separação.
- IV. A água e o octano realizam interações do tipo ligação de hidrogênio entre si.
- V. A mistura pode ser separada por destilação.
- VI. A água é mais densa que o octano, porque possui uma maior massa molar.

O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) uma.**
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

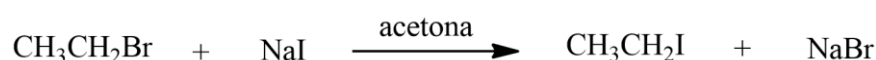
Questão 3. A reação representada abaixo é a última etapa de uma rota sintética do paracetamol, princípio ativo de medicamentos para alívio da dor. (Baptistella, L. H. B. et al. Química Nova 2003, 26, 284-286)



Considere que, ao realizar essa reação, adicionou-se a um balão de reação 485,0 mg do composto 1, cujo grau de pureza é de 90%, e 1,00 mL (1,08 g, grau de pureza de 95%) de anidrido acético (2), que atua como reagente e, também, como solvente da reação. Sabendo que o rendimento da reação é de 75%, **indique** a massa (em mg) de paracetamol que é obtida.

- a) 671,8
- b) 453,5
- c) 604,6
- d) 503,8

Questão 4. Considere a reação entre bromoetano e iodeto de sódio, representada abaixo, que ocorre em meio homogêneo e cuja lei de velocidade é $v = k[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}][\text{I}^-]$.



Em relação a esse processo, analise as afirmações a seguir:

- I. A reação é de primeira ordem em relação ao bromoetano.
- II. A velocidade da reação é maior no início da reação.
- III. Pode-se acelerar a reação diminuindo-se a quantidade de acetona, desde que o bromoetano e o iodeto de potássio permaneçam solúveis.
- IV. A velocidade da reação depende da diferença de energia livre entre os produtos e reagentes.
- V. Pode-se aumentar a velocidade da reação removendo-se brometo de sódio do meio de reação.
- VI. O uso de um catalisador aumentaria a energia de ativação da reação.

Estão **CORRETAS** as afirmações:

- a) I, III e V.
- b) III, V e VI.
- c) I, II e III.
- d) I, II e V.

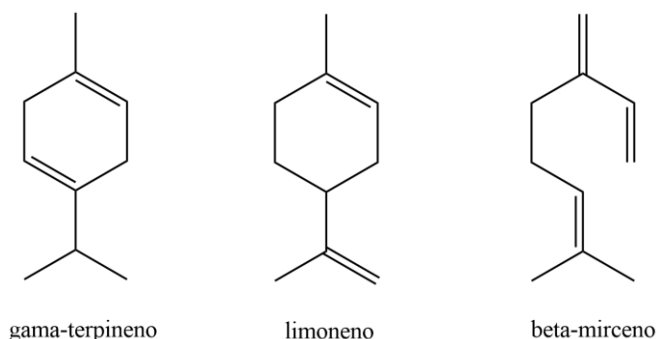
Questão 5. A β -galactosidase, também chamada de lactase, é uma enzima utilizada industrialmente para a obtenção de produtos lácteos isentos de lactose. Para esse fim, a lactose sofre hidrólise, gerando glicose e galactose. Considerando as informações apresentadas, analise as seguintes afirmações:

- I. A lactose é um monossacarídeo.
- II. A β -galactosidase é um polímero formado por aminoácidos.
- III. A adição de β -galactosidase desloca o equilíbrio da reação de hidrólise da lactose no sentido de formação dos produtos.
- IV. A galactose é um lipídeo.
- V. A glicose é um dissacarídeo.
- VI. A adição de β -galactosidase ao leite faz com que a reação de hidrólise da lactose ocorra mais rapidamente.

O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) duas.
- b) três.
- c) quatro.
- d) cinco.

Questão 6. Berzelius propôs em 1823 que substâncias de mesma composição, mas que apresentassem diferentes propriedades, fossem chamadas de isoméricas (palavra de origem grega que significa composto de partes iguais), nascendo assim o conceito de isomerismo. Isômeros constitucionais são espécies químicas que apresentam a mesma fórmula molecular, porém, apresentam diferentes propriedades (temperatura de fusão e ebulição, viscosidade etc.). Considere a estrutura dos compostos abaixo, que estão presentes no óleo essencial de limão.



