

## OLIMPIADAS ESTADUAIS DE QUÍMICA

### PROVA MODALIDADE A – 2023

**1)** Dorothy Mary Crowfoot Hodgkin (1910–1994), química britânica, foi uma mulher notável na ciência mundial. Dotada de uma intuição privilegiada, a cristalografia de raios X foi o seu instrumento de análise da estrutura tridimensional de moléculas de interesse químico, bioquímico, biológico, farmacológico e médico: pepsina, penicilina, colesterol, vitamina B12, insulina. Em 1964 recebeu o Prêmio Nobel de Química, a terceira mulher depois de Marie Curie, em 1911, e de Irène Joliot-Curie, em 1935. Foi um exemplo de coragem perante a artrite reumatoide que desde cedo a afligiu. Abraçou as causas da Paz e da igualdade de gênero. (GONÇALVES-MAIA, R. Dorothy Hodgkin. *Revista Ciência Elementar*, vol. 9, n. 2, e-026, 2021.)

Uma das moléculas estudadas por esta extraordinária pesquisadora foi a vitamina B12. Esta vitamina é essencial para o nosso corpo, uma vez que nosso organismo não é capaz de produzi-la. Por isso, é necessário consumir alimentos ricos em vitamina B12 e devemos saber como absorvê-la de forma adequada para nos mantermos saudáveis. Sua fórmula molecular é  $C_{63}H_{88}CoN_{14}O_{14}P$ , com massa molar de  $1355,38 \text{ g mol}^{-1}$ .

Assinale a alternativa que apresenta o número de moléculas de vitamina B12 em 850 g dessa substância.

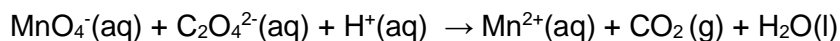
- a)  $3,76 \times 10^{20}$
- b)  $1,20 \times 10^{22}$
- c)  $3,78 \times 10^{22}$
- d)  $3,78 \times 10^{23}$**
- e)  $1,20 \times 10^{24}$

**2)** A calcita ( $CaCO_3$ ) é o principal constituinte mineralógico dos calcários e mármore com elevada pureza. O calcário, encontrado extensivamente em todos os continentes, é extraído de pedreiras ou depósitos que variam em idade, desde o pré-cambriano até o holoceno. As reservas de rochas carbonatadas são tão grandes que, muitas vezes, chegam a ser consideradas intermináveis. No entanto, a sua ocorrência com elevada pureza corresponde a menos de 10 % das reservas de carbonatos lavradas em todo mundo. (Adaptado de: Rochas e Minerais Industriais – CETEM/2005.)

Considere a reação que envolve o calcário na presença de uma solução de ácido clorídrico, formando cloreto de cálcio, água e dióxido de carbono. Uma quantidade de calcário com massa igual a 4,50 g foi tratada com 50 mL de solução de ácido clorídrico a  $1,50 \text{ mol L}^{-1}$ . Assinale a alternativa que apresenta o volume de gás produzido à temperatura de  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  e pressão de 1,50 atm.

- a) 450 mL
- b) 500 mL
- c) 550 mL
- d) 600 mL
- e) 615 mL**

3) Uma das reações clássicas no ramo da química inorgânica e na química qualitativa é a reação que envolve o íon permanganato e o íon oxalato em meio ácido, conforme a equação iônica (não balanceada) a seguir:



O íon permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) apresenta como característica a cor violeta e, ao reagir com o íon oxalato ( $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ), forma o  $\text{MnO}$  ( $\text{Mn}^{2+}$ ) que é incolor, sendo todo este processo conduzido em meio ácido. Entretanto, caso a reação seja conduzida em meio básico, forma-se o  $\text{MnO}_2$ , de cor marrom, o qual também pode ser produzido devido à ação da luz. Esta reação envolve a oxidação do carbono presente no íon oxalato e, ao mesmo tempo, a redução do manganês presente no íon permanganato. (Adaptado de: CASTELLAN, G. Fundamentos de físico-química. São Paulo: LTC, 1972.)

Assinale a alternativa que apresenta o número de mol do íon permanganato necessário para reagir completamente com 0,035 mol do íon oxalato e o somatório dos coeficientes estequiométricos da equação química balanceada.

- a) 0,011 mol; 43
- b) 0,014 mol; 41
- c) 0,014 mol; 43**
- d) 0,014 mol; 45
- e) 0,033 mol; 45

4) Dois compostos químicos,  $\text{BCl}_3$  e  $\text{AsCl}_5$ , estão descritos a seguir, quanto a alguns de seus usos.

