OLIMPÍADA PARANAENSE DE QUÍMICA – OPRQ 2026

FASE II – MODALIDADE M3

Parabéns por sua classificação para a Fase II da Olimpíada Paranaense de Química (OPRQ) 2026! Sua participação nesta etapa já representa uma importante conquista e demonstra seu interesse pela Química e pelo conhecimento científico.

Você terá **3 (três) horas** para resolver as questões deste exame, cuja pontuação máxima é de **100 (cem) pontos**.

INSTRUÇÕES

1. Confira a modalidade da prova. Verifique se o caderno de questões recebido corresponde à sua modalidade, definida de acordo com a série escolar em que você está matriculado:

- **Modalidade M1:** estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e da 1ª série do Ensino Médio, incluindo o Ensino Médio Técnico;
- **Modalidade M2:** estudantes da 2ª série do Ensino Médio, incluindo o Ensino Médio Técnico;
- **Modalidade M3:** estudantes da 3ª série do Ensino Médio e da 4ª série do Ensino Médio Técnico.

2. Antes de iniciar a prova, preencha todos os campos da **Ficha de Identificação**, localizada ao final do cartão de respostas. Não se esqueça de assinalar a **modalidade** correspondente (M1, M2 ou M3), indicada na parte superior do cartão.

3. Confira o caderno de questões. A prova é composta por **15 (quinze) questões**, sendo **10 (dez) questões de múltipla escolha e 5 (cinco) questões discursivas**. Verifique se o caderno está completo antes de iniciar a resolução.

4. Verifique a qualidade de impressão. Leia atentamente as questões e, caso identifique alguma falha de impressão ou imperfeição gráfica, comunique imediatamente ao aplicador do exame.

5. Preencha o cartão de respostas com atenção. Ao concluir a resolução, transcreva suas respostas para o **CARTÃO DE RESPOSTAS**, observando as instruções específicas de cada questão. Evite rasuras e confira o preenchimento antes de entregar a folha de respostas.

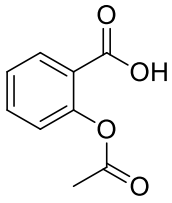
6. Utilize os materiais permitidos. É permitido o uso de calculadoras, inclusive científicas, desde que não sejam programáveis. É proibido o uso de calculadoras programáveis e de outros dispositivos eletrônicos, como celulares, smartphones, tablets e notebooks.

7. Consulte o gabarito oficial. O gabarito deste exame será divulgado **a partir de 30 de outubro de 2026**, na página oficial da Olimpíada Paranaense de Química: https://parana.obquimica.org.

Boa prova!

Parte I – Questões de Múltipla Escolha

1) O ácido acetil salicílico é um analgésico de diversos nomes comerciais, como AAS, Aspirina, Buferin e outros. Baseado na sua estrutura química mostrada ao lado, pode-se afirmar corretamente que o composto apresenta:



a) anel aromático meta-dissubstituído, funções ácido carboxílico e éster.
b) anel aromático orto-dissubstituído, funções ácido carboxílico e éster.
c) anel aromático para-dissubstituído, funções ácido carboxílico e éter.
d) um ciclo-hexatrieno, funções ácido carboxílico e éter.
e) um ciclo-hexatrieno, funções amida e éster.

2) Uma pilha galvânica é construída utilizando um eletrodo de magnésio mergulhado em solução contendo Mg^{2+} e um eletrodo de prata mergulhado em solução contend Ag^{+}, ambas em condições-padrão. São fornecidos os potenciais-padrão de redução:

$$Mg^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s) \qquad E° = -2{,}37\ V$$
$$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s) \qquad E° = +0{,}80\ V$$

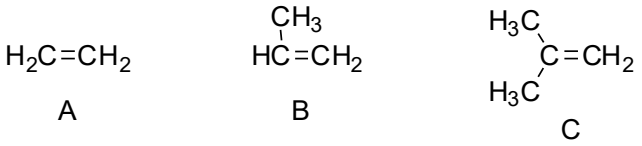
Após o fechamento do circuito, a pilha passa a funcionar espontaneamente. Considerando o sentido espontâneo da reação e a estequiometria das semirreações, assinale a alternativa correta.

a) A prata é o ânodo, o magnésio é o cátodo e a diferença de potencial da pilha é +1,57 V.
b) O magnésio é o ânodo e, para cada 1 mol de Mg consumido, 1 mol de Ag é depositado no cátodo.
c) O magnésio sofre oxidação, os elétrons fluem do eletrodo de Mg para o eletrodo de Ag e, para cada 1 mol de Mg consumido, são depositados 2 mol de Ag.
d) A prata sofre redução no ânodo e a diferença de potencial da pilha é +3,17 V.
e) O magnésio sofre redução, a prata sofre oxidação e os elétrons fluem do eletrodo de Ag para o eletrodo de Mg.