Em relação a esses compostos, indique a afirmação **CORRETA**:

- a) O gama-terpineno é um composto aromático e isômero do limoneno.
- b) O limoneno é um composto insaturado, aromático e não é isômero dos outros dois compostos.
- c) O beta-mirceno é um hidrocarboneto alifático, saturado e isômero do limoneno.
- d) O gama-terpineno, o limoneno e o beta-mirceno são isômeros constitucionais.

Questão 7. Uma das descobertas mais notáveis do século XX trata-se da natureza química e estrutura tridimensional do ácido desoxirribonucleico (ADN), o material genético que permite que células vivas se reproduzam e transmitam suas características a seus descendentes de modo quase perfeito. Em relação ao ADN, indique a afirmação **CORRETA**.

- a) É um polímero formado por aminoácidos.
- b) Está presente apenas em organismos eucariotos.
- c) É constituído por átomos de C, H, N, O e P.
- d) É constituído pelas bases nitrogenadas adenina, guanina, citosina e uracila.

Questão 8. Estudantes realizaram um experimento no qual quatro velas foram acesas: duas em ambiente fechado e duas em ambiente aberto, sendo que a altura das velas foi medida ao longo do tempo. Na medida não se considerou a parte superior da vela. Duas velas foram denominadas de “A” e continham 11 g de parafina, ao passo que as outras duas velas foram denominadas de “B” e continham 17 g de parafina. Todas as velas apresentavam raio de 2 cm. Os estudantes construíram para cada experimento um gráfico relacionando os valores de altura da vela (h) e tempo de

combustão (t), obtendo, por regressão linear, uma reta cuja equação é $h = h_0 - v \times t$, em que h_0 é a altura inicial da vela e v , a velocidade média de consumo da vela. Os parâmetros obtidos em cada experimento estão sumarizados no quadro abaixo. (Leal, C. et al. Educación Química, 2014, 25, 93-96)

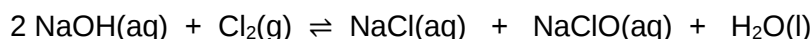
Quadro. Parâmetros da equação da reta que descreve o consumo de uma vela acesa ao longo do tempo, sob diferentes condições.

Parâmetros da equação da reta	Velas "A"		Velas "B"	
	Ambiente aberto	Ambiente fechado	Ambiente aberto	Ambiente fechado
h_0 (cm)	7,6	7,8	12,7	12,9
v (cm min ⁻¹)	0,11	0,08	0,17	0,09
R	0,9984	0,9989	0,9961	0,9971

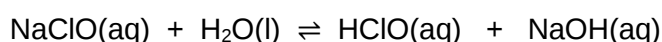
Considerando as informações apresentadas, indique a afirmação **INCORRETA**.

- a) Os dados indicam que a maior disponibilidade de oxigênio desloca o equilíbrio da reação estudada no sentido de formação dos produtos.
- b) Os dados sugerem que a equação da velocidade da reação inclui a concentração do comburente.
- c) A reação que ocorre durante a queima da vela aumenta a umidade e a concentração de dióxido de carbono no ambiente fechado.
- d) Em ambiente fechado, a quantidade de combustível disponível praticamente não afetou a velocidade da reação.

Questão 9. A água sanitária comercial contém em sua composição de 2 a 2,5% de hipoclorito de sódio em água. Esse produto pode ser obtido por meio da reação de cloro gasoso com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, conforme representado a seguir:



Ao diluir-se corretamente a água sanitária antes do uso, promove-se um aumento da concentração de HClO em solução, espécie mais ativa na desinfecção de superfícies, resultante da hidrólise do hipoclorito de sódio conforme representado pela equação química a seguir:



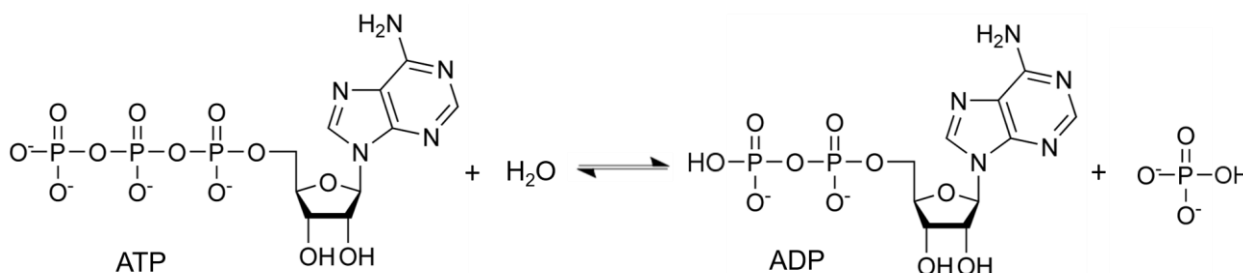
Em relação a esse processo, considere as afirmações a seguir:

- I – As espécies NaCl e NaClO apresentam apenas ligações iônicas entre os átomos constituintes.
 II – O composto HClO é denominado ácido hipocloroso.
 III – O estado de oxidação do átomo de cloro nos compostos Cl₂, NaCl e HClO é 0, -1 e +1 respectivamente.
 IV – NaClO é considerado um sal neutro, assim como o NaCl.

Em relação as essas afirmações, é **CORRETO** inferir que:

- a) I e IV são verdadeiras.
 b) II, III e IV são verdadeiras.
 c) apenas a afirmação III é verdadeira.
 d) II e III são verdadeiras.

Questão 10. A molécula trifosfato de adenosina (ATP) é utilizada nos seres vivos para armazenamento de energia. Quando há demanda de energia pelo organismo para realizar um determinado processo, ocorre a hidrólise do ATP formando adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico conforme representado pela equação química abaixo:



Sabendo que a variação de entalpia dessa reação a 25 °C é de -5,4 kcal mol⁻¹ e que a variação de entropia é de +15 cal mol⁻¹ K⁻¹, indique a afirmação **CORRETA**:

- a) a reação de hidrólise do ATP não é espontânea, pois a variação de entropia é positiva.
 b) a reação é exotérmica porque a quebra da ligação O-P na molécula de ATP libera energia.
 c) a reação é espontânea, pois a variação da energia livre de Gibbs é negativa com valor de -5,1 kcal mol⁻¹.
 d) nenhuma das afirmações anteriores é correta.

Questão 11. Os halogênios são capazes de se ligar entre si por meio de ligações covalentes formando uma série de compostos homo- ou heteronucleares. Um exemplo de molécula heteronuclear é o trifluoreto de cloro (ClF₃), cuja temperatura de ebulição é de aproximadamente 12 °C, sendo, portanto, gasoso à temperatura ambiente. A temperatura de ebulição de um composto depende, entre outros fatores, da geometria e polaridade das moléculas que o compõem. Dentre as alternativas abaixo, indique aquela que contém a molécula cuja geometria é a mesma da molécula de ClF₃.

- a) XeF₃⁺
 b) BF₃

- c) PCl_3
- d) SO_3^{2-}

Questão 12. O fenômeno meteorológico conhecido como “poeira asiática” ou “poeira amarela” ocorre todos os anos no leste asiático, sendo mais evidente na primavera. A poeira fina originada de desertos da China e Mongólia é carregada pelo vento até países vizinhos como Rússia, Coreia do Sul, Coreia do Norte e Japão, prejudicando a visibilidade e qualidade do ar. Na ausência de vento, essas partículas finas lentamente se depositam sobre a terra, água do mar e demais superfícies. Essas partículas, de tamanho aproximado entre 2,5 a 10 μm , são compostas majoritariamente por óxidos de silício, alumínio e ferro(III). Em relação a esse processo, considere as afirmações abaixo:

- I. O ar puro, na ausência de qualquer material particulado, não pode ser considerado uma mistura.
- II. As fórmulas químicas dos óxidos citados no enunciado podem ser escritas como SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , respectivamente.
- III. A mistura de ar e poeira amarela pode ser considerada uma dispersão coloidal, que prejudica a visibilidade devido à dispersão de luz.

Em relação a essas afirmações, é **CORRETO** inferir que:

- a) todas as afirmações são verdadeiras.
- b) I e II são verdadeiras.
- c) I e III são verdadeiras.
- d) somente II é verdadeira.

