



OLIMPÍADA CEARENSE DE QUÍMICA 2026 - MODALIDADE M1

Segunda aplicação

GABARITO

Questão 01

O conhecimento sobre a classificação da matéria é essencial para compreender fenômenos naturais e processos industriais. O ar atmosférico, por exemplo, é utilizado como fonte de gases de grande importância econômica, enquanto alguns elementos químicos podem existir em diferentes formas estruturais, apresentando propriedades distintas, como ocorre com o carbono e o fósforo.

Com base nos conceitos de substâncias simples e compostas, misturas e alotropia, analise as afirmativas a seguir.

- I. O oxigênio molecular (O_2) e o ozônio (O_3) são exemplos de formas alotrópicas do elemento oxigênio, os quais apresentam propriedades químicas e físicas diferentes.
- II. O ar atmosférico pode ser separado em seus componentes por processos físicos, pois é constituído por uma mistura de gases.
- III. O dióxido de carbono (CO_2) é classificado como uma substância composta, justificada por se encontrar no estado gasoso à temperatura ambiente.
- IV. O diamante e a grafita apresentam propriedades diferentes porque são constituídos por elementos químicos distintos.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.**
- B) Apenas as afirmativas I, II e III estão corretas.
- C) Apenas as afirmativas I, III e IV estão corretas.
- D) Apenas as afirmativas II e IV estão corretas.
- E) Todas as afirmativas estão corretas.

Questão 02

Em muitos garimpos artesanais, o ouro é separado dos sedimentos por meio da amalgamação, processo no qual o mercúrio metálico (Hg) entra em contato com partículas de ouro (Au), formando uma amálgama. Posteriormente, essa mistura é aquecida para recuperar o ouro. Embora seja um método eficiente, a utilização do mercúrio é altamente prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana devido à sua elevada toxicidade e volatilidade.

Considere os seguintes dados:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
Mercúrio (Hg)	-38,8	356,7
Ouro (Au)	1064	2856

Sobre o processo descrito, assinale a alternativa **correta**.

- A)** A separação do ouro e do mercúrio ocorre por destilação simples, pois o mercúrio possui ponto de ebulição muito inferior ao do ouro, vaporizando-se antes, enquanto o ouro permanece no estado sólido.
- B)** A formação da amálgama corresponde à formação de um novo composto químico por reação de oxidação entre ouro e mercúrio.
- C)** A recuperação do ouro ocorre por sublimação, pois o mercúrio evapora espontaneamente à temperatura ambiente.
- D)** O aquecimento da amálgama promove inicialmente a fusão do ouro, seguida da evaporação do mercúrio, permitindo sua separação.
- E)** A separação do ouro é realizada por eletrólise, pois ouro e mercúrio apresentam pontos de ebulição muito próximos.

Questão 03

Os processos de separação de misturas desempenham papel fundamental em atividades industriais, ambientais e laboratoriais. A escolha da técnica mais adequada depende das propriedades físicas dos componentes da mistura, como ponto de ebulição, solubilidade, magnetismo e tamanho das partículas. O domínio desses métodos é indispensável em áreas como a produção de alimentos, o tratamento de água, a indústria petroquímica e a reciclagem de materiais.

Considere as situações descritas a seguir:

- I. Produção de água destilada a partir da água do mar.
- II. Separação dos diferentes hidrocarbonetos presentes no petróleo bruto para obtenção de combustíveis.
- III. Remoção de partículas de ferro presentes em uma mistura com areia seca.

IV. Obtenção de cloreto de sódio sólido a partir da evaporação da água do mar em salinas.

Os métodos de separação mais adequados para os processos I, II, III e IV, respectivamente, são:

A) Filtração – destilação fracionada – imantação – cristalização.

B) Destilação fracionada – decantação – centrifugação – evaporação.

C) Evaporação – destilação simples – imantação – filtração.

D) Destilação simples – cromatografia – separação magnética – sublimação.

E) Destilação simples – destilação fracionada – imantação – cristalização.

Questão 04

Ao estudar os diagramas de aquecimento e resfriamento de diferentes sistemas materiais, um grupo de estudantes observou que algumas misturas apresentam comportamento semelhante ao das substâncias puras durante determinadas mudanças de estado. Esse comportamento está relacionado às chamadas misturas azeotrópicas e misturas eutéticas, importantes em processos industriais como destilação, metalurgia e fabricação de ligas metálicas.

Com base nas propriedades das substâncias e das misturas, analise as afirmativas a seguir.

I. Uma mistura azeotrópica apresenta temperatura de ebulição constante, tendo comportamento similar a de uma substância pura durante a vaporização.

II. Uma mistura eutética apresenta temperatura de fusão constante, embora seja constituída por mais de uma substância.

III. Toda mistura homogênea apresenta temperaturas constantes tanto na fusão quanto na ebulição.

IV. Uma substância apresenta temperaturas constantes durante as mudanças de estado físico, desde que a pressão permaneça constante.

Assinale a alternativa correta.

A) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.

B) Apenas as afirmativas II e IV estão corretas.

C) Apenas as afirmativas I, II e IV estão corretas.