3) Uma pessoa consome um comprimido de vitamina C que contém exatamente 1,76 mg de ácido ascórbico (fórmula molecular: $C_6H_8O_6$). Sabendo que a massa molar do ácido ascórbico é de 176 g mol^{-1}, determine o **número total de átomos de carbono** que essa pessoa ingeriu.
Dado: Constante de Avogadro: 6×10^{23}.

a) 6×10^{18}
b) $0{,}6 \times 10^{18}$
c) $0{,}00036 \times 10^{19}$
d) 36×10^{19}
e) $3{,}6 \times 10^{19}$

4) Entre as reações de adição mais importantes, está a de hidratação dos alcenos. Nessa reação, ocorre a adição de água catalisada em meio ácido (normalmente são usadas soluções aquosas de ácido fosfórico ou sulfúrico, para que a concentração de água seja alta). Dados os seguintes alcenos, sujeitos a uma hidratação catalisada por ácido, assinale a alternativa que corresponde a ordem decrescente de reatividade.



a) A > B > C
b) B > C > A
c) C > B > A
d) B > A > C
e) C > A > B

5) O cloro forma uma série de oxiácidos cujas fórmulas são HCℓO, $HC\ell O_2$, $HC\ell O_3$ e $HC\ell O_4$. Embora esses compostos apresentem o mesmo elemento central e sejam monoprotônicos, diferem no número de átomos de oxigênio ligados ao cloro. Essas diferenças estruturais influenciam seus nomes, os números de oxidação do cloro e suas propriedades ácido-base. Analise as afirmações a seguir:

I. Os números de oxidação do cloro em HCℓO, $HC\ell O_2$, $HC\ell O_3$ e $HC\ell O_4$ são, respectivamente, +1, +3, +5 e +7.
II. Os nomes dos quatro compostos são, respectivamente, ácido hipocloroso, ácido cloroso, ácido clórico e ácido perclórico.
III. Na série apresentada, a força ácida aumenta com o número de átomos de oxigênio ligados ao cloro.
IV. O $HC\ell O_4$ é mais ácido que o HCℓO, entre outros fatores, porque sua base conjugada é mais estabilizada pela distribuição da carga negativa.
V. Como todos os compostos possuem apenas um hidrogênio ionizável, eles apresentam necessariamente a mesma força ácida.

Assinale a alternativa que apresenta **apenas as afirmações corretas**:

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

6) O ácido láctico, encontrado no leite azedo, apresenta dois isômeros óticos. Sabendo-se que o ácido d-láctico desvia a luz planopolarizada 3,8° no sentido horário, os desvios angulares provocados pelo ácido ℓ-láctico e pela mistura racêmica são, respectivamente:

a) -3,8° e + 3,8°
b) -3,8° e 0°
c) 0° e -3,8°
d) 0° e +3,8°
e) +3,8° e 0°

7) Considere os elementos hipotéticos A, B e C, cujas configurações eletrônicas são:

A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ B: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ C: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

Com base nas configurações eletrônicas no estado fundamental e nas propriedades periódicas, classifique cada afirmação como verdadeira (V) ou falsa (F).

I. O elemento C apresenta maior raio atômico que o elemento A.
II. A primeira energia de ionização do elemento B é maior que a do elemento A.
III. O elemento A apresenta maior afinidade eletrônica que o elemento B, considerando a energia liberada na formação de ânions gasosos a partir dos átomos neutros.
IV. Os elementos A e B pertencem ao bloco s da tabela periódica e apresentam caráter metálico.
V. Os elementos A e C pertencem ao grupo 1 da tabela periódica, enquanto o elemento B pertence ao grupo 17.
VI. O elemento B apresenta maior eletronegatividade que o elemento C.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, na ordem I–VI:

a) V, V, F, F, V, V
b) F, F, V, V, F, F
c) F, V, V, F, V, V
d) F, F, F, F, F, F
e) V, V, V, V, V, V

8) Em um laboratório de química atmosférica, pesquisadores estudam a cinética de uma reação não balanceada relacionada à presença de óxidos de nitrogênio na atmosfera:

$$H_2(g) + NO(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(\ell)$$

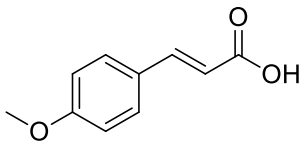
Mantendo a temperatura constante, foram obtidos os seguintes resultados:

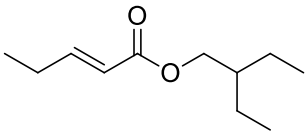
Experimento	$[H_2]$ (mol L^{-1})	[NO] (mol L^{-1})	Velocidade (mol L^{-1} s^{-1})
1	0,10	0,10	$1,0 \times 10^{-1}$
2	0,20	0,10	$2,0 \times 10^{-1}$
3	0,10	0,20	$4,0 \times 10^{-1}$
4	0,30	0,10	$3,0 \times 10^{-1}$
5	0,10	0,30	$9,0 \times 10^{-1}$

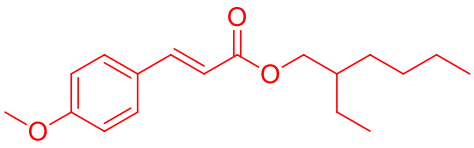
Em um novo experimento, realizado na mesma temperatura, as concentrações iniciais de H_2 e NO são ambas duplicadas em relação ao experimento 1. Com base exclusivamente nos dados experimentais, a lei de velocidade e a velocidade prevista para esse novo experimento são, respectivamente:

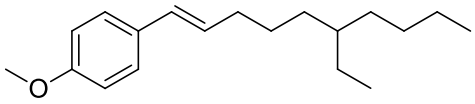
a) $v = k\ [H_2][NO]$ e $4,0 \times 10^{-1}$ mol L^{-1} s^{-1}
b) $v = k\ [H_2]^2[NO]$ e $8,0 \times 10^{-1}$ mol L^{-1} s^{-1}
c) $v = k\ [H_2][NO]^2$ e $4,0 \times 10^{-1}$ mol L^{-1} s^{-1}
d) $v = k\ [H_2][NO]^2$ e $8,0 \times 10^{-1}$ mol L^{-1} s^{-1}
e) $v = k\ [H_2]^2[NO]^2$ e $4,0 \times 10^{-1}$ mol L^{-1} s^{-1}

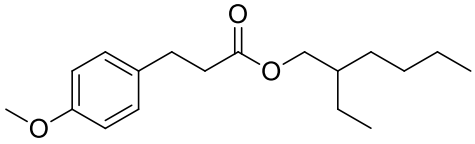
9) O uso de protetores solares é importante para a saúde, especialmente em situações de grande exposição ao Sol. Suas moléculas ativas geralmente apresentam anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, capazes de absorver radiação ultravioleta. Além disso, devem possuir uma região apolar que reduza sua solubilidade em água, dificultando sua remoção durante o contato com ela. Considerando essas características, qual das moléculas a seguir é a mais adequada para atuar como substância ativa de protetores solares?

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

10) Em um laboratório de controle de qualidade, estão disponíveis 4 soluções aquosas, todas a 25 °C:

Solução I: $HC\ell$ 0,020 mol L^{-1}
Solução II: H_2SO_4 0,010 mol L^{-1}
Solução III: NaOH 0,030 mol L^{-1}
Solução IV: $Ca(OH)_2$ 0,010 mol L^{-1}

Para fins desta questão, considere completa a ionização dos dois hidrogênios do H_2SO_4 e completa a dissociação das bases. Considere também volumes aditivos e $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$. Um estudante realiza três experimentos independentes:

Experimento A: mistura 50,0 mL da solução I com 50,0 mL da solução III.
Experimento B: mistura 50,0 mL da solução II com 25,0 mL da solução IV.
Experimento C: mistura 25,0 mL da solução II com 50,0 mL solução III.

A respeito dos sistemas obtidos, assinale a alternativa correta.

a) A é neutro, B é ácido e C é básico.
b) A apresenta pH > 7, B apresenta pH < 7 e C apresenta pH > 7.
c) A e C apresentam pH > 7, enquanto B apresenta pH = 7.
d) A apresenta pH < 7, enquanto B e C apresentam pH = 7.
e) A, B e C possuem pH = 7, pois em todos os casos ocorre reação entre um ácido e uma base fortes.

Parte II – Questões Discursivas

11) Durante um acampamento, um grupo utiliza gás propano (C_3H_8) em um fogareiro portátil para aquecer alimentos. A combustão completa do propano é representada pela equação:

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(\ell)$$

Considere os dados:

$$\Delta H_f^o(C_3H_8) = -100 \text{ kJ mol}^{-1}$$
$$\Delta H_f^o(CO_2) = -400 \text{ kJ mol}^{-1}$$
$$\Delta H_f^o(H_2O(\ell)) = -280 \text{ kJ mol}^{-1}$$

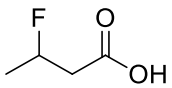
Qual é o calor liberado na combustão completa de 88 g de propano?