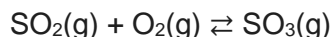
O  $\text{BCl}_3$ , um composto inorgânico caracterizado como um gás incolor, é utilizado em síntese orgânica, como catalisador e como reagente. Apresenta importante papel na indústria metalúrgica como agente de refino e fluxo de solda. (Adaptado de: [https://pt.lambdageeks.com/bcl3-lewis-structure/?utm\\_content=cmp-true](https://pt.lambdageeks.com/bcl3-lewis-structure/?utm_content=cmp-true). Acesso em: 15 de junho de 2023.)

Consideremos o composto  $\text{AsCl}_5$ , em uma perspectiva molecular. Desde os tempos remotos, a história da toxicologia nos indica que o arsênio era usado como veneno. Compostos de arsênio começaram a ser utilizados na agricultura como ingredientes em inseticidas, venenos de ratos, herbicidas e conservantes de madeira, além de pigmentos em tintas, papel de parede e cerâmica. Embora os usos agrícolas tenham sido reconhecidos, posteriormente, como não ecologicamente corretos, especialmente quando na forma dos populares *sprays*, no combate a larvas da mariposa cigana e do gorgulho, eles estavam entre os mais eficazes de seu tempo. (Adaptado de: <https://www.chemicalrisk.com.br/toxicologia-do-arsenio/>. Acesso em: 15 de junho de 2023.)

No que diz respeito à estrutura molecular, assinale a alternativa que apresenta de maneira correta as geometrias das moléculas  $\text{BCl}_3$  e  $\text{AsCl}_5$ , respectivamente:

- a) piramidal e pentaédrica.
- b) trigonal plana e bipirâmide trigonal.**
- c) piramidal e bipirâmide trigonal.
- d) trigonal plana e bipirâmide de base quadrada.
- e) trigonal plana e pentaédrica.

5) O anidrido sulfúrico é obtido através da reação entre anidrido sulfuroso e oxigênio molecular, segundo a equação química (não balanceada):



Considere que este processo ocorre a pressão e temperatura constantes. Assinale a alternativa que apresenta, para a total formação do anidrido sulfúrico, o volume total da mistura gasosa obtida, quando 5,0 L de anidrido sulfuroso reagem com 3,0 L de oxigênio molecular.

- a) 5,5 L
- b) 6,0 L
- c) 6,5 L
- d) 7,0 L
- e) 7,5 L

6) O "Experimento de Stern-Gerlach" designa uma experiência científica realizada, em 1922, pelos físicos alemães Otto Stern e Walther Gerlach, cujo surpreendente resultado demonstrou que o momento angular de um átomo é quantizado.

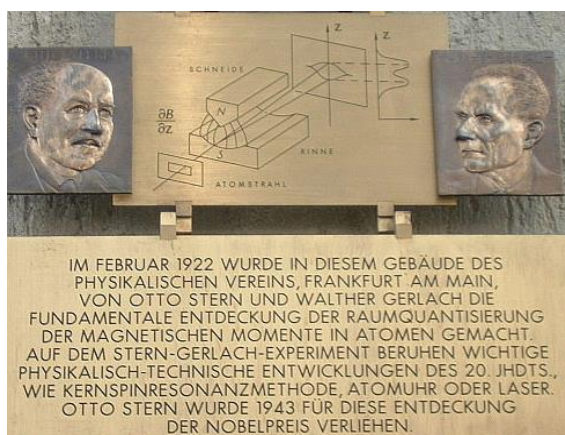


Figura I. Placa comemorativa relativa ao experimento, localizada no antigo Instituto de Física Teórica de Frankfurt. (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/SternGerlach2.jpg>) Esta placa comemorativa, intitulada "local histórico" é concedida pela European Physical Society para comemorar importantes descobertas em física em laboratórios, institutos ou cidades em toda a Europa. (Disponível em: [https://www.goethe-university-frankfurt.de/81694072/Historic\\_Site\\_\\_Plaque\\_for\\_Frankfurt\\_Physics](https://www.goethe-university-frankfurt.de/81694072/Historic_Site__Plaque_for_Frankfurt_Physics). Acesso em: 15 de junho de 2023.)

O artigo, publicado em abril de 1922, relata o experimento de Stern-Gerlach, que utilizou um jato de átomos de prata atravessando um campo magnético não homogêneo, conforme esquematizado a seguir.

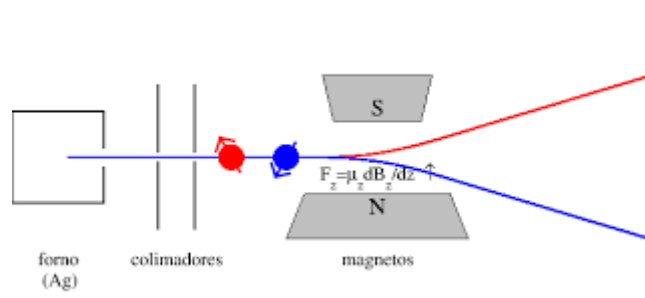


Figura II. Experimento de Stern-Gerlach. (Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento\\_de\\_Stern-Gerlach](https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Stern-Gerlach). Acesso em: 15 de junho de 2023.)