Questão 13. O osmômetro é um equipamento que mede a osmolalidade de uma solução. Como a osmolalidade está relacionada com a molalidade (quantidade substância de soluto por quilograma de solvente), é possível medir a concentração de determinado soluto em uma amostra utilizando esse equipamento. A análise é feita por meio da medida da temperatura de congelamento da amostra, de forma que, quanto mais soluto houver em solução maior será a redução na temperatura de congelamento da mesma quando comparado ao do solvente puro. O funcionamento do osmômetro se baseia em uma de quatro propriedades de soluções que dependem apenas da concentração de moléculas ou íons de soluto e não de sua natureza. Indique a afirmação abaixo que não está relacionada com uma dessas propriedades:

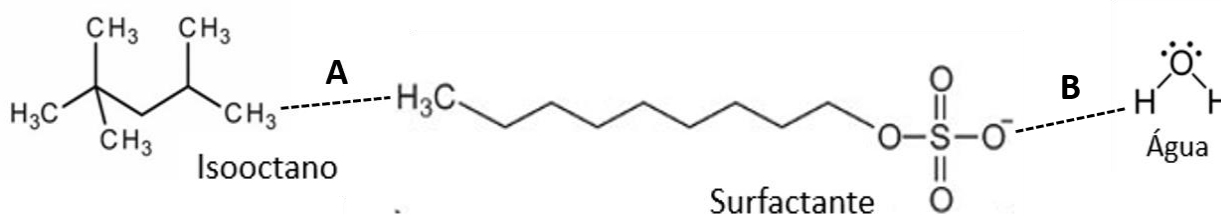
- a) a mistura de 5% de etanol em água diminui sua temperatura de ebulição para 78 °C.
- b) a pressão de vapor da água pura é menor que a de uma solução aquosa de glicose.
- c) os oceanos não se congelam por inteiro nos polos da Terra.
- d) o pepino murcha em solução de NaCl se transformando em picles.

Questão 14. As teorias de ligação química nos permitem entender certas propriedades dos materiais. Por exemplo, a forte interação eletrostática entre os íons, abordada pela ligação iônica, explica a elevada temperatura de fusão dos sólidos iônicos. Da mesma forma, a teoria do “mar de elétrons” utilizada para os metais explica algumas propriedades dessas espécies químicas. Indique a alternativa que contenha a propriedade dos metais que não é explicada pela teoria do “mar de elétrons”:

- a) ductibilidade.

- b) alta densidade de massa.
 c) condução de eletricidade.
 d) condução de calor.

Questão 15. Moléculas anfipáticas, ou anfífilas, são moléculas que possuem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica na mesma estrutura, sendo solúveis em meio aquoso e também em substâncias hidrofóbicas como lipídios e solventes orgânicos. Um exemplo dessas moléculas são os surfactantes, presentes em diversos produtos, desde produtos de limpeza e beleza até combustíveis. Quando presente na gasolina, o surfactante interage com o isooctano (principal componente do combustível) e a água, que está presente em pequenas quantidades. Considerando a figura abaixo, indique a alternativa que contenha as interações intermoleculares mais adequadas representadas pelas linhas tracejadas A e B.



- a) A: dipolo-dipolo induzido; B: ligação de hidrogênio.
 b) A: forças de London; B: dipolo-dipolo induzido.
 c) A: forças de London; B: íon-dipolo.
 d) A: dipolo-dipolo induzido; B: dipolo-dipolo.

Questão 16. Nos processos de tratamento da água, é comum o uso de reagentes químicos para coagular/flocular partículas coloidais, facilitando sua decantação. Esses reagentes formam precipitados que aglomeram as partículas coloidais presentes na água, formando sólidos de maior tamanho, chamados flocos, que decantam e podem ser removidos com maior facilidade. Um dos reagentes coagulantes mais utilizados é o sulfato de alumínio, que gera em água o hidróxido de alumínio, um sólido gelatinoso. (Grassi, M. T. As águas do planeta Terra. Química Nova na Escola, Caderno Temático, n. 1, p. 31-40, 2001.)

A formação do hidróxido de alumínio ocorre em meio básico e pode ser representada pela seguinte equação não balanceada:



Indique a massa de NaHCO₃ (em kg) requerida para reagir com 2,0 kg de Al₂(SO₄)₃, sabendo que a reação ocorre com rendimento de 100%.

- a) 0,49
 b) 4,43
 c) 2,95
 d) 1,47

Questão 17. As pilhas, também chamadas de células galvânicas, são dispositivos que convertem energia química em energia elétrica, sendo utilizadas em relógios, calculadoras, brinquedos, controles remotos, entre outros. Entre as afirmações a seguir, indique a **CORRETA** sobre o funcionamento das pilhas.

