

OLIMPIÁDA
MINEIRA

QUÍMICA



Instruções:

- 1 – Esta prova contém 20 questões de múltipla escolha e três questões discursivas.
- 2 – Antes de iniciar a prova, confira se todas as folhas estão presentes. Caso haja algum problema, solicite a substituição da prova.
- 3 – Você está recebendo dois cadernos:
 - a) OMQ 2023 Questões – que você poderá levar ao final da prova.
 - b) OMQ 2023 Respostas – que você entregará ao aplicador ao final da prova.**
- 4 – **Responda às questões de 1 a 20 (escolhendo a alternativa adequada) no caderno de respostas. As três questões discursivas (21, 22 e 23) devem ser respondidas no espaço indicado para as respostas, no caderno OMQ 2023 de Respostas.**
- 5 – O tempo de duração da prova é de 3:00 horas.
- 6 – O período de sigilo da prova é de 90 minutos.
- 7 – Será permitido o uso de calculadoras não programáveis.
- 8 – Preencha os dados [**nome, escola, e-mail pessoal e nome do(a) professor(a)**] na primeira folha do caderno de respostas **com letra legível**. Esses dados serão fundamentais para contato com os premiados na OMQ. **ESCREVA O E-MAIL USANDO LETRA LEGÍVEL.**

Realização:



UF **m** G

Apoio:

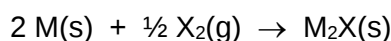


Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. Os coloides são misturas que apresentam partículas com tamanho intermediário entre as soluções e as suspensões, sendo formadas por partículas com diâmetro aproximado de 5 a 1000 nm, que permanecem dispersas em seu meio dispersante. **Assinale** a alternativa que contém **apenas** exemplos de coloides:

- a) salmoura, leite, manteiga e fumaça.
- b) maionese, lama, isopor e leite de magnésia.
- c) leite, maionese, isopor e fumaça.
- d) soro fisiológico, manteiga, lama e leite de magnésia.

Questão 2. A formação de um sólido iônico de fórmula M_2X , em que M é um elemento pertencente ao grupo dos metais e X dos ametais, pode ser escrita conforme equação abaixo:



Visando determinar a variação de entalpia envolvida nessa reação, uma estudante organizou um quadro contendo os valores de energia de etapas na qual essa reação poderia ser dividida.

Etapa	Energia (kJ)
$M(s) \rightarrow M(g)$	+ 108
$M(g) \rightarrow M^+(g) + e^-$	+ 496
$X_2(g) \rightarrow 2 X(g)$	+ 498
$X(g) + e^- \rightarrow X^-(g)$	- 141
$X^-(g) + e^- \rightarrow X^{2-}(g)$	+ 844
$2 M^+(g) + X^{2-}(g) \rightarrow M_2X(s)$	- 2478

Baseando-se no quadro acima, avalie as afirmações abaixo e assinale a alternativa **CORRETA**:

- I – O valor da entalpia de formação do sólido M_2X é igual a - 673 kJ.
- II – O elemento X deve pertencer ao grupo 17 da tabela periódica.
- III – A etapa cujo valor de energia é igual a 844 kJ corresponde à 2ª afinidade eletrônica do elemento X.
- IV – O composto X_2 apresenta uma ligação simples entre seus átomos.

O número de afirmações **VERDADEIRAS** é igual a:

- a) 0.
- b) 1.
- c) 2.
- d) 3.

Questão 3. Deseja-se preparar 100,0 mL de uma solução de nitrato de alumínio na concentração de $0,2 \text{ mol L}^{-1}$, a partir do sal hidratado $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ($M = 375 \text{ g mol}^{-1}$). Analise as afirmações a seguir sobre essa solução.

- I – A quantidade de substância de íons NO_3^- nessa solução será igual a 0,06 mol.
- II – A solução pode ser preparada utilizando 7,5 g do sal $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.
- III – A concentração de íons Al^{3+} na solução será igual a $0,6 \text{ mol L}^{-1}$.
- IV – A quantidade de substância de nitrato de alumínio na solução será igual a 0,06 mol.

