# OLIMPÍADA PARANAENSE DE QUÍMICA – OPRQ 2026

## FASE II – MODALIDADE M1

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 prova, 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 cobre é um metal de transição utilizado em fios elétricos, ligas metálicas e diversos dispositivos eletrônicos. Na Tabela Periódica, seu número atômico é 29. Embora a aplicação direta da ordem usual de preenchimento dos orbitais possa sugerir uma determinada distribuição eletrônica, o estado fundamental do cobre apresenta uma configuração particularmente estável.

Considere as afirmações:

I. A configuração eletrônica fundamental do Cu é $[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{1}$.
II. A formação do íon $Cu^{+}$ ocorre preferencialmente pela retirada do elétron do orbital *4s*, resultando em $[Ar]\ 3d^{10}$.
III. O íon $Cu^{2+}$ apresenta configuração $[Ar]\ 3d^{9}$ e possui um elétron desemparelhado.
IV. Como o átomo neutro de cobre possui apenas um elétron no nível $n = 4$, ele pertence ao grupo 1 da Tabela Periódica.
V. Os íons $Cu^{+}$ e $Cu^{2+}$ possuem o mesmo número de elétrons no subnível *3d*, diferindo apenas no número de elétrons do subnível *4s*.

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

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

**2)** O diamante e o grafite são formas alotrópicas do carbono. Apesar de serem constituídos exclusivamente por átomos desse elemento, apresentam propriedades muito diferentes. O diamante é extremamente duro e não apresenta boa condutividade elétrica, enquanto o grafite é relativamente macio e pode conduzir corrente elétrica. A alternativa que explica essas diferenças é:

a) O grafite e o diamante apresentam diferentes números de prótons em seus átomos de carbono.
b) O diamante possui maior massa molar porque seus átomos estão mais fortemente ligados.
c) As propriedades distintas resultam das diferentes formas de organização e ligação dos átomos de carbono nas duas estruturas.
d) O grafite é uma mistura de carbono com pequenas quantidades de metais responsáveis por sua condutividade.
e) Diamante e grafite correspondem a diferentes estados físicos do carbono, da mesma forma que gelo e água líquida.

**3)** Durante uma pesquisa na internet, um estudante encontrou o seguinte texto sobre a evolução dos modelos atômicos: “Dalton propôs um modelo no qual o átomo era considerado uma esfera maciça e indivisível. Posteriormente, a descoberta de partículas subatômicas levou à elaboração de novos modelos. Thomson propôs o chamado modelo do ‘pudim de passas’. Mais tarde, os experimentos de espalhamento de partículas alfa contribuíram para o desenvolvimento do modelo nuclear de Rutherford, que posteriormente foi aperfeiçoado por Bohr.” A partir do desenvolvimento histórico dos modelos atômicos, analise as afirmações:

I. No modelo de Dalton, o átomo era considerado indivisível, esse modelo não contemplava partículas subatômicas.
II. A descoberta do elétron por Thomson forneceu evidências de que o átomo possuía estrutura interna e, portanto, não era indivisível.
III. No modelo atômico de Thomson, a carga positiva estava concentrada em um pequeno núcleo, ao redor do qual os elétrons se movimentavam.
IV. Os resultados do experimento de espalhamento de partículas alfa levaram Rutherford a propor que a maior parte do volume do átomo corresponde a espaço praticamente vazio e que sua carga positiva está concentrada em uma pequena região.
V. No modelo de Bohr, os elétrons podem ocupar determinados estados de energia e realizar transições entre eles mediante absorção ou emissão de energia.
VI. A evolução dos modelos atômicos evidencia que os modelos científicos podem ser modificados quando novas evidências experimentais revelam limitações nas explicações existentes.

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

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

**4)** 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: $6 \times 10^{23}$.

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

**5)** O cloro forma uma série de oxiácidos cujas fórmulas são $HCℓO$, $HCℓO_2$, $HCℓO_3$ e $HCℓO_4$. 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 $HCℓO$, $HCℓO_2$, $HCℓO_3$ e $HCℓO_4$ 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 $HCℓO_4$ 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.

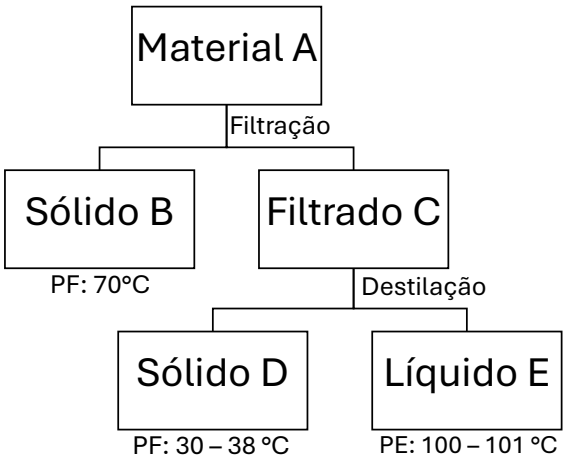
Assinale a alternativa que apresenta **apenas as afirmações corretas**:

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 diagrama ao lado ilustra as etapas de separação de uma mistura. Pela análise do diagrama, todas as afirmativas estão corretas, exceto:

a) O sólido B é uma substância pura.
b) O filtrado C foi separado por destilação simples.
c) O material A pode ser uma solução aquosa de cloreto de sódio.
d) O líquido E é uma substância pura.
e) A separação dos componentes do filtrado C foi uma transformação física.

