

**Q.1 (3.00)** - No polo industrial de Barcarena-PA, um engenheiro químico analisou três óxidos não identificados, representados por  $\Delta O$ ,  $\Psi O$  e  $\Omega O$ , presentes em resíduos da produção de alumina ( $Al_2O_3$ ) a partir da bauxita e realizou testes com eles. Algumas informações sobre os testes realizados:

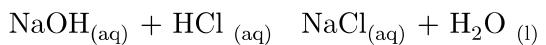
Óxidos	Em presença de $H_2O$	Em presença de $HCl$	Em presença de $NaOH$
$\Delta O$	Produz $\Delta(OH)_2$	Produz $\Delta Cl + H_2O$	Não reage
$\Psi O$	Não reage	Produz $\Psi Cl + H_2O$	Produz $Na_2\Psi O_2 + H_2O$
$\Omega O$	Não reage	Não reage	Não reage

Considerando as informações sobre os testes realizados, qual a correta classificação quanto à natureza química dos óxidos  $\Delta O$ ,  $\Psi O$  e  $\Omega O$ , respectivamente?

- a) ( ) Óxido anfótero, óxido básico e óxido neutro
- b) ( ) Óxido básico, óxido anfótero e óxido ácido
- c) ( ) Óxido básico, óxido ácido e óxido indiferente
- d) ( ) Óxido ácido, óxido anfótero e óxido básico
- e) ( ) Óxido básico, óxido anfótero e óxido neutro

**Q.2 (5.40)** - Uma amostra de 4,0 g de ferro impuro reage com 0,2 mol de ácido clorídrico de

concentração, produzindo cloreto ferroso e hidrogênio, conforme equação química não balanceada a seguir.  $Fe_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_2_{(aq)} + H_2_{(s)}$  Após essa reação, o excesso de ácido clorídrico foi neutralizado por 0,08 mol de  $NaOH$ , conforme equação química balanceada a seguir.



Analizando o resultado e levando em consideração que as reações tenham rendimento de 100%, qual a porcentagem de pureza da amostra analisada?

- a) ( ) 90 %
- b) ( ) 60 %
- c) ( ) 98 %
- d) ( ) 84 %
- e) ( ) 75 %

**Q.3 (3.00)** - Uma mistura heterogênea formada por areia, água, óleo vegetal, álcool etílico (etanol), sulfato de cobre(II) ( $CuSO_4$ ), sal de cozinha ( $NaCl$ ) dissolvido e açúcar (sacarose) também dissolvido foi entregue a um grupo de alunos em uma prática de laboratório. O objetivo era realizar a separação e purificação de todos os componentes usando técnicas laboratoriais adequadas e as vidrarias apropriadas para cada etapa. Considerando as informações fornecidas, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de separação com os principais materiais

utilizados:

- a) ( ) Decantação (funil de separação) → filtração simples (funil e papel filtro) → evaporação (placa de Petri) → destilação fracionada (balão e coluna) → recristalização (proveta)
- b) ( ) Filtração simples (funil comum e papel filtro) → decantação (funil de separação) → destilação simples (balão de destilação e condensador) → evaporação (cápsula de porcelana) → cristalização fracionada (Erlenmeyer)
- c) ( ) Filtração simples (funil comum e papel filtro) → evaporação (balão de fundo chato) → centrifugação (tubo de centrífuga) → extração líquido-líquido (funil de separação) → recristalização (bêquer)
- d) ( ) Separação manual (espátula) → filtração (funil de Büchner) → sublimação (vídro de relógio) → decantação (tubo de ensaio) → fusão fracionada (cápsula de porcelana)
- e) ( ) Filtração simples (funil comum e papel filtro) → decantação (funil de separação) → evaporação (cápsula de porcelana) → destilação simples (balão de destilação e condensador) → cristalização fracionada (Erlenmeyer)

**Q.4 (1.25)** - As semelhanças atômicas são relações entre átomos que compartilham o mesmo número de partículas fundamentais, como prótons ou elétrons. A semelhança atômica ajuda a entender as propriedades dos elementos químicos, como suas propriedades físicas e químicas. Com base nas semelhanças atômicas, em átomos isótopos e em espécies isoeletrônicas, analise as alternativas a seguir e marque a correta.

- a) ( ) Os isótopos  $^{12}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$  possuem o mesmo número de nêutrons, mas números diferentes de prótons.