Assinale a alternativa com as afirmações **CORRETAS**:

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

Questão 4. Processos de corrosão causam bilhões em prejuízo no mundo e o estudo deles é vital para evitar tamanho prejuízo. Dois dos processos corrosivos mais comuns são a oxidação pelo ar úmido e a corrosão pela chuva ácida. Veja abaixo um quadro com alguns compostos muito utilizados na construção civil e obras de arte expostos a essas condições corrosivas.

Quadro 1 – Compostos (ou principais componentes de misturas) usados na construção civil e obras de arte expostos ao ambiente e seus potenciais de redução, quando se aplicam.

Material	Potencial de Redução (V)
Ferro: $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	– 0,440
Cobre: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+ 0,342
Zinco: $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	– 0,762
Cimento e argamassa: até 30% de Cal – óxido de cálcio	Não se aplica
Pedra-sabão: composição básica é o Talco - $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Não se aplica

Sabendo que o potencial de redução da água na presença de oxigênio é de $-0,401 \text{ V}$ e que este processo aumenta o pH do meio, dentre os compostos listados, indique o número de materiais resistentes à corrosão em ar úmido e à chuva ácida, respectivamente:

- a) 4 e 2.
- b) 3 e 1.
- c) 5 e 2.
- d) 1 e 4.

Questão 5. Qual das afirmações abaixo descreve um processo de fusão nuclear?

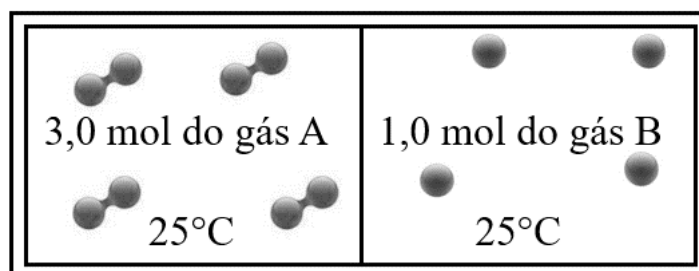
- a) Núcleos de urânio dividem-se e produzem nêutrons de alta energia, causando uma reação em cadeia.
- b) Um núcleo de hélio une-se a um núcleo de hidrogênio para formar uma partícula alfa.
- c) Dois núcleos de hidrogênio juntam-se para formar um núcleo de hélio.
- d) Dois núcleos de hélio juntam-se para formar um núcleo de hidrogênio.

Questão 6. Uma solução aquosa de sacarose ($M = 342,30 \text{ g mol}^{-1}$) possui fração mássica de 30,00% e densidade igual a $1,1270 \text{ g mL}^{-1}$. **Indique** qual deve ser a provável temperatura de ebulição (em $^{\circ}\text{C}$) dessa solução.

Dados: $\Delta T_e = K_e \times b$, em que ΔT_e é a variação da temperatura de ebulição do solvente, K_e é a constante ebullioscópica e b a molalidade da solução. $K_e = 0,512 \text{ }^{\circ}\text{C mol}^{-1} \text{ kg}$ e temperatura de ebulição da água igual a $100,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

- a) 100,51
- b) 100,64
- c) 99,50
- d) 99,36

Questão 7. O recipiente abaixo, de volume total de 2,0 L, está dividido em dois compartimentos iguais e contém as quantidades de substância de 2 gases perfeitos nas temperaturas informadas na figura.



Marque a alternativa que apresenta os valores corretos de pressão parcial de cada gás na mistura formada após a remoção da separação entre os 2 gases. **Dados:** $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $T (\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$

- a) $p_A = 36,6 \text{ atm}$ e $p_B = 12,2 \text{ atm}$
- b) $p_A = 48,8 \text{ atm}$ e $p_B = 16,3 \text{ atm}$
- c) $p_A = 73,3 \text{ atm}$ e $p_B = 24,4 \text{ atm}$
- d) $p_A = 12,2 \text{ atm}$ e $p_B = 4,1 \text{ atm}$

Questão 8. Nitrogênio e hidrogênio gasosos reagem para formar amônia gasosa, de acordo com a seguinte equação termoquímica:



Em relação à espontaneidade desta reação é **CORRETO** afirmar que:

- a) será espontânea.
- b) será não espontânea.
- c) está no equilíbrio.
- d) não é possível definir.