- a) A oxidação ocorre no polo negativo e a redução ocorre no polo positivo.
- b) O anodo é o polo negativo, por receber elétrons vindos do catodo.
- c) O fluxo de elétrons ocorre do catodo para o anodo.
- d) A diferença de potencial da célula é sempre menor que zero.

Questão 18. O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que muda de cor dependendo do pH do meio em que se encontra, de acordo com a descrição contida no quadro abaixo.

pH	Cor
> 7,6	Azul
6,0 – 7,6	Verde
< 6,0	Amarelo

Esse indicador terá **coloração amarela** quando misturado com:

- a) uma solução de amônia ou de soda cáustica.
- b) suco de limão ou refrigerante.
- c) água destilada.
- d) uma solução de bicarbonato de sódio.

Questão 19. Em relação ao ciclo biogeoquímico do oxigênio, analise as seguintes afirmações.

- I. A camada de ozônio (O_3), localizada na estratosfera, atua na absorção da radiação ultravioleta.
- II. O oxigênio na forma de O_2 é consumido na queima de combustíveis fósseis.
- III. A fotossíntese e a respiração animal têm como produto o oxigênio na forma de O_2 .
- IV. O oxigênio pode ser combinado com minerais na litosfera, formando óxidos e sais.

O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) uma.
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

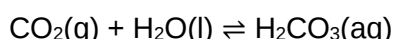
Questão 20. Considere a mistura de 12,0 mL de uma solução de NaCl $31,0 \text{ g L}^{-1}$ com 4,0 mL de uma solução de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) $547,5 \text{ g L}^{-1}$. **Indique** a alternativa que apresenta a concentração em quantidade de substância desses solutos na solução resultante.

- a) $0,53 \text{ mol L}^{-1}$ de NaCl e $0,40 \text{ mol L}^{-1}$ de sacarose.

- b) 0,53 mol L⁻¹ de NaCl e 0,077 mol L⁻¹ de sacarose.
c) 0,40 mol L⁻¹ de NaCl e 0,40 mol L⁻¹ de sacarose.
d) 0,40 mol L⁻¹ de NaCl e 0,077 mol L⁻¹ de sacarose.

Questão 21. O dióxido de carbono tem boa solubilidade em água (90,1 mg/100 g de água a 20 °C). Essa boa solubilidade é atribuída, em parte, a reações das quais esse gás participa em meio aquoso. (Silva, L. A.; Carvalho, L. S.; Lopes, W. A.; Pereira, P. A. P.; Andrade, J. B. Solubilidade e Reatividade de Gases. Química Nova, v. 40, n. 7, p. 824-832, 2017.)

Considere a reação exotérmica, representada a seguir, que se encontra em equilíbrio.



Em qual das seguintes situações a solubilidade do dióxido de carbono iria diminuir?

- a) Com um aumento da temperatura.
b) Com uma diminuição da pressão e da temperatura.
c) Com um aumento da pressão e diminuição da temperatura.
d) Com um aumento da pressão.

Questão 22. Entre as afirmações abaixo, indique a que contém uma informação **INCORRETA** sobre o fenômeno da chuva ácida.

- a) O aumento da acidez da chuva ocorre principalmente pelo aumento da concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera.
b) A água da chuva não poluída já é ligeiramente ácida, devido ao equilíbrio com o dióxido de carbono presente na atmosfera.
c) A chuva ácida, além de afetar os seres vivos, também danifica estruturas de mármore, que são compostas de CaCO₃.
d) A formação da chuva ácida se restringe às áreas onde a poluição se originou, não afetando localidades circunvizinhas.

Questão 23. O modelo atômico do início do século XX, que se propõe a descrever as linhas espectrais observadas nos diferentes átomos é:

- a) modelo de Rutherford, que demonstrou com os experimentos com partículas alfa a existência do núcleo atômico.
b) modelo de Bohr, que afirma que quando os elétrons mudam de uma órbita para outra absorvem ou emitem energia.
c) modelo de Thomson, que demonstrou a existência dos elétrons por meio da detecção por tubos de raios catódicos.
d) modelo de Dalton, que estabelece a conservação das massas em um sistema fechado.

Questão 24. As Leis Empíricas dos gases ideais foram fundamentais para o desenvolvimento da Termodinâmica. Sobre os gases ideais, considere as afirmações:

- I. à temperatura constante, o volume de uma certa massa constante de um gás é inversamente proporcional à pressão a qual está submetida.
 II. à pressão constante o volume de uma certa massa de um gás é proporcional à temperatura absoluta a qual está submetida.
 III. à volume constante, a pressão de uma certa massa constante de um gás é proporcional à temperatura absoluta a qual está submetida.