Esperava-se que não houvesse desvio da trajetória retilínea dos átomos de prata, porém, surpreendentemente, o desvio da trajetória retilínea foi observado. O feixe, em vez de se alargar, separa-se em dois pontos distintos de intensidade idêntica, o que contradiz a previsão teórica clássica. A explicação para esse fenômeno está baseada no movimento do elétron e seu spin. Qual, dentre as partículas abaixo, não é desviada por um campo magnético?

- a) Elétron
- b) Próton
- c) Nêutron**
- d) Dêuteron
- e) Partícula alfa

7) Um técnico de laboratório em análises químicas, desenvolvendo estudos relacionados às propriedades dos elementos químicos, precisa preparar uma solução aquosa salina contendo um sal de metal alcalino e um halogênio. Neste sal, o cátion deverá apresentar potencial de ionização maior que o potássio e o ânion, maior eletronegatividade que o bromo. Assinale a alternativa que apresenta a fórmula química do sal que corresponde a estes parâmetros.

- a)  $\text{Na}_2\text{S}$
- b)  $\text{NaCl}$**
- e)  $\text{CsI}$
- c)  $\text{CaCl}_2$
- d)  $\text{MgF}_2$

8) Que tal um rápido intervalo para o cafezinho? E se for um café do tipo expresso, sobrar tempo, durante o intervalo, para interação com outras pessoas. O café expresso é mais rápido de ser preparado, mesmo em máquinas residenciais.



(Disponível em: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQRy1pO4ZG2sa1zyWi30\\_BVXRzTo9T9AECgm8PnYVg3FF4rROfSMYkAqmfXcHF2mEPAeh0&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQRy1pO4ZG2sa1zyWi30_BVXRzTo9T9AECgm8PnYVg3FF4rROfSMYkAqmfXcHF2mEPAeh0&usqp=CAU). Acesso em: 01 de maio de 2023.)

A máquina de café expresso tem um sistema que força a passagem de um jato de água quente, em alta pressão, por uma massa compacta de pó de café bem fino.

O expresso surgiu em 1901, quando o industrial italiano Luigi Bezerra pensou em um método para diminuir a “pausa para o cafezinho” de seus funcionários. Ele desenvolveu uma máquina que usava água pressurizada em uma caldeira para atravessar o pó, deixando o café pronto mais rápido – daí o nome “expresso”. (Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-a-maquina-de-cafe-expresso/>. Acesso em: 01 de maio de 2023.)

A preparação de café nestas máquinas envolve o método de separação de misturas denominado

**a) filtração.**

b) ebulição.

c) tamisação.

d) compressão.

e) compactação.

**9)** Com relação aos conceitos envolvidos no estudo de ligações químicas, polarização e geometria, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta em que V corresponde às afirmativas verdadeiras e F, às falsas.

I.  Não existe força de atração eletrostática entre moléculas apolares.

II.  Comparando-se os ângulos de ligação, denominados ângulos de valência, nas moléculas de  $H_2O$ ,  $NH_3$  e  $CH_4$ , constata-se que o menor ângulo encontra-se no  $H_2O$ , o que se explica pela existência de dois pares de elétrons isolados na molécula.

III.  O que difere um metal típico de um isolante é que, no metal, a banda de valência está parcialmente ocupada, e os níveis seguintes têm energias muito próximas.

IV.  Em  $ClO_2$  as ligações entre átomos diferentes são iônicas.

V.  Já que a ligação C – Cl é polar, a molécula do  $CCl_4$  é também polar.

VI.  O nióbio tem maior energia de ionização do que o zircônio.

Dentre as alternativas abaixo, qual delas indica a sequência correta, de I a VI?

a) F, V, V, V, F, F

b) V, F, F, V, V, F

c) F, V, F, V, F, V

d) V, F, F, F, V, V

**e) F, V, V, F, F, V**

**10)** Considere os seguintes sais inorgânicos formados com o sódio:

I) Perclorato

II) Sulfato

III) Hipoclorito

IV) Tiosulfato

Assinale a opção que apresenta a sequência correta das fórmulas químicas dos sais citados acima, de I a IV.