- b) ( ) As espécies  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ne}$  são isótopos, pois possuem o mesmo número de prótons e nêutrons, mas com números de massa diferentes.
- c) ( )  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  são espécies isoeletrônicas, ou seja, possuem o mesmo número de elétrons e estão localizados no mesmo período da tabela periódica.
- d) ( ) A diferença entre  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ne}$  está no número de elétrons, já que  $\text{Na}^+$  tem 12 elétrons, enquanto o  $\text{Ne}$  possui 10 elétrons.
- e) ( )  $^{12}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$  são espécies isoeletrônicas, pois ambas possuem o mesmo número de nêutrons e de elétrons, mas diferentes números de prótons.

**Q.5 (1.25)** - Um químico ambiental monitora a concentração de mercúrio em um lago contaminado. As análises mostram que a concentração de  $\text{Hg}$  nos organismos fitoplanctônicos é de 0,001 micrograma por kg. No entanto, nos peixes predadores que se alimentam de outros peixes, a concentração chega a 10 micrograma por kg. Esse aumento exponencial da concentração do poluente ao longo da cadeia alimentar é um fenômeno crítico na toxicologia ambiental. Qual é o termo químico-biológico que descreve esse processo de acumulação em níveis tróficos superiores?

- a) ( ) Degradação seletiva
- b) ( ) Bioacumulação
- c) ( ) Biomagnificação
- d) ( ) Eutrofização
- e) ( ) Volatilização

**Q.6 (3.00)** - A cromatografia em papel é um método de separação de mistura de corantes em tinta, que usa duas fases: uma estacionária (o papel, com a água retida nas fibras de celulose) e uma móvel (um solvente orgânico). Ao aplicar uma amostra de tinta ou outra substância no papel e colocar a ponta em um solvente, a fase móvel sobe por capilaridade, arrastando os

componentes da amostra. O que explica o mecanismo de separação nesta técnica é a diferença

- a) ( ) de pontos de ebulação dos corantes, pois o corante de maior massa molecular é sempre menos volátil.
- b) ( ) de solubilidade na fase móvel e afinidade com a fase estacionária, sendo que os mais solúveis e com menor afinidade com o papel se movem mais rapidamente.
- c) ( ) da composição e da polaridade da fase móvel, quando cada corante repele fortemente a esta e adere de maneira muito mais efetiva à fase estacionária, como a água retida na celulose.
- d) ( ) no tamanho das moléculas dos corantes, sendo que as maiores podem ser deslocadas com maior velocidade na fase estacionária.
- e) ( ) de densidade entre os corantes, haja vista que a substância mais densa ocupa menor volume.

**Q.7 (5.40)** - A análise dos espectros do hidrogênio impulsionou a ciência, exigindo que pesquisadores no início do século XX revissem a descrição da matéria para considerar a dualidade onda-partícula, o que revolucionou a compreensão da Química. A equação de Schrödinger, principal contribuição desse cientista, permite calcular a função de onda de uma partícula. Para uma partícula com massa  $m$  que se move em uma dimensão, a equação é:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V(x)\psi = E\psi$$

A adequada interpretação desta equação e o entendimento da dualidade onda-partícula permitem inferir que

- a) ( ) a densidade de probabilidade de uma partícula estar em uma determinada posição é proporcional à função de onda nesse ponto.

- b) ( ) o termo “ $d^2\psi/dx^2$ ” pode ser considerado uma medida da curvatura da função de onda.
- c) ( ) a forma simplificada da equação de Schrödinger é “ $H\psi + V(x)\psi = E\psi$ ”.
- d) ( ) uma partícula atua como uma onda e qualquer comprimento de onda é possível no sistema.
- e) ( ) o termo “ $V(x)\psi$ ” corresponde à energia cinética da partícula  $m$ .

**Q.8 (5.40)** - Analise as seguintes afirmações a respeito do átomo:

- I. Em 1886, o físico alemão Goldstein em seu experimento com tubos de raios anódicos ou raios canais descobriu a partícula positiva que em 1920 foi chamado de próton por Rutherford.
- II. No modelo atômico de Bohr, os elétrons movem-se ao redor do núcleo em órbitas bem definidas.