** No cartão de respostas, escreva apenas o valor númerico do calor liberado com a unidade.*

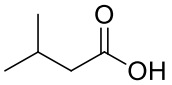
$$\Delta H^\circ_{reação} = \sum \Delta H_f^\circ(\text{produtos}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reagentes})$$
$$\Delta H^\circ = [3(-400) + 4(-280)] - [-100 + 5(0)]$$
$$\Delta H^\circ = -2320 + 100 = -2220 \text{ kJ/mol}$$

Para 88 g:
$$n = \frac{88}{44} = 2{,}0\ mol$$
Q=2(−2220)=**−4440 kJ**

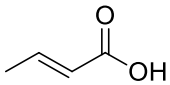
12) Considerando os efeitos eletrônicos e a estabilidade das bases conjugadas, coloque os compostos a seguir em ordem crescente de acidez.



I



II



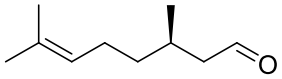
III

**No cartão de respostas, escreva apenas os números dos compostos (I, II e III), em ordem crescente de acidez, separados por vírgulas.*

II, III, I

O composto I é o mais ácido devido ao efeito indutivo retirador de elétrons que ajuda a estabilizar a base conjugada. O III é o segundo mais ácido devido a ligação dupla estar diretamente conjugada com o grupo carboxila, essa conjugação modifica a distribuição eletrônica da molécula e pode contribuir para a estabilização da base conjugada. Entretanto, não significa que a base conjugada seja necessariamente mais estável do que a do composto I. O composto II é o menos ácido pois o grupo alquila apresenta um efeito indutivo doador de elétrons que desestabiliza a base conjugada.

13) Forneça o nome IUPAC do composto representado abaixo, incluindo a indicação da configuração estereoquímica, quando aplicável.



**No cartão de respostas, escreva apenas o nome do composto com a estereoquímica.*

(3*R*)-3,7-dimetiloct-6-enal

14) Uma série de medições é realizada para determinar a massa molar de um gás desconhecido. Primeiro, um grande frasco é evacuado, e sua massa de 134,567 g é determinada. Em seguida, o frasco é preenchido com o gás a uma pressão de 735 Torr, a 31 °C, e sua massa é determinada novamente, sendo agora de 137,456 g. Por fim, o frasco é preenchido com água a 31 °C e pesado novamente; sua massa passa a ser 1067,9 g. A densidade da água a 31 °C é de 0,997 g mL^{-1}. Supondo comportamento de gás ideal, qual a massa molar do gás desconhecido?

Dados:

1 atm = 760 torr	0 °C = 273 K	$R = 0{,}082\ \frac{atm\ L}{mol\ K}$	$PV = nRT$	$PV = \frac{m}{M}RT$
onde *P* = pressão, *V* = volume, *n* = número de mols, *m* = massa, *M* = massa molar, *T* = temperatura e *R* = constante dos gases ideais				

**No cartão de respostas, escreva apenas o valor numérico da massa molar do gás com uma casa decimal e com a unidade.*

Primeiramente é necessário calcular o volume do recipiente utilizando a massa de água (1067,9 – 134,567 = 933,333 g de água).

0,997 g --- 1 mL
933,333 g --- x

x = 936,14 mL

Em seguida, calcula-se a massa molar com os dados fornecidos (massa do gás será de 137,456 – 134,567 = 2,889 g).

$PV = \frac{m}{M}RT$ $\quad 0{,}97\ atm \cdot 0{,}93614\ L = \frac{2{,}889\ g}{M}\ 0{,}082\ \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}\ 304\ K$ $\quad$ **M = 79,30 g mol^{-1}**

15) Um dos principais componentes da resina de pinho utilizada na produção de fumaça branca é o ácido abiético, cuja fórmula molecular é $C_{20}H_{30}O_2$. Considerando a combustão completa de 0,94 mol desse composto, determine a massa de dióxido de carbono formada.

**No cartão de respostas, escreva apenas o valor numérico da massa, com uma casa decimal e com a unidade.*

$$C_{20}H_{30}O_2 + 53/2\ O_2 \rightarrow 20\ CO_2 + 15\ H_2O$$

1 mol $C_{20}H_{30}O_2$ --- 20 mol CO_2
0,94 mol --- x
x = 18,8 mol CO_2

1 mol CO_2 --- 44,009 g
18,8 mol CO_2 --- x
x = 827,4 g CO_2
(será aceito também o valor de 827,2 g que é obtido ao usar a massa molar de 44 g mol^{-1})

