OLIMPÍADA MINEIRA QUÍMICA

Instruções:

1 – Esta prova é para estudantes da 2ª série do Ensino Médio (**Modalidade B**).

2 – Esta prova contém 20 questões de múltipla escolha e 3 questões discursivas.

3 – Antes de iniciar a prova, confira se todas as folhas estão presentes. Caso haja algum problema, solicite a substituição da prova.

4 – Você está recebendo dois cadernos:

a) OMQ 2026 Questões – que você poderá levar ao final da prova.

b) OMQ 2026 Respostas – que você entregará ao(à) aplicador(a) ao final da prova.

5 – 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 2026 de Respostas**.

6 – A prova tem duração de 3 (três) horas.

7 – O período de sigilo da prova é de 90 minutos.

8 – Será permitido o uso de calculadoras não programáveis.

9 – 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 o(a)s premiado(a)s na OMQ. **ESCREVA O E-MAIL COM LETRAS LEGÍVEIS.**

Realização Departamento de Química UFMG

Apoio ICEx Instituto de Ciências Exatas; UFMG Universidade Federal de Minas Gerais; PROEX Pró-Reitoria de Extensão; PRPG Pró-Reitoria de Pós-Graduação

OMQ 2026 QUESTÕES
PROVA PARA A SEGUNDA SÉRIE

Classificação Periódica dos Elementos

1																	18
1 Hidrogênio **H** 1,01	2											13	14	15	16	17	2 Hélio **He** 4,00
3 Lítio **Li** 6,94	4 Berílio **Be** 9,01											5 Boro **B** 10,8	6 Carbono **C** 12,0	7 Nitrogênio **N** 14,0	8 Oxigênio **O** 16,0	9 Flúor **F** 19,0	10 Neônio **Ne** 20,2
11 Sódio **Na** 23,0	12 Magnésio **Mg** 24,3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Alumínio **Al** 27,0	14 Silício **Si** 28,1	15 Fósforo **P** 31,0	16 Enxofre **S** 32,1	17 Cloro **Cl** 35,5	18 Argônio **Ar** 39,9
19 Potássio **K** 39,1	20 Cálcio **Ca** 40,1	21 Escândio **Sc** 45,0	22 Titânio **Ti** 47,9	23 Vanádio **V** 50,9	24 Crômio **Cr** 52,0	25 Manganês **Mn** 54,9	26 Ferro **Fe** 55,8	27 Cobalto **Co** 58,9	28 Níquel **Ni** 58,7	29 Cobre **Cu** 63,5	30 Zinco **Zn** 65,4	31 Gálio **Ga** 69,7	32 Germânio **Ge** 72,6	33 Arsênio **As** 74,9	34 Selênio **Se** 79,0	35 Bromo **Br** 79,9	36 Criptônio **Kr** 83,8
37 Rubídio **Rb** 85,5	38 Estrôncio **Sr** 87,6	39 Ítrio **Y** 88,9	40 Zircônio **Zr** 91,2	41 Nióbio **Nb** 92,9	42 Molibdênio **Mo** 95,9	43 Tecnécio **Tc**	44 Rutênio **Ru** 101	45 Ródio **Rh** 103	46 Paládio **Pd** 106	47 Prata **Ag** 108	48 Cádmio **Cd** 112	49 Índio **In** 115	50 Estanho **Sn** 119	51 Antimônio **Sb** 122	52 Telúrio **Te** 128	53 Iodo **I** 127	54 Xenônio **Xe** 131
55 Césio **Cs** 133	56 Bário **Ba** 137	57-71 **La-Lu** Lantanóides	72 Háfnio **Hf** 179	73 Tântalo **Ta** 181	74 Tugstênio **W** 184	75 Rênio **Re** 186	76 Ósmio **Os** 190	77 Irídio **Ir** 192	78 Platina **Pt** 195	79 Ouro **Au** 197	80 Mercúrio **Hg** 201	81 Tálio **Tl** 204	82 Chumbo **Pb** 207	83 Bismuto **Bi** 210	84 Polônio **Po** [209]	85 Astato **At** [210]	86 Radônio **Rn** [222]
87 Frâncio **Fr** [223]	88 Rádio **Ra** [226]	89-103 **Ac-Lr** Actinóides	104 Rutherfórdio **Rf** [267]	105 Dúbnio **Db** [268]	106 Seabórgio **Sg** [269]	107 Bóhrio **Bh** [270]	108 Hássio **Hs** [269]	109 Meitnério **Mt** [278]	110 Darmstádtio **Ds** [281]	111 Roentgênio **Rg** [281]	112 Copernício **Cn** [285]	113 Nihônio **Nh** [286]	114 Fleróvio **Fl** [289]	115 Moscóvio **Mc** [288]	116 Livermório **Lv** [293]	117 Tenessino **Ts** [294]	118 Oganessônio **Og** [294]

Massa atômica relativa, A. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável.