a)  $NaClO_3$ ;  $Na_2SO_3$ ;  $NaClO$ ;  $Na_2S_2O_3$

b)  $Na_2ClO_4$ ;  $Na_2S$ ;  $NaClO_3$ ;  $Na_2S_2O_3$

**c)  $NaClO_4$ ;  $Na_2SO_4$ ;  $NaClO$ ;  $Na_2S_2O_3$**

d)  $NaClO_4$ ;  $Na_2S$ ;  $Na_2ClO_3$ ;  $Na_2SO_3$

e)  $Na_2ClO_4$ ;  $Na_2SO_4$ ;  $NaClO_3$ ;  $Na_2SO_3$

11) Um balão hermeticamente fechado, com capacidade de 20,0 litros, contém os seguintes gases: 450 g de O<sub>2</sub>, 4 × 10<sup>-5</sup> mol de N<sub>2</sub> e 4,20 × 10<sup>26</sup> moléculas de NO, a 127 °C. A partir destas informações, assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado da pressão total dentro do balão.

- a) 975 atm
- b) 1167 atm**
- c) 2500 atm
- d) 3703 atm
- e) 4025 atm

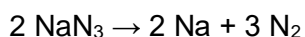
12) Trata-se de um elemento químico classificado como não metal, identificado pelo símbolo Br e número atômico 35. Tem uma massa molar de 79,90 u e eletronegatividade de 2,96 na escala de Pauling. Esse elemento está situado na família 17 (halogênios) da tabela periódica. Sua configuração eletrônica é 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>5</sup>, com 7 elétrons na última camada e, ao formar ligações químicas, necessita apenas de 1 elétron para atingir a estabilidade. Não é encontrado em seu estado elementar na natureza, mas, sim, na forma de sais, sendo extraído comercialmente dos oceanos, onde está presente em uma concentração de 67 mg L<sup>-1</sup>. Foi extraído pela primeira vez, em 1826, por Antonie-Jérôme Balard, a partir da concentração residual da água das salinas. Ele obteve uma substância líquida avermelhada e de odor penetrante. Um dos principais minerais que contém bromo é a bromargirita (AgBr).

(Disponível em: <https://www.infoescola.com/elementos-quimicos/bromo/>. Acesso em: 08 de maio de 2023.)

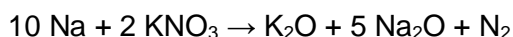
Considere a reação química entre o bromo, no estado líquido, com hidróxido de potássio, resultando em bromato de potássio, brometo de potássio e água. Assinale a alternativa que apresenta os menores números inteiros correspondentes à soma dos coeficientes estequiométricos para esta reação.

- a) 15
- b) 16
- c) 17
- d) 18**
- e) 19

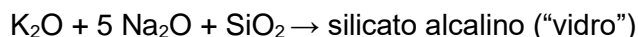
13) O *airbag* (“bolsa de ar”) é um equipamento de segurança que já ajudou a salvar muitas vidas em acidentes de carro. Essas bolsas são feitas de nylon e em seu interior há uma mistura de reagentes. No momento da colisão, sensores detectam a forte desaceleração do veículo e são acionam um filamento que fica em contato com uma pastilha de azoteto de sódio, dentro do *airbag*. Ele emite então uma faísca ou descarga elétrica, que aquece o azoteto, dando início à reação que libera gás nitrogênio:



A formação do gás nitrogênio se dá em alta velocidade, assim a bolsa se infla em fração de segundos. No entanto, o sódio metálico produzido é muito reativo e precisa ser inativado. Para isso há nitrato de potássio na bolsa, com o qual o sódio reage, liberando mais nitrogênio:



Em uma terceira etapa, os óxidos produzidos entram em contato com o dióxido de silício, também presente na bolsa, formando silicatos alcalinos, uma espécie de vidro em pó:



(Adaptado de: <https://www.preparaenem.com/quimica/quimica-dos-airbags.htm>. Acesso em: 15 de junho de 2023).

A respeito das reações que ocorrem quando um *airbag* é acionado, é incorreto afirmar que:

- a) na primeira reação, o sódio se reduz e o nitrogênio se oxida. (V)
- b) na segunda reação, o sódio se oxida e o nitrogênio se reduz. (V)
- c) na primeira reação, o número de oxidação do sódio passa de +1 para zero. (V)
- d) na segunda reação, o número de oxidação do nitrogênio passa de +4 para zero. (F)**
- e) na segunda reação, o número de oxidação do sódio passa de zero para +1. (V)

**14)** O permanganato de potássio é muitas vezes utilizado como um remédio antisséptico, com ação antibacteriana e antifúngica, que pode ser encontrado em farmácias ou drogarias, na forma de comprimidos para diluir em água e fazer banhos ou compressas, não devendo ser ingerido por via oral. Esse remédio deve ser usado com indicação médica e é vendido apenas com prescrição, pois pode causar efeitos colaterais como irritação ou queimaduras na pele. (Adaptado de: <https://www.tuasaude.com/banho-de-permanganato-de-potassio/>. Acesso em: 08 de maio de 2023.)