Questão 9. O hipoclorito de sódio é muito utilizado para cloração de piscinas uma vez que tem propriedades bactericidas e alvejantes. Sua obtenção ocorre por meio da reação entre o cloro gasoso e o hidróxido de sódio, de acordo com a seguinte equação química NÃO BALANCEADA:



No mercado consumidor o hipoclorito é normalmente encontrado na forma de uma solução 2% em fração mássica e densidade $1,0 \text{ g mL}^{-1}$. Considerando que a pureza do NaOH é de 90%, qual seria a massa (em g) aproximada de hidróxido de sódio para obtenção de 2000 mL de solução de hipoclorito?

- a) 48
- b) 43
- c) 39
- d) 35

Questão 10. A variação de entalpia de um sistema é igual ao calor liberado ou absorvido em pressão constante. Qual é a equação em que a entalpia medida à 1 bar representa a entalpia padrão de formação da água líquida?

- a) $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b) $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- c) $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- d) $2 \text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

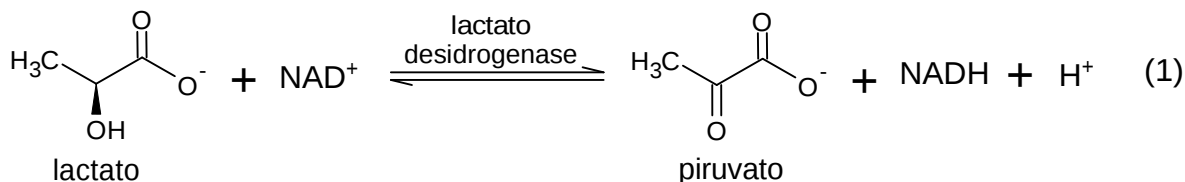
Questão 11. Existem várias formas de alterar a velocidade de uma reação. Dentre as opções abaixo indique em qual haverá diminuição da velocidade da reação.

- a) Adicionar pó de níquel, que é um catalisador, na reação de hidrogenação de um alqueno de cadeia longa.
- b) Diminuir a pressão do óxido nitroso (N_2O) que se degrada em nitrogênio e oxigênio, numa reação de ordem zero.
- c) Remover parte do gás inerte usado como solvente na reação de formação de iodeto de hidrogênio gasosos a partir de hidrogênio e iodo moleculares também no estado gasoso.
- d) Substituir um fio de cobalto em serpentina desgastado por um novo de mesma espessura, mas reto, que passa dentro da tubulação industrial e catalisa uma reação de hidrogenação seletiva.

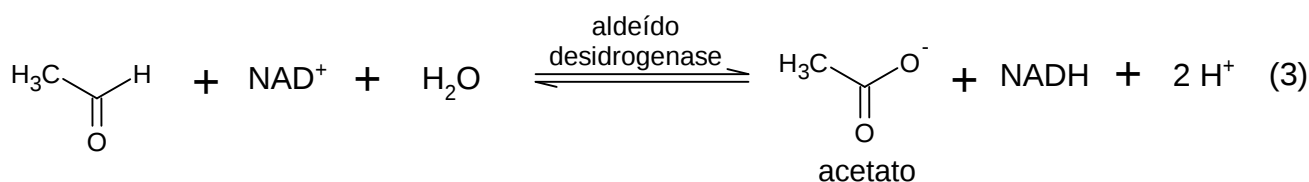
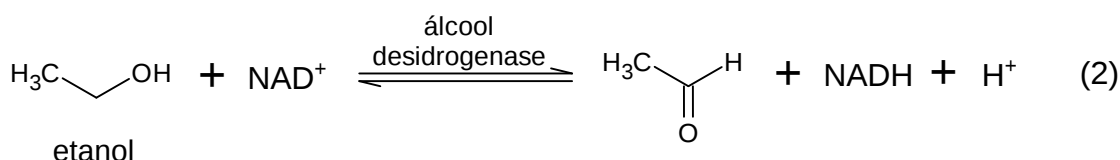
Questão 12. Assinale a alternativa **INCORRETA** sobre a poluição aquática:

- a) A proliferação exagerada de algas e cianobactérias limita a passagem da luz solar para as regiões mais profundas dos corpos hídricos, impedindo a fotossíntese das plantas que ali vivem.
- b) A eutrofização de um corpo hídrico é um fenômeno que ocorre se não houver alta disponibilidade de nutrientes, como fósforo e nitrogênio.
- c) Quando bactérias e outros microrganismos decompõem a matéria orgânica em um corpo hídrico, ocorre consumo do oxigênio que se encontra dissolvido na água.
- d) O oxigênio liberado pela fotossíntese de algas e cianobactérias na superfície de um corpo hídrico em geral vai para a atmosfera, de forma que não contribui consideravelmente como fonte desse gás para os animais aquáticos.