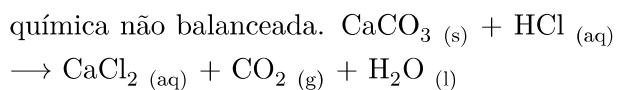
III. Em 1909, Robert Millikan realizou um experimento que ficou conhecido como “experimento da gota de óleo”, nesse experimento Millikan determinou, pela primeira vez, a relação entre a massa e a carga do elétron.

IV. Em 1932, J. Chadwick realizou um experimento onde bombardeou partículas alfa em uma amostra de berílio e descobriu a existência de uma partícula eletricamente neutra e com massa um pouco maior do que a do próton, que ele deu o nome de nêutron.

Das afirmações acima, são corretas, apenas:

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

**Q.9 (5.40)** - Considere a reação química entre 136,0 g de ácido clorídrico e 200,0 g de carbonato de cálcio, ocorre a formação de cloreto de cálcio, gás carbônico e água, conforme equação



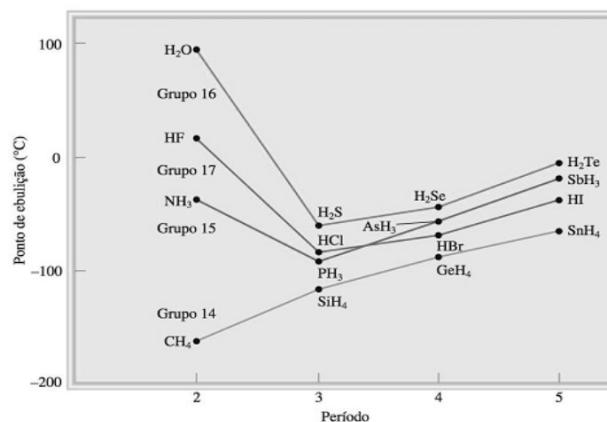
Sabendo que reação possui rendimento de 100 %, determine o reagente limitante e a quantidade aproximada de gás carbônico, em gramas, produzida na reação.

- a) ( ) O reagente limitante é o HCl, e a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada é de 41 g.
- b) ( ) O reagente limitante é o  $\text{CaCO}_3$ , e a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada é de 82 g.
- c) ( ) O reagente limitante é o HCl, e a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada é de 82 g.
- d) ( ) O reagente limitante é o  $\text{CaCO}_3$ , e a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada é de 41 g.
- e) ( ) O reagente limitante é o  $\text{CaCO}_3$ , e a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada é de 22,4 g.

**Q.10 (3.00)** - Considere os seguintes cinco elementos químicos hipotéticos: X (Z = 12) Y (Z = 17) Z (Z = 9) W (Z = 19) Q (Z = 16) Com base nos números atômicos fornecidos e nas propriedades periódicas dos elementos, analise as alternativas e assinale a correta.

- a) ( ) O elemento X possui maior energia de ionização do que o elemento Z, pois ambos pertencem ao mesmo período e o número atômico de X é maior.
- b) ( ) O elemento Z possui maior raio atômico que o elemento W, pois Z possui menor número atômico
- c) ( ) O elemento W possui menor eletronegatividade do que o elemento X, sendo que W pertence ao grupo dos metais alcalinos e o X ao grupo dos alcalino-terrosos.
- d) ( ) O elemento W possui maior afinidade eletrônica do que o elemento Z, pois está localizado em um período inferior na Tabela Periódica.
- e) ( ) O raio atômico do elemento Y é maior que o do elemento Q, pois Y está à direita de Q na Tabela Periódica e pertence ao mesmo período.

**Q.11 (3.00)** - A análise do gráfico, que ilustra os pontos de ebulação dos hidretos dos Grupos 14 a 17, revela tendências e anomalias significativas.



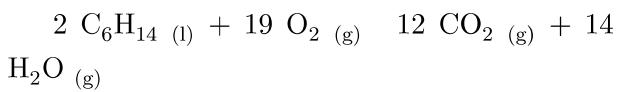
A anomalia mais proeminente é o ponto de ebulação excepcionalmente elevado da água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) em comparação não apenas com os hidretos do Grupo 16, mas também com a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o fluoreto de hidrogênio (HF). Considerando a eletronegatividade ( $\text{F} > \text{O} > \text{N}$ ) e a estrutura molecular, qual das seguintes alternativas apresenta a justificativa mais completa e precisa para o fato de o ponto de ebulação da água ser o mais alto entre todas as outras substâncias representadas no gráfico?