D) Apenas as afirmativas I, III e IV estão corretas.

E) Todas as afirmativas estão corretas.

Questão 05

Durante uma aula prática sobre propriedades da matéria, um professor apresentou aos estudantes um recipiente graduado com capacidade máxima de 2,0 L. Em seguida, adicionou 10,8 kg de gálio

fundido, cuja massa específica é igual a $6,1 \text{ g/cm}^3$, e pediu que os alunos determinassem qual porcentagem da capacidade total do recipiente permaneceu desocupada.

A porcentagem aproximada do volume do recipiente que permaneceu vazia é:

- A) 2,5%
- B) 6,0%
- C) 8,5%
- D) 11,5%**
- E) 20,0%

Questão 06

Em uma atividade experimental, um estudante aqueceu 300 g de água a 70°C e adicionou, sob agitação, 180 g de um sal hipotético X. Sabe-se que a solubilidade de X em água é de 50 g para cada 100 g de água a 70°C e de 20 g para cada 100 g de água a 25°C . Após o sistema atingir o equilíbrio de solubilidade a 70°C , o béquer foi resfriado lentamente até 25°C , permanecendo nessa temperatura até o estabelecimento de um novo equilíbrio.

A composição final do sistema, a 25°C , apresentará:

- a) 90 g de X dissolvidos e 90 g de sólido depositados no fundo do recipiente.
- b) 60 g de X dissolvidos e 120 g de sólido depositados no fundo do recipiente.**
- c) 150 g de X dissolvidos e 30 g de sólido depositados no fundo do recipiente.
- d) 120 g de X dissolvidos e 60 g de sólido depositados no fundo do recipiente.
- e) 180 g de X dissolvidos e nenhum sólido depositado.

Questão 07

Durante um fim de semana, uma família realizou diferentes atividades domésticas envolvendo materiais do cotidiano. Em cada situação, ocorreram transformações que podem ser classificadas como fenômenos físicos ou químicos.

- I. Cubos de gelo foram retirados do congelador e derreteram sobre a bancada da cozinha.
- II. Uma maçã cortada permaneceu exposta ao ar por algumas horas e sua superfície escureceu.
- III. O álcool em gel deixado sobre as mãos evaporou após alguns instantes.
- IV. Um bolo foi levado ao forno e, durante o aquecimento, a massa cresceu e adquiriu novas características, como aroma, textura e cor.

A classificação correta, respectivamente, dos fenômenos descritos em I, II, III e IV é:

- a) Químico, físico, físico, químico.

- b) Físico, físico, químico, químico.
- c) Químico, químico, físico, físico.
- d) Físico, químico, químico, físico.
- e) Físico, químico, físico, químico.

Questão 08

A figura apresenta um **diagrama de fases simplificado da água**, no qual estão indicados os pontos A, B, C e D.

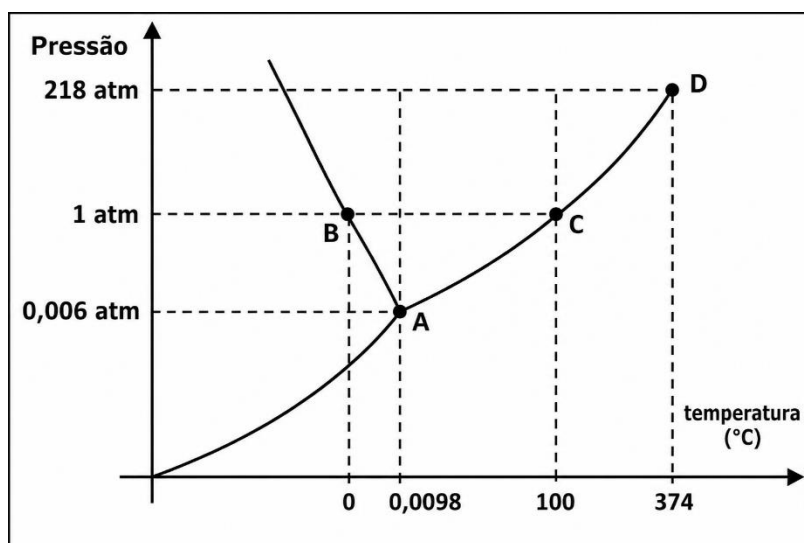


Figura ilustrativa – fora de escala

O ponto A corresponde ao ponto triplo, C representa o estado de ebulição normal, e D corresponde ao ponto crítico. A curva que parte de A em direção a D representa o equilíbrio entre as fases líquida e gasosa, enquanto a reta inclinada representa o equilíbrio entre as fases sólida e líquida.

Com base na análise do diagrama e nos conceitos de equilíbrio de fases, assinale a alternativa correta.

- a) O ponto C corresponde ao ponto crítico da água, no qual desaparece a distinção entre líquido e vapor, impossibilitando a liquefação por compressão.
- b) Em pressões inferiores a 0,006 atm, a água líquida não pode existir em equilíbrio termodinâmico; ao aquecer o gelo nessas condições, ocorre sublimação direta para o estado gasoso.**
- c) A inclinação negativa da curva sólido-líquido indica que o gelo possui densidade maior que a água líquida, razão pela qual afunda quando colocado em água.
- d) No ponto D, coexistem simultaneamente as fases sólida, líquida e gasosa, caracterizando o ponto triplo da água.
- e) Ao aumentar a pressão sobre gelo inicialmente a 0 °C, ocorre necessariamente a solidificação da água devido ao aumento da temperatura de fusão.