As afirmações **CORRETAS** são:

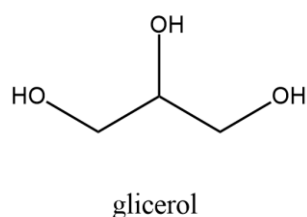
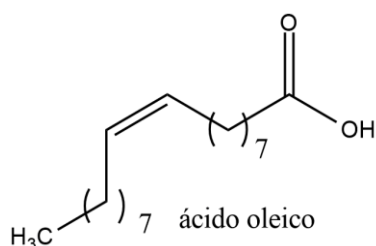
- a) apenas I e II.
 b) apenas I e III.
 c) apenas II e III.
d) I, II e III.

Questão 25. Muitos fenômenos na natureza apresentam comportamentos matemáticos descritos por funções exponenciais. Na pandemia de COVID-19 (coronavírus) essas funções foram usadas para descrever o crescimento do número de pessoas infectadas na população. Na química nuclear, a descrição de processos de decaimentos radiativos envolve decaimentos exponenciais, em que é **CORRETO** afirmar que:

- a) o tempo de meia-vida é o tempo necessário para que todos os átomos radioativos presentes em uma amostra desintegram-se.
b) o tempo de meia-vida é o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos presentes em uma amostra desintegre-se.
 c) o tempo de meia-vida depende do número de átomos radioativos presentes na amostra.
 d) o tempo de meia-vida é o mesmo para todo e qualquer núcleo radioativo.

Questões Discursivas

Questão 26. O azeite de oliva é composto majoritariamente de triglicerídeos, que são ésteres derivados do glicerol e de três equivalentes de ácidos graxos, majoritariamente ácido oleico. Entretanto, ele também pode conter ácidos graxos livres em teores que podem variar de acordo com a maturação, estocagem, sistema de obtenção do azeite, entre outros. Um dos parâmetros para se avaliar a qualidade de um azeite de oliva é o índice de acidez, cujo valor não deve ser superior a 0,8%, de acordo com as normas da ANVISA (Silva, L. F. O. et al. Bragantia 2012, 71, 202-209). O índice de acidez é determinado por titulação ácido-base e expresso como porcentagem em massa de ácido oleico (admite-se que todo o ácido graxo titulado corresponda a ácido oleico) em relação à massa de azeite.

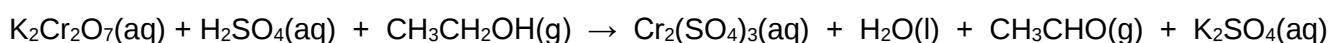


- a) **Escreva** a fórmula molecular de um triglicerídeo considerando os compostos apresentados.

b) **Escreva** uma equação química, utilizando fórmulas moleculares, para a reação envolvida na titulação de um ácido graxo.

c) Para determinar a acidez do azeite de oliva “Mineirinho”, dissolveram-se 2,0 g do azeite em 25,0 mL de solução de éter-álcool etílico (2:1) neutra com indicador fenolftaleína e realizou-se a titulação com solução padrão de NaOH 0,10 mol L⁻¹. Ao fim da titulação, foram gastos 0,5 mL de solução de NaOH. **Indique** o índice de acidez do azeite de oliva “Mineirinho”.

Questão 27. O bafômetro é um dispositivo utilizado para medir a concentração de álcool etílico (CH₃CH₂OH) na corrente sanguínea de uma pessoa por meio da análise do ar que ela exala. O dispositivo mais simples e descartável contém uma mistura de sílica umedecida com ácido sulfúrico e solução de dicromato de potássio. A reação de oxirredução que ocorre no dispositivo está representada pela equação (não balanceada) a seguir:



Com base nessas informações, responda:

a) **Escreva** a equação iônica simplificada para a reação representada.

b) **Identifique** o agente redutor, o agente oxidante e o número de elétrons envolvidos na reação global acima.

c) **Faça** uma previsão sobre o valor do ângulo de ligação C–C–O na molécula de álcool etílico e na molécula de etanal. **Justifique** sua resposta.

Exemplo de justificativa: na molécula de água podemos prever que o ângulo de ligação H–O–H é menor do que 109,5°. Isso ocorre porque...