21 **Sc** 45,0 — Número atômico; Símbolo

LANTANÓIDES ▶	57 Lantânio **La** 140	58 Cério **Ce** 140	59 Praseodímio **Pr** 141	60 Neodímio **Nd** 144	61 Promécio **Pm** [145]	62 Samário **Sm** 150	63 Európio **Eu** 152	64 Gadolínio **Gd** 157	65 Térbio **Tb** 159	66 Disprósio **Dy** 163	67 Hólmio **Ho** 165	68 Érbio **Er** 167	69 Túlio **Tm** 169	70 Itérbio **Yb** 173	71 Lutécio **Lu** 175
ACTINÓIDES ▶	89 Actínio **Ac** [227]	90 Tório **Th** 232,04	91 Protactínio **Pa** 231,04	92 Urânio **U** 238,03	93 Netúnio **Np** (237)	94 Plutônio **Pu** [244]	95 Amerício **Am** [243]	96 Cúrio **Cm** [247]	97 Berquélio **Bk** [247]	98 Califórnio **Cf** [251]	99 Einstênio **Es** [252]	100 Férmio **Fm** [257]	101 Mendelévio **Md** [258]	102 Nobélio **No** [259]	103 Laurêncio **Lr** [262]

Dados:

Número de Avogadro (N_A): $6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}

$R = 8{,}206 \times 10^{-2}$ L atm mol^{-1} K^{-1} ou 8,314 J K^{-1} mol^{-1}

Constante de Planck (h) = $6{,}626 \times 10^{-34}$ J s

Velocidade da luz no vácuo (c) = $2{,}998 \times 10^{8}$ m s^{-1}

Constante de Faraday (F) = 96.485 J V^{-1} mol^{-1}

$E = h \times \nu$ (relação entre energia e frequência da radiação eletromagnética)

$c = \lambda \times \nu$ (relação entre comprimento de onda e frequência da radiação eletromagnética)

$P\,V = n\,R\,T$ (equação de estado para um gás ideal)

$E = E^{\ominus} - (R \times T) / (n \times F \times \ln Q)$

$\Delta G^{\ominus} = - n \times F \times \Delta E^{\ominus}$

$pH = pK_a - \log [C_a]/[C_b]$

$pH = -\log[H_3O^+]$ e $pOH = -\log[OH^-]$

Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. Para purificação de uma determinada substância pelo método de recristalização, uma estudante seguiu a seguinte sequência de 7 etapas:

Pesagem da substância impura (1) → Dissolução em água quente (2) → Filtração por gravidade (3) → Resfriamento para formação de cristais (4) → Filtração a vácuo (5) → Secagem (6) → Pesagem da substância pura (7).

Assinale a alternativa que contenha apenas vidrarias de laboratório que são apropriadas para uso nas etapas (2), (3), (5) e (6), respectivamente.

a) Balão volumétrico, béquer, Erlenmeyer, vidro de relógio.
b) Erlenmeyer, bastão de vidro, funil de Büchner, proveta.
c) Frasco kitassato, funil de Büchner, bastão de vidro, béquer.
d) Béquer, funil, frasco kitassato e vidro de relógio.

Questão 2. A análise das propriedades físicas das substâncias, como as temperaturas de fusão e de ebulição, depende diretamente da compreensão da geometria e da polaridade molecular. A forma tridimensional e a distribuição eletrônica determinam a intensidade das interações intermoleculares, influenciando a energia necessária para a mudança de fase. Considere as substâncias: PF_5, $POC\ell_3$, $POBr_3$ e PH_3. A ordem **crescente** de temperatura de fusão das substâncias é:

a) $PH_3 < PF_5 < POC\ell_3 < POBr_3$.
b) $PF_5 < PH_3 < POBr_3 < POC\ell_3$.
c) $POBr_3 < POC\ell_3 < PF_5 < PH_3$.
d) $POC\ell_3 < POBr_3 < PH_3 < PF_5$.