Questão 13. Em determinadas condições, o organismo humano é capaz de produzir glicose a partir de piruvato por meio de um processo denominado gliconeogênese. O piruvato, por sua vez, é produzido a partir de lactato em uma reação catalisada pela enzima lactato desidrogenase (equação 1).



Ao se ingerir bebidas alcóolicas, o etanol é metabolizado em duas etapas, gerando acetato (equações 2 e 3). A ingestão excessiva de bebidas alcóolicas pode levar a quadros de hipoglicemia ao inibir a produção de glicose por meio de gliconeogênese.



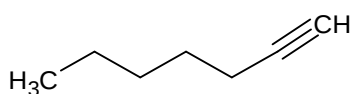
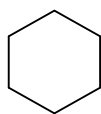
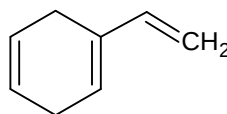
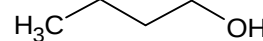
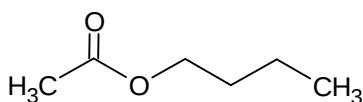
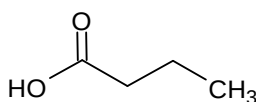
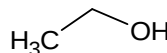
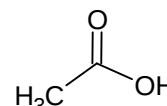
A partir das informações acima, analise as afirmações a seguir.

- I – Ao se ingerir etanol, este é metabolizado e sofre oxidação ao passo que a coenzima NAD^+ sofre redução.
- II – A ingestão de etanol resulta no deslocamento do equilíbrio da reação representada pela equação 1 no sentido de formação de piruvato.
- III – Em indivíduos com lactato desidrogenase muito ativa, o equilíbrio se desloca no sentido da formação de piruvato.
- IV – A hipoglicemia causada pela ingestão de etanol pode estar relacionada ao aumento da concentração de NADH .
- V – Na reação representada pela equação 2, o etanol é convertido em uma cetona, que é então convertida em acetato na reação representada pela equação 3.
- VI – O excesso de etanol leva a um aumento de NAD^+ , o que pode inibir a gliconeogênese.

As afirmações **CORRETAS** são apenas:

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

Questão 14. Considere a estrutura das moléculas das substâncias **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** e **H** e analise as afirmações a seguir.

**A****B****C****D****E****F****G****H**

- I – As substâncias **B** e **C** são classificadas como substâncias aromáticas.
 II – A substância **A** é um alquino e a substância **E** trata-se de um anidrido.
 III – A substância **E** pode ser hidrolisada para gerar as substâncias **D** e **H**.
 IV – A substância **D** tem maior solubilidade em água do que a substância **C**.
 V – A substância **E** pode ser obtida pela condensação das substâncias **G** e **F**.
 VI – Ao se adicionar a substância **H** em água, observa-se um aumento do pH.

Estão **CORRETAS** apenas as afirmações:

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

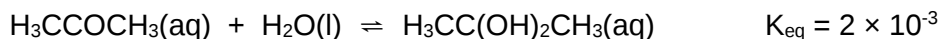
Questão 15. Considere as afirmações a seguir sobre moléculas presentes em seres vivos.

- I – Os monossacarídeos são açúcares que apresentam, em geral, baixa solubilidade em água.
 II – A sacarose e a lactose são açúcares que podem ser classificados como monossacarídeos.
 III – Os ácidos nucleicos são assim denominados por possuírem grupo carboxila em sua estrutura.
 IV – São exemplos de lipídeos os triglicerídeos e os hormônios testosterona, glucagon e insulina.
 V – Dipeptídeos constituem-se de dois aminoácidos ligados entre si por interações do tipo ligação de hidrogênio.
 VI – Um nucleosídeo é constituído por uma base nitrogenada ligada covalentemente a um resíduo de açúcar.