Questão 09

A comparação entre espécies isoeletrônicas constitui uma ferramenta importante para compreender a influência da carga nuclear efetiva (Z_{ef}) sobre propriedades periódicas. Em uma série isoeletrônica, o número de elétrons permanece constante, de modo que diferenças observadas em propriedades físicas decorrem, predominantemente, da intensidade da atração eletrostática exercida pelo núcleo. Esse conceito é amplamente utilizado para explicar tendências em raios iônicos, energia de ionização, afinidade eletrônica e estabilidade de sólidos iônicos.

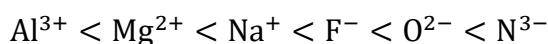
Considere as espécies abaixo:



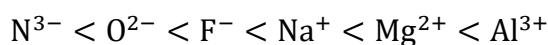
Todas apresentam 10 elétrons.

Analise as afirmações.

I. A ordem crescente dos raios iônicos é:



II. A primeira energia necessária para remover um elétron segue a ordem:



III. A densidade eletrônica ao redor do núcleo é maior em Al^{3+} do que em N^{3-} , devido à maior carga nuclear efetiva.

IV. Como todas as espécies possuem a mesma configuração eletrônica ($1s^2 2s^2 2p^6$), apresentam, necessariamente, o mesmo potencial de ionização.

Assinale a alternativa correta.

a) Apenas I e II são verdadeiras.

b) Apenas I, II e III são verdadeiras.

c) Apenas II e IV são verdadeiras.

d) Apenas I e IV são verdadeiras.

e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 10

O desenvolvimento dos modelos atômicos representa uma sucessão de propostas científicas elaboradas para explicar evidências experimentais. Em cada etapa, um novo modelo não eliminou completamente o anterior, mas incorporou seus aspectos consistentes e corrigiu suas limitações à luz

de novos resultados experimentais. Entre os experimentos mais importantes destacam-se os estudos com descargas elétricas em gases rarefeitos, o espalhamento de partículas α por lâminas metálicas e os espectros de emissão do hidrogênio.

Com base nesses conhecimentos, assinale a alternativa **correta**.

- a) O experimento de espalhamento de partículas α realizado por Rutherford demonstrou que a carga positiva do átomo está distribuída uniformemente em todo o seu volume, confirmando o modelo proposto por Thomson.
- b) O modelo de Bohr explica satisfatoriamente os espectros atômicos de todos os elementos químicos, pois admite que os elétrons podem ocupar quaisquer valores de energia desde que permaneçam em órbitas circulares.
- c) A principal limitação do modelo de Dalton consiste em não explicar a existência dos elétrons; entretanto, esse modelo já admitia que os átomos eram constituídos por partículas positivas e negativas distribuídas em camadas eletrônicas.
- d) A observação de que a maior parte das partículas α atravessava uma lâmina metálica sem sofrer desvios significativos levou Rutherford à conclusão de que o átomo é constituído predominantemente por espaço vazio, concentrando praticamente toda a sua massa e carga positiva em uma região central muito pequena.
- e) O modelo quântico atual substituiu completamente o conceito de níveis de energia introduzido por Bohr, demonstrando experimentalmente que os elétrons possuem trajetórias bem definidas ao redor do núcleo.

Questão 11

A mecânica quântica revolucionou a compreensão da estrutura eletrônica dos átomos ao substituir o conceito clássico de órbitas definidas pela descrição probabilística dos orbitais atômicos, regiões do espaço onde existe maior probabilidade de encontrar um elétron. Essa abordagem fundamenta-se na solução da equação de Schrödinger e no princípio da incerteza de Heisenberg, permitindo caracterizar cada elétron por um conjunto único de quatro números quânticos. Além disso, a combinação matemática de orbitais atômicos pode originar orbitais híbridos, fundamentais para explicar a geometria molecular e as propriedades das ligações químicas. Dessa forma, a teoria quântica constitui a base para interpretar desde a estrutura dos átomos até a formação das moléculas.

Referência: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

Com base nos fundamentos da teoria quântica e da hibridização, assinale a alternativa **correta**.

- a) Em um átomo, dois elétrons podem possuir os quatro números quânticos idênticos, desde que ocupem orbitais híbridos distintos.
- b) A hibridização corresponde à promoção eletrônica para níveis de energia superiores, sendo responsável pela formação de orbitais d em elementos do segundo período.

c) Um elétron descrito pelos números quânticos $n = 4$, $l = 2$, $m_l = -1$ e $m_s = +\frac{1}{2}$ ocupa um orbital do tipo **4d**, cuja orientação espacial é compatível com os valores permitidos para o número quântico magnético.

d) O número quântico magnético determina a forma do orbital, enquanto o número quântico azimutal determina sua orientação no espaço.

e) Todos os orbitais híbridos apresentam a mesma energia e a mesma distribuição espacial, independentemente do átomo em que são formados.