Questão 3. O modelo de Bohr foi decisivo ao explicar a estrutura da matéria e ao fornecer as bases conceituais que permitiram o surgimento da mecânica quântica. Considere que, no átomo de hidrogênio, o elétron esteja em um estado excitado (órbita n) e possa sofrer diferentes transições eletrônicas para estados de energia menores (órbita n-1). Indique qual transição eletrônica deve emitir a radiação de menor comprimento de onda.

a) n = 5 para n = 4
b) n = 4 para n = 3
c) n = 3 para n = 2
d) n = 2 para n = 1

Questão 4. O sódio natural é constituído predominantemente pelo isótopo ^{23}Na, mas considere, hipoteticamente, que uma amostra de sódio seja formada pelos seguintes isótopos:

Isótopo	Massa isotópica (u)	Abundância (%)
^{22}Na	21,994	4,0
^{23}Na	22,990	96,0

Com base nessas informações, a massa atômica média dessa amostra é aproximadamente:

a) 22,03 u.
b) 22,95 u.
c) 22,99 u.
d) 23,96 u.

Questão 5. As baterias recarregáveis utilizam preferencialmente lítio em vez de sódio ou potássio. O quadro abaixo apresenta as configurações eletrônicas desses elementos.

Elemento	Configuração eletrônica
Li	$1s^2\ 2s^1$
Na	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
K	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

Com base nessas configurações, assinale a alternativa **correta**.

a) O sódio possui maior energia de ionização do que o lítio devido ao maior número de elétrons.
b) O potássio apresenta menor raio atômico do que o lítio por possuir maior número de níveis eletrônicos.
c) Os três elementos apresentam apenas um elétron no subnível mais energético ocupado, característica que favorece a formação de cátions monovalentes.
d) Os três elementos possuem o mesmo número de níveis de energia ocupados e valores de energia de ionização baixos, por terem orbitais semipreenchidos.

Questão 6. As forças intermoleculares são forças de atração que atuam entre as moléculas. A intensidade dessas interações varia amplamente entre as diferentes substâncias, embora seja significativamente menor do que a das forças intramoleculares (ligações químicas). Diversas propriedades dos líquidos, como as temperaturas de ebulição e de fusão, a viscosidade, a tensão superficial e a volatilidade, estão diretamente relacionadas à intensidade das forças intermoleculares. Com relação às forças intermoleculares, assinale a alternativa **correta**.

a) Em uma série homóloga de hidrocarbonetos lineares, o aumento da temperatura de ebulição ocorre principalmente devido ao aumento da polaridade das moléculas, o que fortalece as interações dipolo-dipolo.
b) O aumento da intensidade das forças intermoleculares favorece a mobilidade das moléculas no estado líquido, reduzindo a viscosidade, facilitando o escoamento do fluido e aumentando a tensão superficial do líquido.
c) A regra empírica “semelhante dissolve semelhante” explica por que o oxigênio molecular (O_2), uma molécula não polar, não se dissolve em água (H_2O), uma substância polar cujas moléculas interagem por meio de ligações de hidrogênio.
d) A intensidade das forças de dispersão de London aumenta com a polarizabilidade da nuvem eletrônica, de modo que moléculas maiores e com maior número de elétrons tendem a apresentar temperaturas de ebulição mais elevadas.

Questão 7. O metanol (H_3COH) é um álcool que pode estar naturalmente presente em pequenas quantidades em bebidas alcoólicas, sem representar risco à saúde. Em grandes quantidades, porém, como em casos de adulteração de bebidas, o metanol apresenta sérios riscos, podendo causar náuseas, perda parcial ou total da visão e até morte. A determinação da quantidade de metanol puro em etanol (H_3CCH_2OH) puro pode ser feita por meio da quantificação do dióxido de carbono liberado na combustão completa da mistura, desde que seja conhecida a massa total da mistura. Considerando apenas a combustão completa de cada álcool, assinale a alternativa **correta**.

a) Para a combustão de 32 gramas de metanol são necessários $9{,}03 \times 10^{23}$ átomos de oxigênio.
b) A razão entre a quantidade de substância do álcool e da água formada na combustão é igual a 0,5 para ambos os álcoois.
c) A queima de uma mistura contendo 32 gramas de metanol e 138 g de etanol deve produzir 308 g de dióxido de carbono.
d) A quantidade de oxigênio molecular necessária para combustão de um mol de etanol é 1,5 vezes maior que a quantidade necessária para um mol de metanol.