Está(ão) **CORRETA(S)** apenas a(s) afirmação(ões):

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

Questão 16. Aldeídos e cetonas podem reagir reversivelmente com a água para formar hidratos. Considere as reações de hidratação do acetaldeído e da acetona e suas constantes de equilíbrio a 25 °C, representadas a seguir, e marque a afirmativa **CORRETA**.



- a) A proporção entre o acetaldeído e seu respectivo hidrato em solução aquosa diminui ao se diluir a solução.
- b) A reação de hidratação da acetona apresenta maior ΔG° que a reação de hidratação do acetaldeído.
- c) A reação de hidratação do acetaldeído é mais rápida que a reação de hidratação da acetona.
- d) Nenhuma das afirmativas apresentadas está correta.

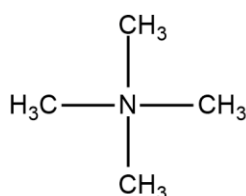
Questão 17. Considere as seguintes afirmações sobre o ciclo biogeoquímico do carbono:

- I – Quando ocorre um incêndio florestal, o carbono do ecossistema destruído vai majoritariamente para o solo na forma de cinzas.
- II – Um organismo vivo pode liberar carbono para a atmosfera por meio dos processos de respiração e de fotossíntese.
- III – A queima de combustíveis fósseis é um processo que libera carbono para a atmosfera na forma de gases como CO_2 e CO .
- IV – As plantas são consideradas produtoras primárias de alimento no ciclo do carbono, pois produzem carboidratos a partir do CO_2 atmosférico.

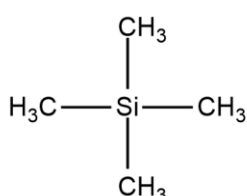
Assinale a alternativa com as afirmações **CORRETAS**:

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

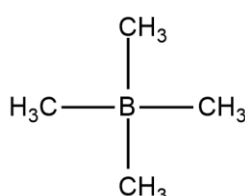
Questão 18. Abaixo são apresentadas quatro estruturas moleculares, sem as possíveis cargas:



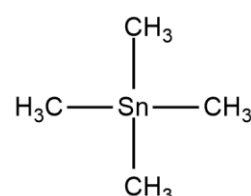
I



II



III

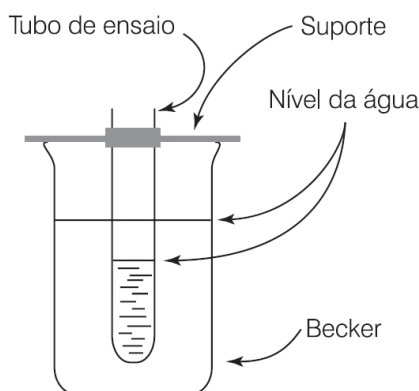


IV

Indique qual composto é aniônico e qual é catiônico, respectivamente:

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

Questão 19. O sistema de aquecimento usando banho-maria é muito utilizado na culinária. Este sistema consiste em aquecer, cozinhar ou derreter, qualquer elemento ou ingrediente num recipiente mergulhado em outro recipiente, com água fervente. Abaixo é mostrada uma montagem de um sistema para aquecimento de água num béquer usando banho maria.

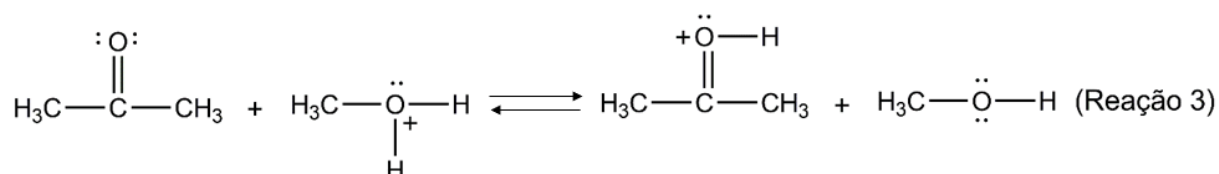
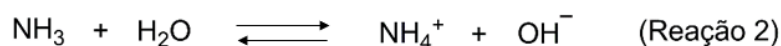
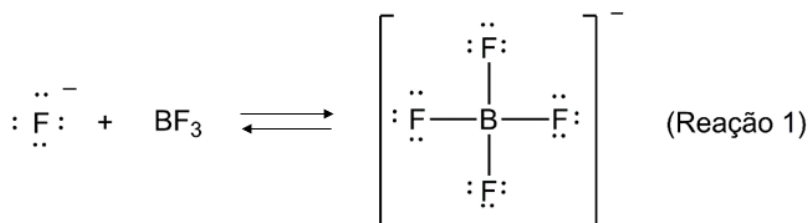


Esquema do sistema de aquecimento de água. (Fonte: MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, Nº 7, 30-34, 1998).