- a) ( ) Embora a ligação H–F seja mais polarizada que a ligação H–O, cada molécula de água é capaz de formar, em média, uma rede com até quatro ligações de hidrogênio (duas como doadora e duas como receptora), enquanto cada molécula de HF forma, em média, apenas duas. Essa rede tridimensional mais extensa na água requer mais energia para ser desfeita.
- b) ( ) A geometria angular da molécula de água resulta em um momento de dipolo resultante maior do que o da molécula linear de HF, intensificando as interações dipolo-dipolo a ponto de superar a força das ligações de hidrogênio no HF.
- c) ( ) A massa molar da água ( $18 \text{ g mol}^{-1}$ ) é ligeiramente menor que a do fluoreto

de hidrogênio ( $20 \text{ g mol}^{-1}$ ), o que permite que as moléculas de água se movam mais livremente e formem uma estrutura intermolecular mais estável e difícil de romper.

- d) ( ) A molécula de água possui dois pares de elétrons não ligantes, o dobro do fluoreto de hidrogênio, o que gera uma repulsão intermolecular maior e, consequentemente, exige mais energia para afastar as moléculas durante a ebulação.
- e) ( ) O oxigênio é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica, o que torna as ligações de hidrogênio na água significativamente mais fortes do que as do HF e  $\text{NH}_3$ , exigindo mais energia para serem rompidas.

**Q.12 (1.25)** - A combustão de hidrocarbonetos é um processo essencial para a geração de energia em motores de combustão interna, como os usados em automóveis, e em usinas termelétricas. A gasolina, principal combustível utilizado em carros, é composta principalmente de hidrocarbonetos como o hexano ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ), que ao ser queimado no motor, reage com o oxigênio da atmosfera, gerando energia para movimentar o veículo. A reação de combustão completa do hexano ocorre de acordo com a seguinte equação química:



Essa reação, embora fundamental para a produção de energia, também contribui para a emissão de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), um gás de efeito estufa, além de partículas e outros poluentes. Portanto, entender as quantidades de reagentes e produtos envolvidos na combustão é crucial tanto para a eficiência energética quanto para a mitigação de impactos ambientais.

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

Com base no texto, analise as afirmações a seguir sobre a reação de combustão do hexano.

I. Se 178,2 g de hexano forem completamente queimados, a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada será 438,7 g.

II. Para cada mol de hexano queimado, formam-se 6 mols de  $\text{CO}_2$  e 7 mols de  $\text{H}_2\text{O}$ , o que implica que a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada será inversamente proporcional ao número de mols de hexano queimados.

III. Se 91,5 mols de hexano for queimado, a quantidade de moléculas de  $\text{CO}_2$  formadas será  $9,52 \times 10^{22}$  moléculas.

IV. Para a combustão completa de 172 g de hexano, a quantidade de moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  formada será  $8,43 \times 10^{24}$  moléculas de água.

V. Para que a combustão de 0,865 mols do hexano seja completa, é necessário fornecer exatamente 184,07 L de  $\text{O}_2$ , na CNTP, garantindo a formação estequiométrica de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

Assinale a alternativa correta.

- a) ( ) Apenas as afirmativas I, II e III estão corretas.
- b) ( ) Apenas as afirmativas IV e V estão corretas.
- c) ( ) Apenas as afirmativas I, II e V estão corretas.
- d) ( ) Apenas as afirmativas II, III e IV estão corretas.
- e) ( ) Todas as afirmativas estão corretas.

**Q.13 (1.25)** - A alotropia é um fenômeno fascinante na Química que permite que um mesmo elemento químico se manifeste de formas distintas, impactando suas propriedades físicas e químicas. Levando em conta o fenômeno mencionado, assinale a alternativa que relaciona corretamente um ou mais exemplos de alótropos e suas características.

- a) ( ) As formas alotrópicas de um elemento, como o carbono diamante e o carbono grafita, são na verdade consideradas isótopos do mesmo elemento, uma vez que compartilham o mesmo número atômico, mas diferem na massa molecular.