Questão 8. Os metais do grupo do níquel são usados como catalisadores de reações de hidrogenação na indústria de óleos e alimentos. Essa reação ocorre com uma etapa de adsorção do hidrogênio na superfície do metal, que o rompe em dois hidretos, que ficam ligados ao metal, de acordo com a equação abaixo.

$$H_2(g) + M(s) \rightarrow MH_2(s)$$

Para reação de hidrogenação se processar o hidreto deve estar disponível para reação na superfície, mas ele também pode migrar para dentro do sólido do metal. Quanto maior a barreira energética para essa migração para o interior das partículas, mais disponível para reação ele estará. A velocidade de migração é altamente dependente da entalpia envolvida, já a de adsorção para todos os metais ocorre com energia de ativação praticamente nula.
Veja no quadro abaixo as entalpias de adsorção, de migração e o preço por quilo de cada metal.

Metal	**Entalpia de adsorção (kJ mol^{-1})**	**Entalpia de migração (kJ mol^{-1})**	**Preço (R$ kg^{-1})**
Níquel	– 94	+ 14	90,00
Paládio	– 98	– 40	182.000,00
Platina	– 78	+ 40	260.000,00

Sobre a reação de hidrogenação com esses metais como catalisadores, analise as afirmações abaixo:

I. A platina é o melhor catalisador para reações de hidrogenação, pois libera menos energia na adsorção e dificulta mais a migração do hidreto para o interior das partículas, mas economicamente é o menos viável para processos em larga escala.
II. O níquel é comercialmente a melhor escolha de catalisador, pois é extremamente mais barato que os demais membros de sua família, além de ter adsorção espontânea mesmo em baixas temperaturas, deixando o hidreto razoavelmente disponível.
III. O paládio é o pior metal para reações de hidrogenação em larga escala, pois os dois processos (adsorção e migração) ocorrem rapidamente, mesmo em baixas temperaturas, deixando o hidreto menos disponível dentre todos os metais e é muito caro.

As afirmações **corretas** são:

a) I e II somente.
b) II e III somente.
c) I e III somente.
d) I, II e III.

Questão 9. O aquecimento global está afetando não só o clima, como a vida marinha. Muitos seres vivos marinhos dependem de conchas e estruturas formadas por carbonatos de cálcio. O carbonato de cálcio é um sólido de baixa solubilidade em água, com a constante do produto de solubilidade igual a $4{,}8 \times 10^{-9}$ e 25 °C, e entalpia de precipitação de –15 kJ mol^{-1}. Assinale a alternativa **correta** sobre o efeito do aquecimento global sobre a vida marinha.

a) O $CO_2(g)$ dissolve em água gerando íons $CO_3^{2-}(aq)$, que desloca o equilíbrio para precipitação do carbonato de cálcio, inviabilizando os seres de capturar esse mineral e formar suas estruturas.
b) O $CO_2(g)$ dissolve em água gerando íons $H^+(aq)$, que desloca o equilíbrio para dissolução do carbonato de cálcio das estruturas dos seres vivos, causando a morte deles.
c) O aumento da temperatura dos mares e oceanos afeta o equilíbrio de dissolução de forma a precipitar o carbonato de cálcio antes dos seres vivos serem capazes de absorver os minerais.
d) O aumento da temperatura dos mares remove o CO_2 gasoso dissolvido do meio e com isso não se forma carbonato de cálcio em suspensão para que os seres vivos possam absorver estes minerais.

Questão 10. A metilamina é uma substância orgânica altamente volátil com forte odor de peixe, que pode ser solubilizada em água, como representado pela equação química a seguir:

$$H_3C{-}NH_2(g) \; + \; H_2O(\ell) \; \rightleftharpoons \; H_3C{-}NH_3^+(aq) \; + \; OH^-(aq)$$

Considerando uma solução aquosa de metilamina, assinale a alternativa **correta**.

a) A solução de metilamina tem pH menor do que 7, pois libera íons OH^-.
b) A solução tem propriedades ácidas, pois a metilamina recebe um H^+ quando é solubilizada.
c) A adição de base à solução diminui o cheiro de peixe, pois contribui para aumentar a solubilidade da metilamina.
d) A adição de vinagre à solução diminui o cheiro de peixe, pois consome os íons hidróxido, produzindo o íon metilamônio.