Considerando que água do béquer está em processo de ebulição e que a temperatura da água contida no béquer é dada por $T_{\text{H}_2\text{O, béquer}}$ e a da água que se encontra no tubo de ensaio equivale à $T_{\text{H}_2\text{O, tubo de ensaio}}$, assinale a afirmativa **CORRETA**.

- a) $T_{\text{H}_2\text{O, béquer}} = T_{\text{H}_2\text{O, tubo de ensaio}}$ e a água do tubo de ensaio também entrará em ebulição.
- b) $T_{\text{H}_2\text{O, béquer}} > T_{\text{H}_2\text{O, tubo de ensaio}}$ e a água do tubo não entrará em ebulição.
- c) $T_{\text{H}_2\text{O, béquer}} = T_{\text{H}_2\text{O, tubo de ensaio}}$ e a água do tubo de ensaio não entrará em ebulição.
- d) $T_{\text{H}_2\text{O, béquer}} > T_{\text{H}_2\text{O, tubo de ensaio}}$ e a água do tubo entrará em ebulição.

Questão 20. Diversas definições já foram criadas para a classificação de substâncias em ácidos e bases. Três das definições mais utilizadas são a de Arrhenius, a de Brønsted-Lowry e a de Lewis. Com base nas reações representadas abaixo, assinale a alternativa **CORRETA**:

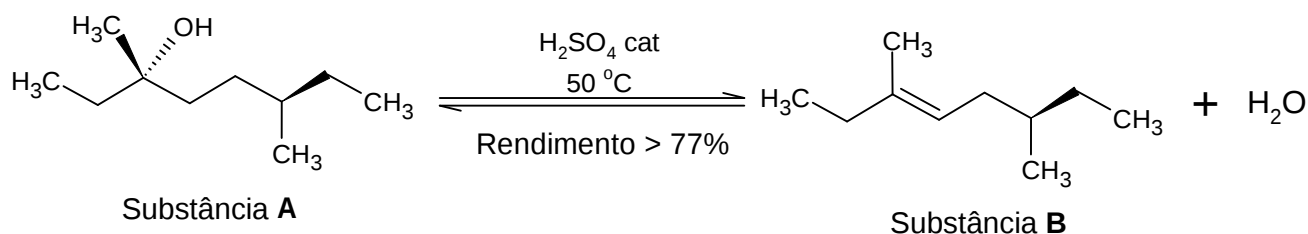


- a) A reação 1 não pode ser classificada como uma reação ácido-base, pois nenhuma espécie está doando ou recebendo H^+ .
- b) No equilíbrio representado pela reação 2, o íon amônio atua como um ácido segundo as três teorias ácido-base citadas.
- c) Na reação 3, pode-se afirmar que o metanol (CH_3OH) é a base conjugada da espécie $(\text{CH}_3\text{OH}_2)^+$, segundo a teoria de Brønsted-Lowry.
- d) Similar à teoria de Arrhenius, a teoria de Brønsted-Lowry limita-se a reações ácido-base em solução aquosa, podendo, portanto, ser usada apenas para a classificação dos compostos na reação 2.

Questões Discursivas

Questão 21. Isômeros são compostos diferentes que possuem a mesma fórmula molecular. Eles podem ser classificados como isômeros constitucionais quando possuem mesma fórmula molecular, porém suas moléculas diferem entre si quanto à conectividade entre os átomos, podendo inclusive possuir grupos funcionais diferentes. Isômeros são chamados de estereoisômeros quando a conectividade entre os átomos é a mesma, mas as moléculas dos compostos apresentam diferentes arranjos espaciais. Estereoisômeros podem ainda ser classificados em enantiômeros, quando as moléculas possuem relação de imagem-espelho entre si, mas não são superponíveis, de modo semelhante ao que ocorre com nossas mãos esquerda e direita, que são imagem-espelho não superponíveis.