Questão 28. Num experimento de química, um estudante realizou a reação de 4,2 g de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) com 125 mL de vinagre (solução 0,8 mol L⁻¹ de ácido acético, CH₃COOH). O gás carbônico produzido foi armazenado em um recipiente coletor.

a) **Escreva** a equação química da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio.

b) **Indique** qual é o reagente limitante. **Justifique** sua resposta.

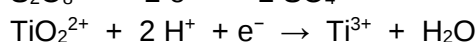
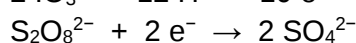
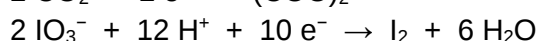
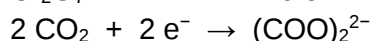
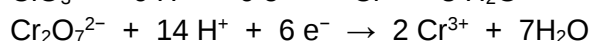
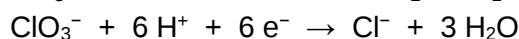
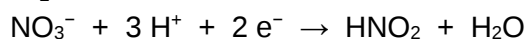
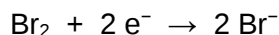
c) **Indique** o volume em litros (L) de gás carbônico produzido na reação, considerando uma temperatura de 27 °C e 1 atm de pressão.

d) A reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre é endotérmica. Durante a ocorrência da reação, o estudante iria notar um aquecimento ou resfriamento ao segurar o recipiente no qual ocorre a reação? **Explique** sua resposta.

Questão 29. Um dos desafios mais importantes para as tecnologias futuras é maximizar o ganho de energia a partir de fontes renováveis: solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica e biomassa. Embora elas representem fontes de energia limpa e altamente abundantes, com um enorme potencial físico, elas são intermitentes, o que se aplica principalmente à energia solar. Isso significa que elas não estão disponíveis quando ou onde necessárias, ou não o tempo inteiro: o sol se põe, o vento deixa de soprar etc. Uma das soluções possíveis para esse problema é armazenar energia em um meio duradouro e móvel. Ligações químicas representam tal meio. Em geral, esse é o conceito das células solares de combustível. Tal sistema já existe pronto na natureza: a fotossíntese. As plantas utilizam a luz do sol para produzir combustível (carboidratos) a partir de água e gás carbônico, mas precisam de solo fértil e clima favorável. Por outro lado sistemas fotossintéticos artificiais não são limitados por

essas restrições e são capazes de produzir combustível com uma densidade de energia maior, como o hidrogênio. A decomposição da água por meio de uma célula fotoeletroquímica é um processo poderoso, mas ainda complexo. Com base no texto e nos seus conhecimentos, responda às seguintes questões:

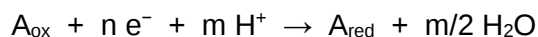
1. **Indique** quais das semi-equações abaixo possuem potencial de redução dependente do pH.



2. Usando a equação de Nernst

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

em que R é a constante universal dos gases perfeitos, T é a temperatura absoluta, n é a quantidade de substância de elétrons (mol) e F é a constante de Faraday ($F = 96.485 \text{ C}$), **indique** a equação que expressa a dependência entre o potencial de redução da reação genérica representada a seguir e o pH.



Essa dependência é logarítmica, exponencial, quadrática ou linear? **Justifique** com a equação.

3. Considere duas reações genéricas, representadas a seguir, que podem ocorrer em um eletrólito:



a) **Qual** das duas reações possíveis deverá ocorrer a $p = 1 \text{ atm}$ e $T = 298,15 \text{ K}$? A substância **B** irá oxidar a substância **C** ou a substância **C** irá oxidar a substância **B**? **Escreva** a equação química balanceada da reação que ocorre entre **B** e **C**.

b) **Determine** o potencial padrão para essa reação.

c) **Calcule** a constante de equilíbrio para essa reação.

4. Agora considere um sistema eletroquímico de duas reações, representadas a seguir, que podem ocorrer em uma célula experimental resfriada, na qual uma delas é dependente do pH e a outra não:



a) Sabendo que a constante de equilíbrio da redução de **E** é $2,56 \times 10^5$ e a temperatura é 262 K , **determine** o potencial de redução de **E** e o potencial da reação entre **D** e **E**.

b) **Determine** qual é o pH correspondente ao potencial calculado no item anterior.