Questão 11. Ao realizar um experimento de condutividade elétrica, um estudante observou que a lâmpada acendeu fracamente com uma solução aquosa de amônia e com uma de ácido acético. Porém, ao misturar as duas soluções, a lâmpada acendeu com brilho bem maior. Assinale a alternativa que explica **corretamente** esse fenômeno.

a) Ao misturar as duas soluções, as concentrações de amônia e ácido acético de tornaram maiores, o que elevou a condutividade elétrica da solução resultante.
b) A amônia teve sua solubilidade aumentada com a mistura das soluções, o que resultou em maior concentração desse eletrólito na solução resultante.
c) Houve formação de acetato de amônio, que é um eletrólito forte, enquanto a amônia e o ácido acético são eletrólitos fracos.
d) O ácido acético é um ácido fraco, mas tornou-se mais forte quando as soluções foram misturadas.

Questão 12. Considere que N_2 e O_2 se comportam como gases ideais. Considerando que ambos os gases se encontram à mesma pressão e temperatura, marque a afirmativa **correta**.

a) O gás O_2 é mais denso que o gás N_2.
b) Há mais partículas em 1,0 L de gás O_2 que de N_2.
c) O volume de 1,0 mol de O_2 é maior que de 1,0 mol de N_2.
d) O volume de 1,0 L de N_2 possui a mesma massa de 1,0 L de O_2.

Questão 13. A eletrificação da frota de ônibus é apontada por especialistas como a principal medida para a redução de gases poluentes. [...] O setor de transportes, ao lado das indústrias, é a principal fonte de poluição do ar nas regiões metropolitanas brasileiras. [...] Em 2020, conforme relatório do observatório do clima, a atividade lançou na atmosfera mais de 185 milhões de toneladas de gás carbônico equivalente, que engloba dióxido de carbono e outros gases [...]. *Fonte: CBN - Um só planeta, reportagem de 15/08/2022.*

Sabendo que os outros gases citados pela reportagem correspondem a óxidos de nitrogênio e enxofre, assinale a alternativa que **não contém** uma consequência da emissão gerada pelo setor de transportes ao meio ambiente.

a) Aquecimento global
b) Destruição da camada de ozônio
c) Intensificação do efeito estufa
d) Chuva ácida

Questão 14. O carbono é onipresente na natureza, participando de substâncias essenciais à constituição de todos os seres vivos, regulação do clima e formação da atmosfera, litosfera e oceanos. A seguir são descritos alguns processos envolvidos no ciclo biogeoquímico do carbono.

I. Incorporação de dióxido de carbono da atmosfera pelas plantas e pelo fitoplâncton.
II. Conversão de dióxido de carbono dissolvido nos oceanos em carbonato de cálcio.
III. Liberação de dióxido de carbono na atmosfera pela queima de matéria orgânica.
IV. Transporte de carbono orgânico e de fragmentos de rochas carbônicas da superfície do solo para o subsolo ou para corpos hídricos.
V. Conversão de moléculas complexas da matéria orgânica em moléculas mais simples por microrganismos.

Assinale a alternativa que lista **corretamente** os nomes de cada um dos processos descritos de (I) a (V), respectivamente.

a) Respiração, fotossíntese, combustão, sedimentação e decomposição.
b) Fotossíntese, calcificação, combustão, lixiviação e decomposição.
c) Respiração, calcificação, decomposição, lixiviação e intemperismo.
d) Fotossíntese, lixiviação, decomposição, calcificação e sedimentação.