Considere que 1,0 kg de permanganato de potássio, com 26% de impureza, venha a reagir com ácido clorídrico, conforme a equação química a seguir, que não está balanceada:



A partir das informações apresentadas, assinale a alternativa que corresponde ao volume de cloro liberado pela reação, a 25 °C e pressão de 1 atm.

- a) 120 L
- b) 220 L
- c) 269 L
- d) 286 L**
- e) 454 L

**15)** Considere as seguintes afirmativas a respeito de elementos químicos, seus compostos, propriedades e aplicações.

I – O hidrogenocarbonato de sódio, ao reagir com bases fortes presentes nos alimentos, produz gás carbônico, propriedade que permite que seja utilizado como fermento culinário.

II – Sais como o nitrato de estrôncio podem ser utilizados em fogos de artifício, gerando chamas de cor vermelho-carmim.

III – O íon  $\text{Mg}^{2+}$  faz parte da estrutura da clorofila, molécula presente nas plantas que é responsável pela absorção da luz do sol no processo de fotossíntese.

IV – Frascos de vidro são recipientes apropriados para armazenar soluções de ácido fluorídrico por longos tempos, sem alterações.



V – O hidrogênio apresenta três isótopos naturais: H-1, H-2 (deutério) e H-3 (trítio).

VI – Silício e germânio com alto grau de pureza e acrescidos de pequenas quantidades de elementos dos grupos 13 ou 15 da tabela periódica são usados na produção de semicondutores.

Estão corretas apenas as afirmativas:

a) I, II, IV e V.

b) I, II, V e VI.

c) I, II, III e IV.

d) II, III, V e VI.

e) III, IV, V e VI.

**16)** O Rio Grande do Norte é responsável por cerca de 95% de todo o sal de cozinha produzido no Brasil. As salinas são os locais onde se represa a água do mar em tanques rasos. A água do mar possui vários sais dissolvidos e o principal é o NaCl, com cerca de 3,5% em massa. (<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/obtencao-sal-cozinha.htm>. Acesso em 15 de junho de 2023).

Após a extração, o sal obtido ainda passa por etapas de purificação até se obter o chamado sal refinado. Qual dos seguintes processos de separação de misturas não está envolvido na produção de sal de cozinha refinado?

a) Decantação

b) Cristalização

c) Recristalização

d) Sublimação

e) Evaporação

**17)** O oxigênio é um elemento químico de número atômico 8 e símbolo O, com massa atômica 16 u. Faz parte do grupo dos calcogênios e é um ametal reativo e um forte agente oxidante que facilmente forma compostos, principalmente óxidos, com a maioria dos outros elementos. Tem a segunda eletronegatividade mais elevada de todos os elementos químicos, superado apenas pelo flúor. Medido pela sua massa, o oxigênio é o terceiro elemento mais abundante do universo, atrás de hidrogênio e hélio, e o mais abundante na crosta terrestre como parte de compostos óxidos, formando praticamente metade da sua massa. Em condições normais de pressão e temperatura, dois átomos do elemento se ligam para formar o gás diatômico com fórmula  $O_2$ . Este gás constitui 20,8% da atmosfera e é fundamental para suportar a vida terrestre. Não obstante, vários estudos dos níveis de oxigênio atmosférico indicam uma progressão global descendente na proporção deste gás, principalmente por causa das emissões procedentes da queima de combustíveis fósseis. (Adaptado de: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Oxig%C3%A9nio>. Acesso em: 08 de maio de 2023.)

Assinale a opção que apresenta o cientista que primeiro explicou corretamente o papel do oxigênio na combustão.



a) Amedeo Carlo Avogadro

**b) Antoine Lavoisier**

c) Henry Moseley

d) Jacobus Van 't Hoff

e) John Dalton

**18)** Assinale a alternativa que apresenta o número de átomos de oxigênio presente em 1000 g de ácido pirofosfórico.

a)  $1,69 \times 10^{24}$

b)  $2,36 \times 10^{24}$

c)  $6,58 \times 10^{24}$

d)  $1,69 \times 10^{25}$

**e)  $2,36 \times 10^{25}$**

**19)** Assinale a alternativa na qual há somente espécies químicas com ligações do tipo iônica.

a) NaCl, KBr e HI

b) HF, Na<sub>2</sub>O e KF

**c) CaF<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O e KCl**

d) CO<sub>2</sub>, GeS<sub>2</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

e) AlCl<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O e HF

**20)** Laboratório é o local construído com a finalidade de se realizar experimentos e deve contar com os instrumentos e condições adequadas para oferecer segurança ao profissional. Você sabe quem trabalha nesse local? São cientistas, como os químicos, por exemplo. É preciso haver água em abundância, gás, eletricidade e boas condições para o trabalho, como ventilação e iluminação favoráveis. Como o ambiente pode oferecer riscos, é preciso contar com equipamentos de segurança antes de iniciar um experimento. São eles: avental de mangas longas (jaleco), óculos de segurança, sapato fechado e luvas de borracha. Desta forma, pele e roupas ficam protegidas de eventuais acidentes. (Adaptado de: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-que-um-laboratorio.htm>. Acesso em 08 de maio de 2023.)