*PF = ponto de fusão
*PE = ponto de ebulição



**7)** No contexto da Revolução Industrial, as máquinas a vapor contribuíram para importantes transformações tecnológicas. Para compreender alguns princípios físicos envolvidos no comportamento dos gases, considere uma amostra de gás ideal, com quantidade de matéria constante, submetida a três transformações independentes:

I. Em um recipiente rígido e fechado, a temperatura absoluta do gás aumenta de 300 K para 450 K.
II. Em um cilindro com pistão móvel, o gás é aquecido de 300 K para 600 K, mantendo-se constante a pressão.
III. Em outra etapa, o gás é comprimido isotermicamente até que seu volume final seja igual à metade do volume inicial.

Desprezando perdas de gás e considerando comportamento ideal, analise as afirmações:

I. Na primeira transformação, a pressão final corresponde a 1,5 vez a pressão inicial.
II. Na segunda transformação, o volume final corresponde ao dobro do volume inicial.
III. Na terceira transformação, a pressão final corresponde à metade da pressão inicial.
IV. As transformações I, II e III são, respectivamente, isocórica, isobárica e isotérmica.
V. Em todas as três transformações, a razão $\frac{PV}{T}$ permanece constante.

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

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

**8)** O átomo A possui número atômico igual a (2x + 10) e número de massa igual a (5x + 12). O átomo B possui número atômico igual a (3x - 2) e número de massa igual a (6x - 2). O átomo C possui 42 nêutrons em seu núcleo. Sabendo que A e B são isótopos e que B e C são isóbaros, assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, o número atômico de A e o número de nêutrons de B.

a) 26 e 30
b) 34 e 36
c) 34 e 34
d) 26 e 44
e) 30 e 34

**9)** Considere os elementos hipotéticos A, B e C, cujas configurações eletrônicas no estado fundamental 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 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

**10)** Considere as equações:

$$A)\ Fe(s) + 2\ HC\ell(aq) \rightarrow FeC\ell_2(aq) + H_2(g)$$
$$B)\ Na_2CO_3(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow NaC\ell(aq) + H_2O(\ell) + CO_2(g)$$
$$C)\ C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(\ell)$$
$$D)\ N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

A partir dessas equações, analise as afirmações:

I. A equação A está corretamente balanceada e indica que 1 mol de Fe pode produzir 1 mol de $H_2$.
II. A equação B não está balanceada; utilizando os menores coeficientes estequiométricos inteiros, a soma dos coeficientes da equação balanceada é igual a 5.
III. Na equação C, são necessários 5 mol de $O_2$ para a combustão completa de 1 mol de $C_3H_8$.
IV. Na equação D, uma mistura contendo 1 mol de $N_2$ e 2 mol de $H_2$ pode produzir, no máximo, 2 mol de $NH_3$.
V. As equações A, C e D, tal como apresentadas, obedecem à conservação do número de átomos de cada elemento.

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

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

## Parte II – Questões Discursivas

**11)** Considere as substâncias metano ($CH_4$), amônia ($NH_3$) e sulfeto de hidrogênio ($H_2S$). Com base nas interações intermoleculares presentes nessas substâncias, ordene-as em **ordem crescente de seus pontos de ebulição**.

** No cartão de respostas, escreva apenas as fórmulas químicas das substâncias em ordem crescente de seus pontos de ebulição, separadas por vírgulas.*

$CH_4$, $H_2S$, $NH_3$

**12)** Considere a equação química balanceada a seguir:

$$1\ KC\ell O_3 + 3\ Zn + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ KC\ell + 3\ ZnSO_4 + 3\ H_2O$$

Identifique os sais presentes na equação e escreva seus nomes na ordem em que aparecem, considerando tanto os reagentes quanto os produtos.

**No cartão de respostas, escreva apenas os nomes dos sais, separados por vírgulas.*

Clorato de potássio, cloreto de potássio e sulfato de zinco

**13)** Durante a Segunda Guerra Mundial, soluções de nitrato de chumbo(II) foram utilizadas como tinta invisível. Ao aplicar uma solução reveladora de sulfeto de sódio sobre a escrita, ocorre uma reação química que produz um sólido escuro, tornando a mensagem visível. Considerando que os reagentes são o nitrato de chumbo(II) e o sulfeto de sódio, represente a reação química que ocorre, indicando as fórmulas dos reagentes e de todos os produtos e utilizando os coeficientes estequiométricos inteiros mínimos.