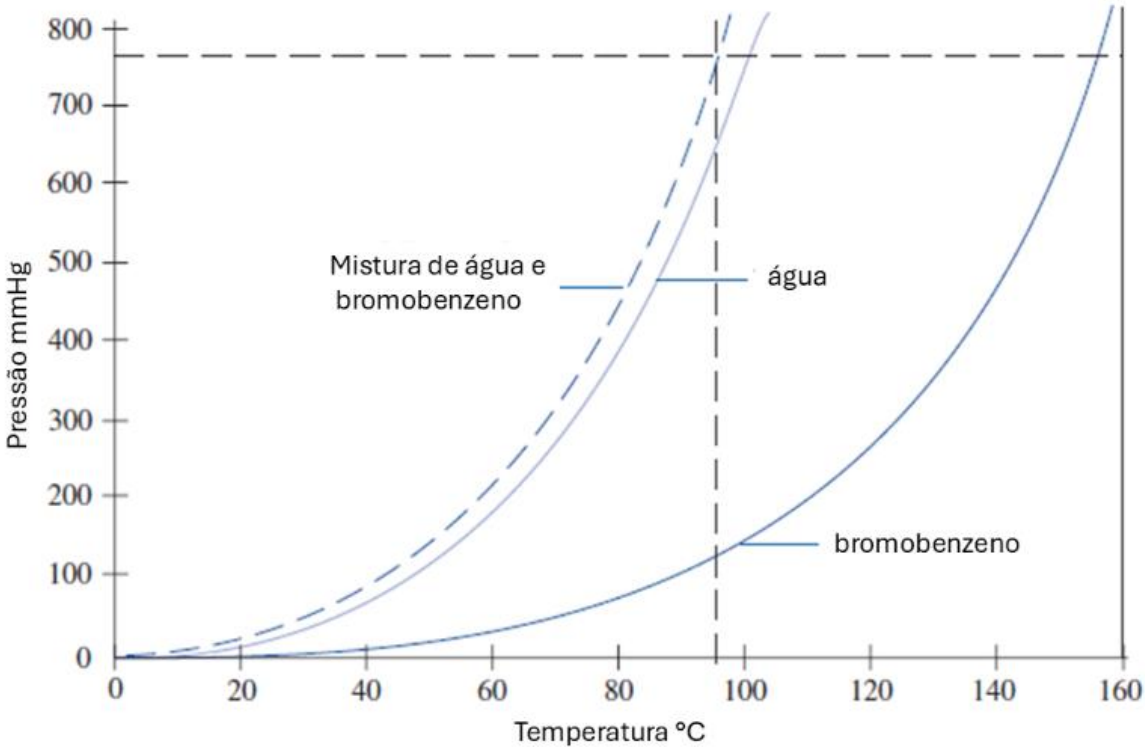
Questão 15. O carbono-14, muito usado na datação de organismos vivos, é constantemente gerado na atmosfera quando raios cósmicos atingem átomos de ^{14}N. Esses raios cósmicos são constituídos de nêutrons de alta energia. Sobre a síntese natural do carbono-14, assinale a alternativa **correta**.

a) Na produção de ^{14}C também é liberado um próton e um elétron.
b) A produção de ^{14}C é um processo radioativo que libera energia.
c) Na produção de ^{14}C também é liberado um elétron e um pósitron.
d) A produção de ^{14}C também seria possível nestas condições usando ^{15}N.

Questão 16. Muitas substâncias presentes no cotidiano são constituídas de moléculas orgânicas, que possuem carbono em sua fórmula molecular. Marque a alternativa que **não corresponde** a uma substância orgânica.

a) Sal de cozinha
b) Açúcar de mesa
c) Gasolina
d) Látex

Questão 17. A pressão de vapor de um líquido varia com a temperatura. Quando a pressão de vapor de um líquido se iguala à pressão atmosférica, ele entra em ebulição. Considere o gráfico a seguir, que relaciona a temperatura e a pressão de vapor do bromobenzeno, da água e de uma mistura de bromobenzeno e água. Considere que bromobenzeno e água se comportam como gases ideais.



Adaptado de John C. Gilbert and Stephen F. Martin, *Experimental Organic Chemistry,* 2011, Cengage Learning, 5° Edição.

Em relação à mistura de bromobenzeno e água, marque a afirmativa **correta**.

a) A uma dada temperatura, a pressão de vapor da mistura é maior que a pressão de vapor do bromobenzeno e da água puros na mesma temperatura.
b) A pressão de vapor da mistura depende da proporção entre a quantidade de substância da água e do bromobenzeno na mistura.
c) A mistura entra em ebulição em uma temperatura intermediária entre a temperatura de ebulição da água e do bromobenzeno.
d) À pressão de 760 mmHg, a mistura entra em ebulição na temperatura de ebulição do bromobenzeno, que é cerca de 156 °C.

Questão 18. Algumas canetas emagrecedoras têm como princípio ativo peptídeos sintéticos, como a semaglutida e a liraglutida. No organismo, eles mimetizam o hormônio GLP-1 (peptídeo semelhante ao glucagon-1), que é liberado pelo intestino no sangue após as refeições, produzindo sensação de saciedade. Em relação à semaglutida, à liraglutida e ao GLP-1, é **correto** afirmar que:

a) a hidrólise da semaglutida, da liraglutida e do GLP-1 gera monossacrídeos.
b) a semaglutida, a liraglutida e o GLP-1 contêm bases nitrogenadas em sua estrutura.
c) a semaglutida, a liraglutida e o GLP-1 contêm carbono e nitrogênio em sua estrutura.
d) as moléculas de semaglutida, liraglutida e GLP-1 possuem a mesma estrutura química.