Questão 12

O **ródio (Rh)** é um metal de transição pertencente ao grupo da platina, amplamente empregado em catalisadores automotivos, contatos elétricos e revestimentos metálicos devido à sua elevada resistência à corrosão e excelente estabilidade química. Estudos de estrutura eletrônica mostram que alguns metais de transição da série **4d** apresentam configurações eletrônicas que diferem da previsão simplificada do diagrama de Linus Pauling, em razão da pequena diferença de energia entre os subníveis **5s** e **4d**, tornando a distribuição eletrônica energeticamente mais estável.

Referência: HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. Inorganic Chemistry. 5. ed. Harlow: Pearson, 2018.

Considerando essa particularidade e as regras de formação de cátions em metais de transição, assinale a alternativa que apresenta, **respectivamente**, a configuração eletrônica correta do **ródio** no estado fundamental e a do seu **cátion trivalente (Rh³⁺)**.

a) $[Kr] 4d^8 5s^1$ e $[Kr] 4d^6$

b) $[Kr] 4d^7 5s^2$ e $[Kr] 4d^4 5s^2$

c) $[Kr] 4d^9 5s^0$ e $[Kr] 4d^6 5s^0$

d) $[Kr] 4d^8 5s^1$ e $[Kr] 4d^7$

e) $[Kr] 4d^7 5s^2$ e $[Kr] 4d^5 5s^1$

Questão 13

A Tabela Periódica moderna é resultado de mais de 150 anos de aperfeiçoamentos científicos. Embora a proposta de Dmitri Mendeleev tenha sido revolucionária ao organizar os elementos segundo a periodicidade de suas propriedades químicas, o modelo atual fundamenta-se no número atômico, conceito estabelecido experimentalmente por Henry Moseley em 1913. Atualmente, a IUPAC mantém a padronização da Tabela Periódica, incorporando novos conhecimentos sobre pesos atômicos, isótopos e elementos superpesados, reforçando que a organização periódica decorre da estrutura eletrônica dos átomos e não apenas de suas massas atômicas. Em 2026, a IUPAC reafirmou seu compromisso com a atualização contínua de padrões e recomendações relacionados aos elementos químicos e à Tabela Periódica.

Referência: International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). *IUPAC Standards Online – Free Access in 2026 e Periodic Table of Elements*. 2026.

Com base na evolução histórica da Tabela Periódica e nos fundamentos da classificação periódica moderna, assinale a alternativa **correta**.

- a) A organização periódica proposta por Mendeleev baseava-se exclusivamente no número atômico, razão pela qual não houve necessidade de reorganização da tabela após os experimentos de Moseley.
- b) A inversão das posições dos pares telúrio–iodo e cobalto–níquel na Tabela Periódica moderna constitui uma evidência de que a periodicidade química é determinada pelo número atômico, e não pela massa atômica.**
- c) A existência de lacunas na tabela de Mendeleev decorreu de erros experimentais na determinação das massas atômicas dos elementos conhecidos, sendo posteriormente eliminadas com a descoberta dos gases nobres.
- d) A Lei Periódica moderna estabelece que as propriedades químicas dos elementos variam periodicamente em função da massa atômica média, desde que sejam considerados os diferentes isótopos naturais.
- e) A descoberta dos elementos transurânicos tornou obsoleta a Lei Periódica, uma vez que esses elementos não seguem a distribuição eletrônica prevista pelo modelo quântico.

Questão 14

A determinação da massa de átomos individuais por técnicas como a **espectrometria de massas de alta resolução** é uma das ferramentas mais importantes da Química moderna. Em laboratórios de geoquímica, astrofísica e ciência planetária, a identificação de elementos químicos presentes em amostras terrestres e extraterrestres baseia-se na relação entre a massa de um único átomo e a massa molar do elemento, utilizando a constante de Avogadro. A **IUPAC** destaca que a combinação entre medições isotópicas de alta precisão e os valores recomendados das massas atômicas constitui um dos pilares da caracterização química de novos materiais e amostras naturais.

Referência: IUPAC. *Periodic Table of Elements; Standard Atomic Weights of Three Technology Critical Elements Revised*. International Union of Pure and Applied Chemistry, 2026.

Em uma missão destinada à exploração de um exoplaneta, um espectrômetro de massas determinou que a massa absoluta de um único átomo de um elemento químico **Y** é igual a $9,27 \times 10^{-23}$ g.

Considere a constante de Avogadro igual a $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Desprezando a pequena diferença entre massa atômica e massa molar, conclui-se que o elemento **Y** é:

- a) Cu
- b) Br
- c) Zn

d) Se

e) Fe

Questão 15

As tendências periódicas observadas na Tabela Periódica são consequência da competição entre a carga nuclear efetiva (Z_{ef}), o efeito de blindagem e as interações de repulsão entre elétrons. Embora regras gerais sejam frequentemente utilizadas para prever o comportamento dos elementos, diversas exceções surgem em decorrência da estabilidade associada a subníveis completamente preenchidos ou semipreenchidos, bem como de efeitos relacionados à contração dos orbitais e à penetração eletrônica. Assim, a análise de propriedades periódicas requer uma abordagem integrada da estrutura eletrônica e da mecânica quântica.