- b)** ( ) O fósforo branco, uma das formas alotrópicas do fósforo, é reconhecido por sua baixa reatividade e alta estabilidade, sendo por isso armazenado em contato com o ar para evitar sua oxidação.
- c)** ( ) No caso do enxofre, as formas alotrópicas ortorrômbica e monoclinica diferenciam-se principalmente pela atomicidade de suas moléculas, sendo o enxofre monoclinico composto por moléculas  $S_6$  e o ortorrômbico por  $S_8$ .
- d)** ( ) A alotropia descreve a formação de substâncias compostas com diferentes propriedades a partir de elementos químicos que pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica, mas que se combinam de maneiras distintas.
- e)** ( ) A alotropia pode ser verificada tanto pela diferença na atomicidade, como no caso dos gases oxigênio e ozônio, quanto pelo arranjo espacial dos átomos, como no caso do arsênio cinza e arsênio negro.

**Q.14 (1.25)** - Em uma aula prática de Química, foi preparado um sistema com 10,0 g de areia, 2,0 g de cloreto de sódio, 1,0 g de açúcar comum, 100 mL de água e 20 mL de óleo de soja em um bêquer de 500 mL. Após cinco minutos, adicionaram-se 10 cubos de gelo e cinco estudantes anotaram o número de fases e componentes observados. Qual estudante fez as anotações corretas?

- a)** ( ) Estudante 1: 5 fases e 6 componentes.
- b)** ( ) Estudante 5: 4 fases e 6 componentes.
- c)** ( ) Estudante 3: 5 fases e 5 componentes.
- d)** ( ) Estudante 4: 3 fases e 5 componentes.
- e)** ( ) Estudante 2: 4 fases e 5 componentes.

**Q.15 (5.40)** - O cério (Ce,  $Z = 58$ ) é um metal abundante da série dos lantanídeos, amplamente utilizado em vidros, catalisadores e ligas metálicas. Diferente da maioria dos elementos do bloco f, apresenta **promoção espontânea de um elétron de um orbital 4f para um**

**orbital 5d** em seu estado fundamental, devido à proximidade energética entre os subníveis e maior estabilização, favorecendo ligações químicas eficientes. Dado:  $^{54}\text{Xe}$

Qual a configuração eletrônica do cério resultante da promoção, quantos elétrons desemparelhados permanecem no 4f e qual o comportamento magnético esperado?

- a)** ( )  $[\text{Xe}] 4f^3 5d^0 6s^2$ ; 3 desemparelhados; diamagnético.
- b)** ( )  $[\text{Xe}] 4f^2 5d^0 6s^2$ ; 2 desemparelhados; diamagnético.
- c)** ( )  $[\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$ ; 1 desemparelhado; paramagnético.
- d)** ( )  $[\text{Xe}] 4f^1 5d^2 6s^1$ ; 1 desemparelhado; diamagnético.
- e)** ( )  $[\text{Xe}] 4f^0 5d^2 6s^2$ ; 0 desemparelhado; paramagnético.

**Q.16 (3.00)** - No século XVIII Lavoisier foi pioneiro na aplicação do método científico na Química, investigando as razões e os fatores por trás dos fenômenos. Dessa forma, ele revelou que as mudanças químicas e físicas acontecem com a preservação da matéria. Outras leis químicas foram introduzidas, incluindo as leis ponderais, que continuam a ser relevantes até hoje. Com base nessas leis ponderais, é possível afirmar que, de acordo com a Lei: I. da Conservação da Massa, proposta por Lavoisier, quando 1,6 g de ferro é exposto ao oxigênio, resulta na formação de 1,6 g de óxido férrico.

II. da Conservação da Massa, quando 16,0 g de oxigênio molecular reagem totalmente com 46,0 g de sódio, resulta na formação de 62 g de óxido de sódio.

III. das Proporções Definidas, se 1,0 g de ferro se combina com 0,29 g de oxigênio para criar o composto óxido ferroso, então 2,0 g de ferro irão reagir com 0,87 g de oxigênio, resultando no mesmo composto.

IV. das Proporções Múltiplas, dois mols de ferro interagem com dois mols de oxigênio, re-

sultando em óxido ferroso. Portanto, dois mols de ferro também reagirão com três mols de oxigênio para produzir óxido férrico.

Após análise das afirmativas, concluímos que

- a) ( ) as afirmativas II e IV estão corretas.
- b) ( ) as afirmativas III e IV estão corretas
- c) ( ) a afirmativa II está correta.
- d) ( ) as afirmativas I e II estão corretas.
- e) ( ) as afirmativas II e III estão corretas

**Q.17 (1.25)** - Observe a tirinha a seguir.



Fonte da imagem: <https://www.wwf.org.br/?90760>.

Acesso em 02 set. 2025.