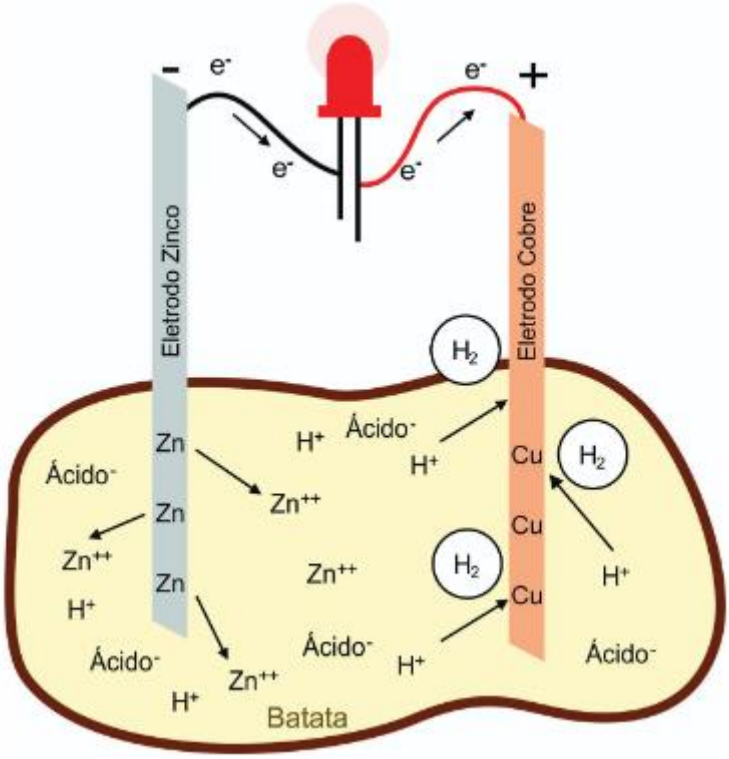
Questão 19. O nitrato de potássio (KNO_3) apresenta solubilidade crescente em água com o aumento da temperatura. Um estudante preparou uma solução saturada de KNO_3 a 80 °C. Em seguida, dividiu essa solução em três frascos e realizou os procedimentos descritos abaixo.

- Frasco I: foi resfriado lentamente até 25 °C, permanecendo sem agitação e sem formação de cristais.
- Frasco II: foi resfriado até 25 °C e, em seguida, adicionou-se um pequeno cristal de KNO_3, observando-se a formação imediata de cristais.
- Frasco III: foi resfriado até 25 °C, sendo observada a formação espontânea de cristais durante o resfriamento.

Com base nas observações experimentais, assinale a alternativa **correta**.

a) Nos frascos I, II e III encontram-se, respectivamente, soluções saturada, insaturada e supersaturada.
b) O frasco I contém uma solução supersaturada; o frasco II evidencia a instabilidade desse tipo de solução; e o frasco III contém uma solução saturada em equilíbrio com o sólido.
c) Os três frascos contêm soluções insaturadas, pois o resfriamento diminui a solubilidade do KNO_3.
d) Apenas o frasco II contém uma solução supersaturada, pois a cristalização ocorreu após a adição do cristal.

Questão 20. Eletroquímica é o ramo da Química que estuda as relações entre a eletricidade e as reações químicas. A energia liberada em uma reação redox espontânea pode ser usada para realizar trabalho elétrico. Isso pode ser exemplificado como mostrado na figura abaixo, em que uma pilha de batata (Zn/Cu) pode ser utilizada para como acender uma luz led.