Todo laboratório apresenta diferentes equipamentos, sendo um deles as vidrarias. Qual das seguintes vidrarias é a menos precisa, entre as apresentadas?

**a) Béquer**

b) Pipeta

- c) Proveta
- d) Bureta
- e) Balão volumétrico

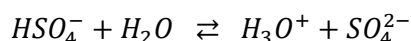
**21)** O Salar de Uyuni, na Bolívia, é o maior e mais alto deserto de sal do mundo. O Salar possui uma crosta de sal de aproximadamente 10 metros de espessura e em seus interstícios se encontra uma salmoura. O elemento de maior interesse econômico do Salar de Uyuni é o lítio, que é extraído por um processo que forma carbonato de lítio. Também desse Salar são obtidos outros produtos como os cloretos de sódio, de magnésio e de lítio. No início de novembro, quando começa o verão, o Salar de Uyuni se torna o lar de três espécies de flamingos cor-de-rosa sul-americanos. Os flamingos aparecem no verão, quando inicia o período de chuvas e o descongelamento das geleiras nos Andes, o que deixa o deserto de sal coberto de água, tornando-o um imenso lago com profundidade média de 30 cm. (Adaptado de: LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. *Química Nova*, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2018. E de: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Salar\\_de\\_Uyuni](https://pt.wikipedia.org/wiki/Salar_de_Uyuni). Acesso em: 15 de junho de 2023.)

Considere que a solubilidade do cloreto de lítio, um dos compostos presentes no Salar de Uyuni, em água a 20 °C é 56,9 g por 100 cm<sup>3</sup>. Qual o número aproximado de mols de LiCl presentes no volume de água correspondente a 1 m<sup>2</sup> da superfície deste lago no verão, quando a temperatura ambiente é da ordem de 20 °C, supondo que esta solução esteja saturada em cloreto de lítio?

- a) 0,4027 mol
- b) 1,343 mols
- c) 4027 mols
- d) 13423 mols
- e) 40270 mols

**22)** Comemora-se, neste ano de 2023, os 100 anos de importantes propostas conceituais sobre ácidos e bases: aquelas de Brønsted-Lowry e a de Lewis. De forma independente, em 1923, o químico dinamarquês Johannes Brønsted e o químico inglês Thomas Lowry descreveram as interações ácido-base em termos de transferência de prótons entre espécies químicas. Em homenagem a ambos os cientistas, a teoria foi denominada "de Brønsted-Lowry". Naquele mesmo ano, outra teoria para ácidos e bases, ainda mais abrangente, foi desenvolvida pelo químico americano Gilbert Lewis, tendo ficado conhecida como "Teoria ácido-base de Lewis". Estas duas teorias são as mais utilizadas no tratamento das reações ácido-base.

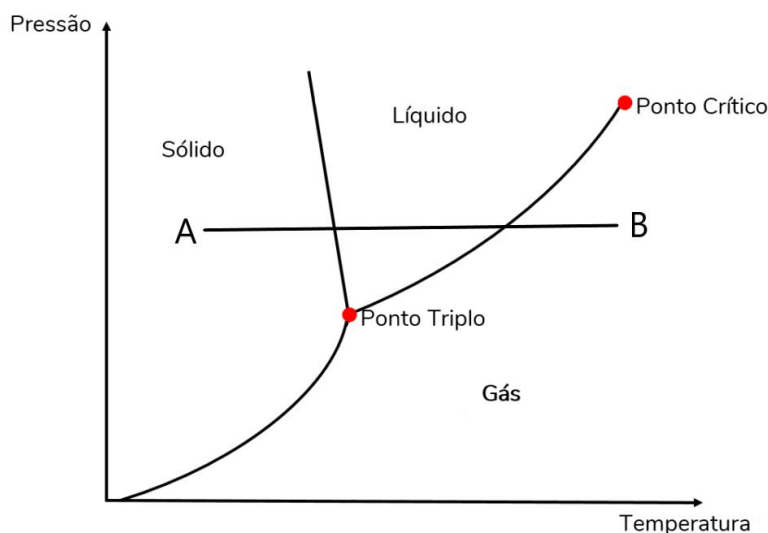
Marque a alternativa falsa com relação à equação reversível apresentada a seguir:



- a) O íon bissulfato se comporta como base.
- b) O íon hidrônio se comporta como ácido.