Analise as afirmativas a seguir.

I. Na série isoeletrônica: P^{3-} , S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Sc^{3+} , a ordem crescente de energia necessária para remover um elétron é exatamente a mesma ordem crescente da carga nuclear efetiva, excetuando os íons potássio e cálcio.

II. A sequência: $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O})$, constitui uma exceção à tendência periódica geral e decorre da maior estabilidade eletrônica da configuração $2p^3$ do nitrogênio.

III. A afinidade eletrônica do cloro é mais exotérmica que a do flúor porque o elétron adicional, no flúor, deve ocupar um orbital $2p$ de pequeno volume, aumentando significativamente a repulsão eletrônica.

IV. Entre os elementos do quarto período, o aumento do número atômico implica aumento simultâneo da eletronegatividade, da primeira energia de ionização e da afinidade eletrônica, sem exceções experimentais.

Dado: I_1 = primeira energia de ionização

Assinale a alternativa correta.

a) Apenas I e II são verdadeiras.

b) Apenas I, II e III são verdadeiras.

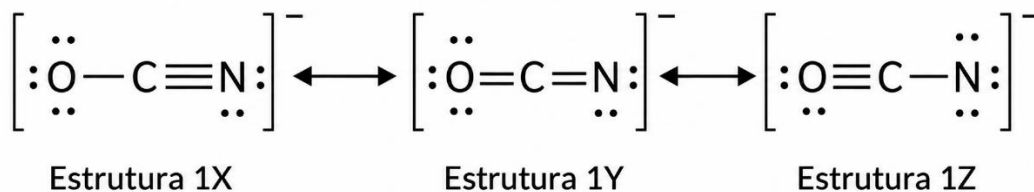
c) Apenas II e III são verdadeiras.

d) Apenas II, III e IV são verdadeiras.

e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 16

A figura apresenta três estruturas de ressonância propostas para o íon cianato, OCN^- .



A teoria da ressonância estabelece que a estrutura real da espécie química corresponde a um híbrido das estruturas canônicas, cuja contribuição relativa depende de fatores como distribuição de cargas formais, eletronegatividade dos átomos e manutenção do octeto. Além disso, a geometria molecular e a hibridização dos átomos são determinadas pelo híbrido de ressonância, e não por uma única estrutura de Lewis.

Com base nessas informações, analise as afirmativas a seguir.

- I. O átomo de carbono apresenta hibridização **sp** em todas as estruturas canônicas representadas.
- II. A estrutura **1X** é a que mais contribui para o híbrido de ressonância, pois apresenta carga formal negativa localizada sobre o átomo mais eletronegativo.
- III. Nas estruturas **1Y** e **1Z**, o átomo de carbono possui geometria linear.
- IV. Considerando o híbrido de ressonância, as ligações C–O e C–N apresentam ordens de ligação intermediárias entre aquelas previstas individualmente pelas estruturas canônicas.

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Apenas I e II são verdadeiras.
- b) Apenas II, III e IV são verdadeiras.
- c) Apenas I, II e III são verdadeiras.
- d) Apenas I, III e IV são verdadeiras.**
- e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 17

Após um longo período de estiagem no Sertão do Ceará, é comum perceber um aroma característico logo nos primeiros minutos de chuva. Esse fenômeno, conhecido popularmente como **cheiro de terra molhada**, resulta da combinação de diferentes compostos químicos presentes na atmosfera e no solo. Entre eles destacam-se a **geosmina**, produzida principalmente por bactérias do gênero *Streptomyces*, os óleos vegetais acumulados durante os períodos secos e o **ozônio (O₃)**, formado na atmosfera por descargas elétricas e processos fotoquímicos. Estudos recentes mostram que o impacto das gotas de chuva sobre superfícies porosas promove a formação de aerossóis microscópicos que transportam essas substâncias para o ar, tornando-as perceptíveis ao olfato humano.

Referência: World Meteorological Organization (WMO). *State of the Global Climate 2025*. Geneva: WMO, 2026.

Com base no texto e em seus conhecimentos de Química, analise as afirmativas a seguir.

- I. O ozônio é um alótropo do oxigênio e apresenta geometria angular, sendo uma espécie polar.
- II. A geosmina é uma substância orgânica cuja percepção pelo olfato humano independe de sua volatilidade, pois basta estar dissolvida na água da chuva.
- III. As descargas elétricas atmosféricas favorecem a formação de óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), que posteriormente podem originar ácido nítrico na atmosfera.
- IV. A formação dos aerossóis descritos no texto corresponde a um fenômeno físico, não envolvendo transformação química da geosmina ou do ozônio.