Considere a reação de conversão da substância **A** em substância **B** catalisada por ácido, representada a seguir, uma reação em equilíbrio.



- Escreva** a fórmula molecular das substâncias **A** e **B**.
- Escreva** o nome da função orgânica presente na estrutura da molécula da substância **A**.
- Desenhe** a estrutura de um isômero constitucional da substância **A**.
- Desenhe** a estrutura de um enantiômero da substância **A** e de um estereoisômero da substância **B**.
- Sugira** uma ação para deslocar o equilíbrio no sentido de formação dos produtos, aumentando assim o rendimento da substância **B**.

Questão 22. A equação de estado de um gás ideal foi elaborada pela combinação de várias leis empíricas. As primeiras medidas foram realizadas pelo químico britânico Robert Boyle em 1662 que estudou o efeito da pressão de um gás sobre o volume de uma quantidade fixa de gás a temperatura constante. Abaixo é apresentada uma figura que ilustra o experimento realizado por Boyle.

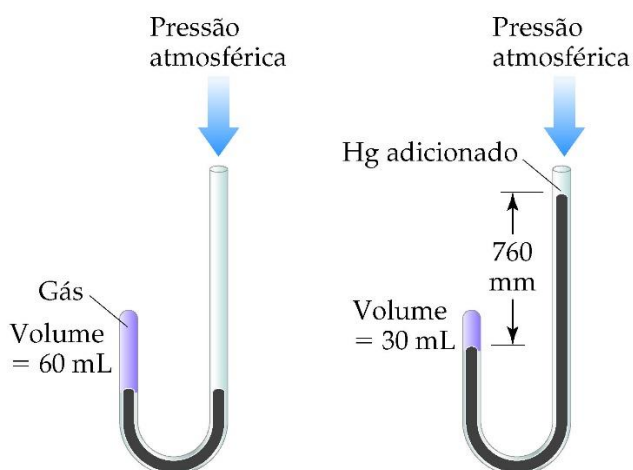
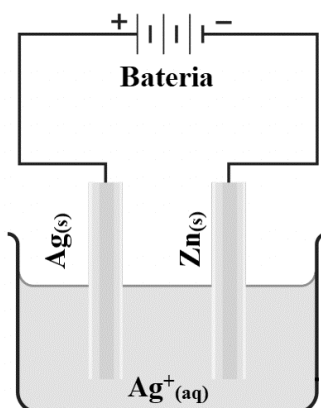


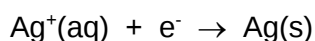
Figura: Esquema do experimento de Boyle. (Referência: BROWN, T. L.; **Química:** A Ciência Central. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005. 972 p.)

- a) **Faça** uma representação gráfica que mostra a relação entre a pressão e o volume observada por Boyle em três temperaturas diferentes.
- b) Em qual condição experimental é possível aplicar a Lei de Boyle para os gases reais?
- c) Qual é a explicação molecular da Lei de Boyle?

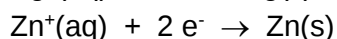
Questão 23. Na galvanoplastia, uma camada de um segundo metal é depositada no eletrodo de metal que atua como cátodo durante a eletrólise. A galvanização é usada para melhorar a aparência de objetos de metal e protegê-los da corrosão. Exemplos de galvanização incluem a camada de cromo encontrada em muitas luminárias de banheiro ou (antigamente) nos para-choques e calotas dos carros, bem como a fina camada de metal precioso que reveste louças ou joias folheadas a prata. Abaixo pode ser visualizada uma célula eletrolítica com a finalidade de recobrimento de prata metálica no eletrodo à direita.



Dados:



$$E^0 = + 0,80 \text{ V}$$



$$E^0 = - 0,76 \text{ V}$$

$$Q = i \times t$$

$$F = 96.486 \text{ C mol}^{-1}$$

- a) **Escreva** a semiequações das reações que ocorrem no ânodo e cátodo.
- b) **Determine** a massa de prata metálica depositada sobre o zinco devido à passagem de uma corrente de 1,5 A durante 10 minutos. Apresente seus cálculos explicitando assim o seu raciocínio.
- c) **Faça** uma discussão sobre a tensão da bateria necessária para que o processo de galvanização ocorra.