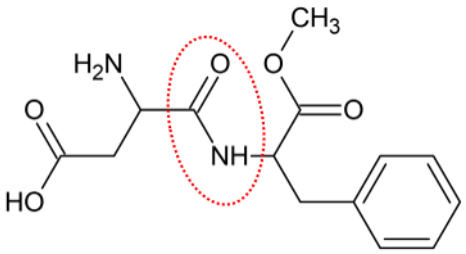
Esquema da pilha de batata de Zn/Cu. Fonte: Sciencebuddies.org. Citado em https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_4/06-RSA-34-17.pdf

Considerando as informações apresentadas na figura, assinale a alternativa **correta**.

a) A batata atua como meio eletrólito e fornece os elétrons que migram do zinco para o cobre, onde ocorre a formação de H_2.
b) A reação de redução ocorre na superfície do eletrodo de zinco, pois esse metal apresenta maior tendência a doar elétrons, tornando-se o cátodo da pilha.
c) Na pilha de batata, o cobre não será consumido durante a reação global, entretanto sua superfície favorece a redução dos íons H^+ presentes no meio eletrolítico.
d) A reação global ocorre exclusivamente devido ao cobre possuir maior tendência à oxidação do que o zinco, produzindo íons Cu^{2+} que mantêm a neutralidade elétrica da pilha.

Questões Discursivas

Questão 21. O aspartame é um adoçante sintético amplamente utilizado na indústria alimentícia em produtos *diet* e zero açúcar, por não elevar os níveis de glicose no sangue. A fórmula estrutural do aspartame é apresentada a seguir.



Sobre essa substância, **responda** os itens a seguir.

a) O grupo funcional assinalado com a elipse pontilhada é característico de qual classe de biomoléculas: carboidratos, proteínas ou lipídeos?

b) Quais são os grupos funcionais presentes na molécula?

c) Existem enantiômeros dessa substância? Justifique sua resposta e indique o número total de enantiômeros dessa substância. **Dica:** Enantiômero é uma de um par de entidades moleculares que são imagens especulares uma da outra e não superponíveis.

d) Sabendo que a solubilidade do aspartame é de 20 mg mL^{-1} a 25 ^{o}C e pH 2,2, qual é a quantidade de substância (em mol) máxima desse adoçante que poderia ser solubilizada em 0,200 L de um suco de limão nessas condições? Os cálculos devem ser apresentados de forma clara.

Questão 22. Considere uma pilha galvânica construída com um eletrodo de cádmio metálico imerso em uma solução de $Cd^{2+}(aq)$ 1,0 mol L^{-1} e um eletrodo de prata metálica imerso em uma solução de $Ag^{+}(aq)$ 1,0 mol L^{-1}, ambos a 25 °C.

Dados:

$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$ $\quad E^{\ominus} = + 0{,}80$ V

$Cd^{2+}(aq) + 2\,e^{-} \rightarrow Cd(s)$ $\quad E^{\ominus} = - 0{,}40$ V

Com base nessas informações, responda aos itens a seguir.

a) Desenhe um esquema da pilha, identificando o anodo, o catodo e a direção do fluxo de elétrons.

b) Escreva as semiequações que representam as reações de oxidação e redução e a equação global da reação da pilha. Cada equação deve possuir os menores coeficientes estequiométricos inteiros.

c) Calcule o potencial padrão da pilha e justifique, com base no valor obtido, se a reação ocorre espontaneamente nas condições padrão.

d) Indique, com base nas reações eletroquímicas que ocorrem no ânodo e no cátodo, como variam as concentrações das espécies iônicas presentes em cada semi-célula durante o funcionamento da pilha. Em seguida, explique o efeito dessas variações sobre o potencial da pilha à medida que a reação avança.

Questão 23. A amônia, NH_3, é vendida comercialmente como uma solução aquosa, que contém 28% em massa dessa substância e densidade igual a 0,90 g mL^{-1}.

a) Calcule a concentração em quantidade de substância (mol L^{-1}) da solução de amônia. Os cálculos devem ser apresentados de forma clara.

b) Uma solução preparada com uma solução de amônia e seu respectivo sal ácido, como cloreto de amônio, $NH_4C\ell$, gerará uma solução tampão. Seja uma solução tampão preparada com 5,00 mL da solução de amônia e 3,96 g de $NH_4C\ell$, em um volume final de 100,00 mL. Calcule o pH dessa solução tampão. **Dado:** pK_a (NH_4^+) = 9,25. Os cálculos devem ser apresentados de forma clara.

c) Escreva a equação química da reação que ocorre ao se adicionar uma solução aquosa de ácido clorídrico à solução tampão preparada no item anterior.

d) Calcule o pH da solução tampão após adição de 25,00 mL de solução de ácido clorídrico a 1,00 mol L^{-1}. Considere que log2 = 0,30. Os cálculos devem ser apresentados de forma clara.