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Apenas I e II são verdadeiras.
- b) Apenas II e III são verdadeiras.
- c) Apenas I, III e IV são verdadeiras.
- d) Apenas III e IV são verdadeiras.
- e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 18

A obtenção de metais estratégicos para a indústria depende da exploração de minerais cujos constituintes principais são óxidos metálicos. A **bauxita** é o principal minério utilizado na produção do alumínio e apresenta como componentes predominantes óxidos e hidróxidos hidratados de alumínio, enquanto a **cassiterita** é o principal minério do estanho, sendo constituída essencialmente por dióxido de estanho (SnO₂). Sob o ponto de vista químico, a classificação desses óxidos permite prever seu comportamento frente a ácidos e bases, sendo um aspecto fundamental na escolha das rotas metalúrgicas empregadas na extração desses metais.

Referência: SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. *Química Inorgânica*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

Com base nessas informações e em seus conhecimentos sobre a classificação dos óxidos, analise as afirmativas.

- I. O óxido predominante na bauxita, **Al₂O₃**, apresenta caráter anfótero, podendo reagir tanto com ácidos fortes quanto com bases fortes.
- II. O dióxido de estanho (**SnO₂**), principal constituinte da cassiterita, é classificado como um óxido anfótero.

III. Tanto o Al_2O_3 quanto o SnO_2 reagem com soluções concentradas de hidróxido de sódio, originando espécies complexas solúveis.

IV. Por serem óxidos metálicos, Al_2O_3 e SnO_2 são classificados como óxidos básicos e, portanto, não reagem com bases.

Assinale a alternativa **correta**.

a) Apenas I, II e III são verdadeiras.

b) Apenas I e II são verdadeiras.

c) Apenas II, III e IV são verdadeiras.

d) Apenas I e IV são verdadeiras.

e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 19

Em diversas regiões do semiárido brasileiro, especialmente no interior do Ceará, ainda é comum a utilização de queimadas para a limpeza de áreas agrícolas antes do plantio. Embora essa prática reduza temporariamente a cobertura vegetal, sua combustão libera para a atmosfera uma mistura complexa de gases, cuja composição depende da disponibilidade de oxigênio e da natureza da biomassa. Entre os produtos podem estar dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), metano (CH_4) e vapor d'água. Esses compostos apresentam comportamentos químicos distintos, influenciando fenômenos como o efeito estufa, a formação de ozônio troposférico, a chuva ácida e a qualidade do ar.

Referência: SEINFRA-CE. *Plano Estadual de Prevenção e Controle das Queimadas e Incêndios Florestais*. Governo do Estado do Ceará, 2025.

Com base no texto e em seus conhecimentos sobre combustão e classificação dos óxidos, analise as afirmativas.

I. Em condições de combustão incompleta da biomassa, ocorre a formação de monóxido de carbono (CO), um óxido neutro altamente tóxico por apresentar elevada afinidade pela hemoglobina.

II. O dióxido de carbono (CO_2) é classificado como óxido ácido e pode reagir com água formando ácido carbônico, contribuindo para a acidificação natural das águas pluviais.

III. O óxido nítrico (NO), formado nas altas temperaturas das queimadas, é classificado como óxido neutro; entretanto, ao ser oxidado na atmosfera a NO_2 , pode participar da formação de ácido nítrico.

IV. Os gases CO e NO são classificados como óxidos neutros, pois, em condições usuais, não reagem diretamente com água para formar ácidos ou bases.

Assinale a alternativa **correta**.

a) Apenas I e II são verdadeiras.

- b) Apenas II e III são verdadeiras.
- c) Apenas I, III e IV são verdadeiras.
- d) Apenas I, II e IV são verdadeiras.
- e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 20

O sulfato duplo de ferro(II) e amônio hexahidratado, conhecido como sal de Mohr, de fórmula química $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, é um dos padrões primários mais utilizados em análises volumétricas envolvendo agentes oxidantes, como o permanganato de potássio. Sua elevada estabilidade em relação a outros sais de ferro(II) deve-se à presença do íon amônio e à cristalização na forma hexahidratada, fatores que reduzem a oxidação espontânea do Fe^{2+} para Fe^{3+} durante o armazenamento. Industrialmente e em laboratório, o sal de Mohr pode ser obtido pela cristalização de uma solução contendo sulfato ferroso e sulfato de amônio em meio levemente ácido.

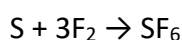
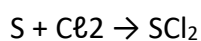
Referência: HARRIS, D. C. *Análise Química Quantitativa*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos sobre sais, número de oxidação e composição química, assinale a alternativa **correta**.

- a) O sal de Mohr é obtido pela reação entre hidróxido de ferroso e ácido sulfúrico concentrado, sendo classificado como um sal ácido; nessa substância, o ferro apresenta número de oxidação +3.
- b) A presença de seis moléculas de água indica que a substância é uma solução aquosa concentrada de sulfato ferroso, e não um composto cristalino; o ferro apresenta número de oxidação +2.
- c) O sal de Mohr é classificado como um sal misto, pois contém dois ânions diferentes (SO_4^{2-} e OH^-), sendo o ferro encontrado exclusivamente no estado de oxidação +3.
- d) A fórmula $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ representa um sal duplo hidratado, obtido pela cristalização conjunta de sulfato ferroso e sulfato de amônio; o ferro apresenta número de oxidação +2.
- e) O cátion amônio presente na estrutura torna o composto uma base de Brønsted-Lowry, pois o íon NH_4^+ libera hidroxilas quando dissolvido em água.