As bases, também chamadas de substâncias alcalinas, possuem um sabor adstringente, semelhante ao da casca de banana verde, que causa uma sensação de “amarra” ou “travamento” na boca devido à diminuição da salivação. No entanto, nunca se deve provar uma substância para determinar se ela é uma base, pois muitas delas são tóxicas e corrosivas para a saúde.

De acordo com a Teoria de Arrhenius, a alternativa que contém somente substâncias básicas, é

- a) ( )  $\text{LiOH}$ ;  $\text{SO}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ .
- b) ( )  $\text{B}(\text{OH})_3$ ;  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ;  $\text{CO}(\text{OH})_2$ .
- c) ( )  $\text{SO}_2(\text{OH})_2$ ;  $\text{CO}(\text{OH})_2$  e  $\text{PO}(\text{OH})_3$
- d) ( )  $\text{CO}(\text{OH})_2$ ;  $\text{NaOH}$ ;  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .
- e) ( )  $\text{RbOH}$ ;  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Co}(\text{OH})_2$ .

**Q.18 (3.00)** - A teoria protônica de Brönsted-Lowry (1923) é bastante utilizada para explicar as reações ácido-base em sistemas aquosos. Segundo esta teoria, ácido é a espécie química que tende a doar prótons ( $\text{H}^+$ ) e base é a espécie química que tende a receber prótons.

Considere as seguintes afirmações sobre ácidos, suas classificações e suas propriedades.

I. O ácido  $\text{H}_3\text{PO}_4$  está presente no refrigerante e possui uma força maior que o ácido  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

II. Quanto maior o grau de ionização, mais forte será o ácido, sendo o  $\text{HCl}$  mais forte que o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

III. A presença do oxigênio nos ácidos  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HClO}_4$  é responsável por atuarem como oxidantes, sendo ambos hidrácidos por terem H

IV. Os ácidos  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ,  $\text{HNO}_2$  e  $\text{HClO}$  são monoprotóicos e a ionização ocorre em pequena extensão em meio aquoso.

Quais afirmações estão corretas?

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

**Q.19 (5.40)** - Em simulações sobre condições de vida humana em um determinado planeta, pesquisadores estudam como desenvolver cápsulas flutuantes destinadas à coleta de dados em lagos de água doce. O material utilizado na fabricação dessas cápsulas deve satisfazer integralmente todos os critérios de adequação descritos a seguir:

Resistir ao calor de até 125 °C sem fundir.

Manter integridade na água (solubilidade  $\leq 0,10 \text{ g/100 mL}$  em 24 h).

Flutuar em água com densidade de 1,00  $\text{g/cm}^3$ .

Ter melhor distribuição de massa em um mesmo volume.

Sofrer menos deformação ao aquecer.

Analise algumas das propriedades de cinco materiais hipotéticos (X, Y, Z, W e K) disponíveis e que serão testados durante as pesquisas.

Propriedades dos materiais disponíveis para testes, medidas a 1 atm.

Material	Temperatura de fusão (°C)	Solubilidade (g/100 mL)	Massa específica (g/cm³)	Coefficiente de dilatação térmica ( $10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
X	127	0,04	0,98	1,4
Y	129	0,06	0,97	1,5
Z	128	0,02	0,99	1,6
W	126	0,03	0,99	1,2
K	125	0,10	0,97	1,4

Qual material deve ser selecionado, considerando todos os critérios de adequação?

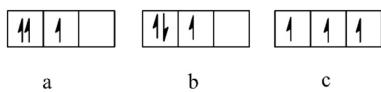
- a) ( ) Material Z
- b) ( ) Material W
- c) ( ) Material Y
- d) ( ) Material X
- e) ( ) Material K

**Q.20 (3.00)** - As relações matemáticas estão presentes na Química desde que Lavoisier as introduziu para explicar vários de seus experimentos. Considere que em certo experimento usou-se 46,0 g de sódio metálico que reagiram com 32,0 g de gás oxigênio formando peróxido de sódio. Considerando o experimento mencionado, é possível estimar a quantidade de peróxido de sódio obtida, mesmo que as massas dos reagentes variem. Em um novo experimento, foram obtidos 156,0 g de peróxido de sódio.

De acordo com as relações matemáticas e a reação química mencionadas, a massa de sódio que participou integralmente da reação para formação do peróxido de sódio no novo experimento foi de

- a) ( ) 23 g.
- b) ( ) 69 g.
- c) ( ) 92 g.
- d) ( ) 184 g.
- e) ( ) 46 g.