- c) O íon sulfato se comporta como base.
- d) A água se comporta como base.
- e) O íon bissulfato e o íon hidrônio se comportam como ácidos.

**23)** Considere a figura abaixo que representa o diagrama de fases de uma determinada substância.



Analise os itens apresentados a seguir e assinale a alternativa FALSA.

- a) Ao longo da linha AB, que corresponde ao processo sob pressão constante, a substância estudada primeiramente passa da fase sólida para a líquida, a uma determinada temperatura, e, posteriormente, da fase líquida para a fase gasosa, a uma temperatura mais alta.
- b) Um ponto triplo, em um diagrama de fases, é caracterizado como sendo um ponto em que três fases de uma determinada substância podem coexistir em equilíbrio.
- c) Em pressões inferiores à pressão do ponto triplo, pode ocorrer o fenômeno chamado de sublimação.
- d) O comportamento de uma substância em relação ao ponto crítico permite distinguir entre vapor e gás: o vapor pode ser liquefeito usando-se apenas aumento da pressão, enquanto o gás não pode ser liquefeito somente através de aumento da pressão.
- e) As linhas que separam as regiões indicam a coexistência de fases em equilíbrio estático entre si. Para um equilíbrio estático entre sólido e vapor a linha mostra como a pressão de vapor do sólido varia com a temperatura.**

**24)** “A ciência química, ao menos nos cem últimos anos, desenvolveu-se em torno de um grande e fundamental conceito unificador: a estrutura molecular. O químico vem, nesse mesmo período, identificando química com estrutura molecular. O químico é como que um profissional das moléculas, e quando ‘pensa’ nelas ele tem como objeto um arranjo tridimensional muito bem definido dos átomos que constituem cada molécula em particular no espaço”. Há vários exemplos que podem ser citados, dentre eles o arranjo angular entre dois átomos de hidrogênio e um oxigênio, que resulta na molécula da água. (TOSTES, J. G. R. Estrutura Molecular: o conceito fundamental da Química. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 17-20, 1998.)

Observe a estrutura apresentada a seguir.

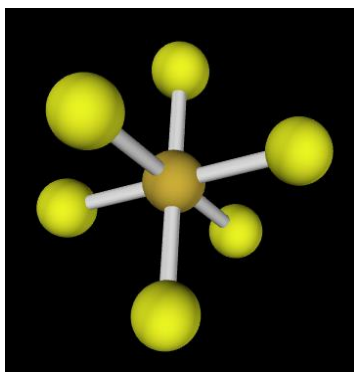


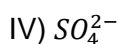
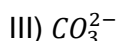
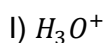
Figura. (Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 08 de maio de 2023.)

Sua estrutura molecular se caracteriza como:

- a) bipirâmide trigonal.
- b) gangorra.
- c) quadrado planar.
- d) pirâmide tetragonal.

**e) octaédrica.**

**25)** Com respeito ao estudo da geometria molecular das espécies químicas, considere os seguintes íons:



Assinale a alternativa que apresenta a geometria correta destes íons:

**a) I. Piramidal; II. Tetraédrica; III. Trigonal plana e IV. Tetraédrica.**

b) I. Tetraédrica; II. Piramidal; III. Tetraédrica; IV. Trigonal plana.

c) I. Trigonal plana; II. Tetraédrica; III. Tetraédrica e IV. Piramidal.

d) I. Trigonal plana; II. Tetraédrica; III. Piramidal e IV. Trigonal plana.

e) I. Piramidal; II. Tetraédrica; III. Piramidal e IV. Trigonal plana.

**26)** A atividade mineradora tem implicações de caráter ambiental, social e tecnológico. A lama residual, contendo resíduos do processo de mineração e de purificação dos metais, é usualmente estocada em lagoas de contenção, um processo nada vantajoso do ponto de vista ambiental. Tais lagoas ocupam imensas áreas, causando impacto na fauna e na flora da região ao seu redor. Além disso, não raramente, a sobrecarga dessas lagoas, ou falhas em sua construção ou manutenção, pode levar ao rompimento das barragens, como se viu em Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais. (Adaptado de: OLIVEIRA; QUEIROZ. Conteúdos cordiais: Química humanizada para uma escola sem mordalha. São Paulo: Livraria da Física, 2017.)