Questão 21

A hipervalência é a capacidade de um elemento expandir seu octeto, formando uma quantidade superior de ligações. Para um elemento conseguir expandir o octeto, um dos critérios é o átomo central possuir orbitais *d* disponíveis e o ligante ser um elemento de elevada eletronegatividade. Por exemplo, dadas as reações entre enxofre com dicloro e diflúor, são obtidos os seguintes produtos:



Sobre os haletos de enxofre formados nas reações, é correto afirmar:

a) A geometria molecular de SCl_2 é angular, enquanto a de SF_6 é octaédrica.

b) O átomo de enxofre apresenta hibridação sp^2 tanto em SCl_2 quanto em SF_6 .

c) O arranjo eletrônico ao redor do enxofre é tetraédrico em SCl_2 e octaédrico em SF_6 .

d) Ambas as moléculas são apolares, pois o enxofre está ligado apenas a átomos de um mesmo elemento.

e) A geometria molecular de SCl_2 é tetraédrica, enquanto a de SF_6 é bipiramidal trigonal.

Questão 22

As propriedades físicas das substâncias, como o ponto de ebulição, dependem da intensidade das forças intermoleculares. Essas interações são influenciadas pela massa molecular, pela polaridade e pela capacidade de formar ligações de hidrogênio.

As moléculas de F_2 e H_2S possuem ponto de ebulição de -188 e -60°C , respectivamente. Os momentos de dipolo do F_2 e do H_2S são respectivamente $0,0\text{ D}$ e $0,95\text{ D}$, respectivamente. São dadas 3 substâncias A, B e C de forma que os pontos de ebulição são:

Substância	Ponto de Ebulição ($^\circ\text{C}$)	Momento de Dipolo (D)
A	-253	$0,0$
B	-34	$0,0$
C	$19,5^\circ\text{C}$	$1,8$

A partir desses dados, é possível sugerir que as substâncias A, B e C são respectivamente.

a) He, HCl e HF

b) H_2 , HF e H_2O

c) P_4 , Cl_2 e NH_3

d) CCl_4 , O_2 e HCl

e) H_2 , Cl_2 e HF

Questão 23

Os ácidos apresentam diferentes graus de ionização em solução aquosa, podendo ser classificados como fortes ou fracos. Essa característica influencia sua reatividade, suas aplicações industriais e os riscos associados ao seu manuseio. A respeito dos seguintes ácidos de Arrhenius H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 e HCN são feitas as seguintes afirmações:

I. Em solução aquosa, o ácido que libera a maior quantidade de íons H^+ é o H_3PO_4 , pois possui três hidrogênios ionizáveis.

II. O HNO_3 pode ser usado em bebidas por ser um ácido de força moderada e, portanto, não oferece riscos à saúde.

III. O HCN é um ácido fraco, porém extremamente tóxico, pois o cianeto interfere na respiração celular, podendo causar intoxicação grave mesmo em pequenas quantidades.

IV. O H_2SO_4 é mais forte que o HNO_3 e, na mistura nitrante, protona o ácido nítrico, permitindo a formação do íon nitrônio (NO_2^+), espécie responsável pelas reações de nitração.

Quais afirmações estão corretas?

a) I e II.

b) I e III.

c) II e IV.

d) III e IV.

e) I, III e IV

Questão 24

Os óxidos de nitrogênio são poluentes atmosféricos produzidos principalmente pela queima de combustíveis fósseis. Alguns desses óxidos reagem com a água da atmosfera formando ácidos, enquanto outros não apresentam esse comportamento. Dois óxidos de nitrogênio, **A** e **B**, foram submetidos à reação com água, obtendo-se os seguintes resultados:

Óxido	Produto
A	Não houve reação
B	HNO_2 como único produto

Sabendo que a composição percentual em massa do óxido **A** é 63,6% de nitrogênio e 36,4% de oxigênio, pode-se afirmar que as fórmulas dos óxidos **A** e **B** são, respectivamente:

a) NO e N_2O_5

b) NO_2 e N_2O_3

c) N_2O e N_2O_3

d) N_2O_4 e NO_2

e) N_2O_5 e N_2O

Questão 25

As propriedades físicas de substâncias moleculares dependem fortemente da intensidade e da organização espacial das forças intermoleculares. O **amoníaco** (NH_3) e o **metano** (CH_4) possuem massas molares próximas, mas apresentam comportamentos muito diferentes devido à polaridade molecular e à possibilidade de formação de ligações de hidrogênio.

Considere os dados aproximados:

Substância	Massa molar	Temp. fusão	Temp. ebulição	Característica estrutural
NH ₃	17 g mol ⁻¹	-77,7 °C	-33,3 °C	molécula polar, com pares de elétrons livres no N
CH ₄	16 g mol ⁻¹	-182,5 °C	-161,5 °C	molécula apolar, geometria tetraédrica

Analise as afirmativas, assinalando-as com **V** se verdadeira e **F** se falsa.