**No cartão de respostas, escreva apenas a equação química balanceada, utilizando as fórmulas químicas.*

$Pb(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow PbS + 2\ NaNO_3$

**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 = 79,60 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 $mol^{-1}$)**

OLIMPÍADA PARANAENSE DE QUÍMICA

PROGRAMA NACIONAL OLIMPÍADAS DE QUÍMICA

# Tabela periódica

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 H hidrogênio 1,008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 He hélio 4,0026 |
| 3 Li lítio 6,94 | 4 Be berílio 9,0122 | | | | | | | | | | | 5 B boro 10,81 | 6 C carbono 12,011 | 7 N nitrogênio 14,007 | 8 O oxigênio 15,999 | 9 F flúor 18,998 | 10 Ne neônio 20,180 |
| 11 Na sódio 22,990 | 12 Mg magnésio 24,305 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Al alumínio 26,982 | 14 Si silício 28,085 | 15 P fósforo 30,974 | 16 S enxofre 32,06 | 17 Cl cloro 35,45 | 18 Ar argônio 39,95 |
| 19 K potássio 39,098 | 20 Ca cálcio 40,078(4) | 21 Sc escândio 44,956 | 22 Ti titânio 47,867 | 23 V vanádio 50,942 | 24 Cr crômio 51,996 | 25 Mn manganês 54,938 | 26 Fe ferro 55,845(2) | 27 Co cobalto 58,933 | 28 Ni níquel 58,693 | 29 Cu cobre 63,546(3) | 30 Zn zinco 65,38(2) | 31 Ga gálio 69,723 | 32 Ge germânio 72,630(8) | 33 As arsênio 74,922 | 34 Se selênio 78,971(8) | 35 Br bromo 79,904 | 36 Kr criptônio 83,798(2) |
| 37 Rb rubídio 85,468 | 38 Sr estrôncio 87,62 | 39 Y ítrio 88,906 | 40 Zr zircônio 91,222(3) | 41 Nb nióbio 92,906 | 42 Mo molibdênio 95,95 | 43 Tc tecnécio [97] | 44 Ru rutênio 101,07(2) | 45 Rh ródio 102,91 | 46 Pd paládio 106,42 | 47 Ag prata 107,87 | 48 Cd cádmio 112,41 | 49 In índio 114,82 | 50 Sn estanho 118,71 | 51 Sb antimônio 121,76 | 52 Te telúrio 127,60(3) | 53 I iodo 126,90 | 54 Xe xenônio 131,29 |
| 55 Cs césio 132,91 | 56 Ba bário 137,33 | 57 a 71 | 72 Hf háfnio 178,486(6) | 73 Ta tântalo 180,95 | 74 W tungstênio 183,84 | 75 Re rênio 186,21 | 76 Os ósmio 190,23(3) | 77 Ir irídio 192,22 | 78 Pt platina 195,08 | 79 Au ouro 196,97 | 80 Hg mercúrio 200,59 | 81 Tl tálio 204,38 | 82 Pb chumbo 207,2 | 83 Bi bismuto 208,98 | 84 Po polônio [209] | 85 At astato [210] | 86 Rn radônio [222] |
| 87 Fr frâncio [223] | 88 Ra rádio [226] | 89 a 103 | 104 Rf rutherfórdio [267] | 105 Db dúbnio [268] | 106 Sg seabórgio [269] | 107 Bh bóhrio [270] | 108 Hs hássio [269] | 109 Mt meitnério [277] | 110 Ds darmstádtio [281] | 111 Rg roentgênio [282] | 112 Cn copernício [285] | 113 Nh nihônio [286] | 114 Fl fleróvio [290] | 115 Mc moscóvio [290] | 116 Lv livermório [293] | 117 Ts tennesso [294] | 118 Og oganessônio [294] |

3 — número atômico
Li — símbolo químico
lítio — nome
6,94 — peso atômico (massa atômica relativa)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 La lantânio 138,91 | 58 Ce cério 140,12 | 59 Pr praseodímio 140,91 | 60 Nd neodímio 144,24 | 61 Pm promécio [145] | 62 Sm samário 150,36(2) | 63 Eu európio 151,96 | 64 Gd gadolínio 157,249(2) | 65 Tb térbio 158,93 | 66 Dy disprósio 162,50 | 67 Ho hólmio 164,93 | 68 Er érbio 167,26 | 69 Tm túlio 168,93 | 70 Yb itérbio 173,05 | 71 Lu lutécio 174,97(1) |
| 89 Ac actínio [227] | 90 Th tório 232,04 | 91 Pa protactínio 231,04 | 92 U urânio 238,03 | 93 Np netúnio [237] | 94 Pu plutônio [244] | 95 Am amerício [243] | 96 Cm cúrio [247] | 97 Bk berquélio [247] | 98 Cf califórnio [251] | 99 Es einstênio [252] | 100 Fm férmio [257] | 101 Md mendelévio [258] | 102 No nobélio [259] | 103 Lr laurêncio [262] |

www.tabelaperiodica.org

Este QR Code dá acesso gratuito a centenas de vídeos e imagens sobre os elementos químicos.

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais
Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail luisholzle@unipampa.edu.br
Versão IUPAC/SBQ (pt-br) com 5 algarismos significativos - atualizada em 27 de março de 2025



INSTITUTO FEDERAL PARANÁ

UFPR UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