Considere as seguintes reações envolvidas na produção de metais a partir de seus respectivos minérios:

- (1)  $3 \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2 \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
- (2)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3 \text{FeO} + \text{CO}_2$
- (3)  $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- (4)  $4 \text{FeS}_2 + 15 \text{O}_2 + 14 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4$
- (5)  $2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- (6)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{Al} + 3/2 \text{O}_2$

A respeito dos processos que envolvem essas reações, qual a afirmativa correta?

- a) O monóxido de carbono usado para oxidar o minério de ferro provém do carvão.
- b) A redução do ferro a partir da pirita é um processo vantajoso ambientalmente em relação à utilização de óxidos de ferro.
- c) Partindo de hematita, a sequência de reações (1), (2) e (3), conduzidas a temperaturas da ordem de 1500 °C, resume o processo de obtenção de Fe em sua forma reduzida.
- d) Na reação de calcinação da bauxita, ocorre oxidação do alumínio, quando passa da forma hidróxido para o óxido chamado de alumina.
- e) Na indústria de produção de alumínio metálico, a decomposição térmica da alumina é um processo de alto consumo de energia elétrica, motivo pelo qual tais indústrias geralmente se situam nas proximidades de usinas geradoras de eletricidade.

**27)** O dióxido de carbono é o principal gás responsável pelo efeito estufa. O aumento de sua emissão por causas antrópicas vem causando preocupação e tem se buscado formas de reduzir sua emissão, ao mesmo tempo em que se procura desenvolver formas de absorver o CO<sub>2</sub> produzido em processos industriais.

Para reduzir a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido em um processo industrial, pretende-se utilizar um filtro contendo CaO para ser acoplado à chaminé de uma indústria. Sabendo que, por dia, são produzidos, em média, 150 kg de gás carbônico por essa indústria, qual seria a massa de CaO necessária para reagir com essa quantidade diária de CO<sub>2</sub>, evitando assim sua liberação para a atmosfera?

- a) 34,08 g
- b) 191 g
- c) 34,08 kg
- d) 191 kg
- e) 3408 kg

**28)** As plantas utilizam substâncias que contêm nitrogênio para seu desenvolvimento. Apesar do gás nitrogênio ser a substância mais abundante na atmosfera terrestre, as plantas não são capazes de metabolizá-lo diretamente. Para isso, micro-organismos presentes no solo e nas raízes de leguminosas podem transformar esse gás em substâncias aproveitáveis pelas plantas. Enzimas presentes nas rizobactérias são capazes de transformar nitrogênio em amônia, a qual reage com água formando íons amônio. Bactérias do gênero Nitrossoma possuem enzimas capazes de produzir nitritos a partir da amônia. E bactérias do gênero Nitrobacter, presentes no solo, podem converter nitritos em nitratos. Todas essas formas químicas são mais facilmente absorvidas pelas plantas do que o nitrogênio do ar. (Adaptado de: SILVA FILHO, H. A. Nitrificação em sistemas de lodo ativado. Universidade Federal de Campina Grande, 2009.)

Sobre os processos citados no texto acima, qual é a afirmação correta?

- a) O nitrogênio gasoso se oxida ao ser convertido em íon amônio.
- b) O processo conduzido pelas enzimas das bactérias do gênero Nitrossoma é um processo de oxidação.**
- c) Nas espécies químicas nitrito e nitrato o nitrogênio tem o mesmo número de oxidação.
- d) O processo conduzido pelas bactérias do gênero Nitrobacter é um processo de redução.
- e) No íon amônio o nitrogênio tem número de oxidação menor do que na molécula de amônia.

**29)** Assinale a alternativa que apresenta um sal produzido a partir do processo de neutralização total de um ácido, de um óxido anfótero, de um sal insolúvel em água e de um superóxido, respectivamente.

- a)  $K_2CO_3$ ,  $N_2O$ ,  $PbI$ ,  $KO_2$
- b)  $Na_3PO_4$ ,  $FeO$ ,  $NH_4Cl$ ,  $H_2O_2$
- c)  $KH_2PO_2$ ,  $SnO$ ,  $BaCl_2$ ,  $Na_2O$
- d)  $KHSO_4$ ,  $ZnO$ ,  $PbSO_4$ ,  $NaO_2$
- e)  $Na_2CO_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CuI$ ,  $KO_2$**

**30)**

Uma mistura de óxido nítrico e monóxido de carbono, ambos com comportamento ideal, apresenta massa específica igual a  $1,50 \text{ kg m}^{-3}$ , quando se encontra sob pressão de  $0,90 \text{ atm}$  a temperatura de  $127,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado da massa molar média dessa mistura gasosa.

- a)  $23 \text{ g mol}^{-1}$
- b)  $32 \text{ g mol}^{-1}$
- c)  $55 \text{ g mol}^{-1}$**
- d)  $72 \text{ g mol}^{-1}$
- e)  $89 \text{ g mol}^{-1}$