- () O NH₃ apresenta temperatura de ebulição maior que a do CH₄ porque suas moléculas podem formar ligações de hidrogênio entre si.
- () O CH₄ apresenta menor temperatura de ebulição porque suas moléculas interagem predominantemente por forças de dispersão de London.
- () A presença de ligações N–H no NH₃ é suficiente para garantir ligações de hidrogênio, mesmo que o nitrogênio não apresentasse pares de elétrons livres.
- () Apesar de formar ligações de hidrogênio, o NH₃ possui temperatura de ebulição menor que a da água, pois forma uma rede intermolecular menos extensa que a rede tridimensional da água.
- () Como NH₃ e CH₄ possuem massas molares semelhantes, deveriam apresentar temperaturas de fusão e ebulição praticamente iguais.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a) V – F – V – V – F
- b) V – V – F – V – F**
- c) F – V – F – V – V
- d) V – V – V – F – F
- e) F – F – V – V – V

Questão 26

Os sais iônicos apresentam propriedades físicas e químicas que dependem da natureza dos íons constituintes e da energia reticular do cristal. Em geral, sais altamente solúveis em água apresentam maior interação com o solvente, enquanto sais pouco solúveis possuem energia reticular elevada ou baixa energia de hidratação. Além disso, o comportamento térmico e a classificação estrutural dos sais (normal, ácido, básico, duplo ou hidratado) constituem importantes critérios para sua aplicação em processos industriais, laboratoriais e ambientais.

Analise as afirmativas a seguir.

- I. O nitrato de potássio (KNO_3) é um sal altamente solúvel em água, enquanto o sulfato de bário (BaSO_4) apresenta baixa solubilidade devido à elevada energia reticular de seu cristal.
- II. O cloreto de sódio (NaCl) possui elevado ponto de fusão porque sua estrutura cristalina é mantida por intensas interações eletrostáticas entre íons de cargas opostas.
- III. O bicarbonato de sódio (NaHCO_3) é classificado como um **hidrogenossal**, pois seu ânion ainda contém hidrogênio ionizável proveniente do ácido carbônico.
- IV. O sulfato de cobre(II) pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) é classificado como um sal duplo, pois contém moléculas de água incorporadas ao retículo cristalino.

Assinale a alternativa **correta**.

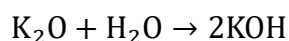
- a) Apenas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas I e IV são verdadeiras.
- c) Apenas II, III e IV são verdadeiras.
- d) Apenas I, III e IV são verdadeiras.
- e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 27

Os hidróxidos dos metais alcalinos e alcalino-terrosos apresentam diferenças importantes quanto à solubilidade em água, embora a maioria seja classificada como base forte segundo a teoria de Arrhenius. Além disso, muitos desses hidróxidos podem ser obtidos pela hidratação dos respectivos óxidos básicos, processo utilizado em diversas aplicações industriais, como na produção de álcalis e no tratamento de águas. A compreensão dessas propriedades permite prever o comportamento químico dessas substâncias em diferentes processos.

Analise as afirmativas a seguir.

- I. O hidróxido de potássio (KOH) é uma base forte, altamente solúvel em água, sendo obtido pela hidratação do óxido de potássio, conforme a equação:



- II. O hidróxido de estrôncio [$\text{Sr}(\text{OH})_2$] apresenta maior solubilidade em água que o hidróxido de magnésio [$\text{Mg}(\text{OH})_2$], embora ambos sejam bases fortes.
- III. O hidróxido de magnésio [$\text{Mg}(\text{OH})_2$], conhecido comercialmente como leite de magnésia, é altamente solúvel em água, razão pela qual produz soluções concentradas de íons hidróxido.
- IV. O óxido de rubídio (Rb_2O) é um óxido básico que reage com água formando hidróxido de rubídio, uma base forte e altamente solúvel.

Assinale a alternativa correta.

- a) Apenas I e III são verdadeiras.
- b) Apenas II e III são verdadeiras.
- c) Apenas I, II e IV são verdadeiras.
- d) Apenas I, III e IV são verdadeiras.
- e) I, II, III e IV são verdadeiras.

Questão 28

A análise das fórmulas estruturais permite identificar as funções inorgânicas e compreender propriedades como reatividade, solubilidade e comportamento químico das substâncias. Essa representação é amplamente utilizada no ensino, na pesquisa e na indústria para interpretar a composição e as características dos compostos.

Referência: HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. Química Inorgânica. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

Considere as seguintes estruturas químicas:

I. RbOH ; II. HOCl ; III. KHSO_3 ; IV. HI

As classificações adequadas das substâncias I, II, III e IV são, respectivamente,

- a) hidrácido, base forte, oxiácido e hidrogenossal.
- b) base forte, oxiácido, hidrogenossal e hidrácido.
- c) base forte, base moderada, oxiácido e sal-ácido.
- d) hidrácido, base forte, oxiácido e hidroxissal.
- e) base fraca, base fraca, hidrácido e hidrogenossal.

GABARITO

1-A	2-A	3-E	4-C	5-D	6-B	7-E	8-B	9-B	10-D
11-C	12-A	13-B	14-E	15-C	16-D	17-C	18-A	19-E	20-D
21-A	22-E	23-D	24-C	25-B	26-A	27-C	28-B	29-	30-