**Q.21 (5.40)** - Os diagramas a seguir mostram a distribuição de três elétrons em três orbitais do tipo  $p$ .



A partir da análise dos diagramas, assinale (V) para os itens verdadeiros e (F) para falsos.

( ) A distribuição eletrônica em **b** está incorreta, pois viola o princípio de exclusão de Pauli ao ter dois elétrons com spins iguais no mesmo orbital.

( ) A distribuição eletrônica em **a** está incorreta, pois viola o princípio da exclusão de Pauli e não respeita a regra de Hund.

( ) A distribuição eletrônica em **c** está correta, mas não é a mais estável, pois preferencialmente os elétrons no subnível **p** devem estar emparelhados.

( ) A distribuição eletrônica em **b** está correta, pois os elétrons nos três orbitais **p** são distribuídos de maneira a minimizar a repulsão entre eles, conforme o princípio de Pauli.

( ) A distribuição eletrônica em **b** é energeticamente mais favorável do que em **c**, porque a configuração com dois elétrons emparelhados no primeiro orbital é mais estável.

( ) A distribuição apresentada em **c** está correta, mas ela poderia ser mais estável se os elétrons estivessem emparelhados em dois orbitais.

( ) A distribuição eletrônica em **a** está incorreta porque, ao ter dois elétrons com o mesmo spin no mesmo orbital, ela viola o princípio de Pauli.

( ) A distribuição eletrônica em **c** está correta, pois segue a regra de Hund, já que distribui os elétrons de forma a minimizar a repulsão.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

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

**Q.22 (3.00)** - A queima de uma fita de magnésio de massa conhecida em um cadiño é uma reação que ocorre com o oxigênio do ar, formando um resíduo branco **A**. Para controlar a

intensidade da queima e evitar a perda de material como fumaça, o cadinho é mantido parcialmente coberto. No entanto, uma reação secundária com o nitrogênio do ar pode formar o composto **B**. Para garantir que a massa final seja apenas de **A**, um procedimento de correção é aplicado: após o primeiro aquecimento e resfriamento, adiciona-se água para hidrolisar **B** em hidróxido de magnésio. Em seguida, o cadinho é reaquecido para decompor o hidróxido de magnésio em **A** e vapor de água. A massa final é medida somente após este segundo resfriamento. Com base nas informações acima, assinale a alternativa que indica corretamente a fórmula e nome das substâncias **A** e **B**, respectivamente:

- a) ( )  $\text{MgO}$ , óxido de magnésio e  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , nitrato de magnésio.
- b) ( )  $\text{MgO}$ , óxido de magnésio e  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ , nitreto de magnésio.
- c) ( )  $\text{MgO}_2$ , óxido de magnésio e  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , nitrato de magnésio.
- d) ( )  $\text{MgO}$ , óxido de magnésio e  $\text{Mg}_2\text{N}_3$ , nitreto de magnésio.
- e) ( )  $\text{Mg}_2\text{O}$ , óxido de magnésio e  $\text{Mg}_2\text{NO}_3$ , nitrato de magnésio.

**Q.23 (3.00)** - A distinção entre fenômenos físicos e químicos é fundamental para a compreensão da natureza da matéria e suas transformações. Ao longo da história da ciência, diversos episódios contribuíram para o entendimento desses fenômenos. Por exemplo, em 1785, Antoine Lavoisier observou que ao aquecer mercúrio líquido em um sistema fechado, ocorre reação com o oxigênio do ar formando um sólido avermelhado (óxido de mercúrio). Lavoisier verificou que a massa total do sistema permaneceu constante, estabelecendo assim a Lei de Conservação das Massas. Em 1928, Alexander Fleming estava estudando bactérias *Staphylococcus aureus* quando esqueceu algumas placas de Petri abertas em seu laboratório durante as férias. Ao re-

tornar, notou que o fungo do gênero *Penicillium* havia contaminado as culturas, eliminando as bactérias pela secreção de uma substância bactericida, que foi denominada penicilina. Com base no exposto e considerando os conceitos de fenômenos físicos e químicos, assinale a alternativa CORRETA.

- a) ( ) Lavoisier, através da formação do óxido de mercúrio, observou um fenômeno físico, pois não houve alteração da massa total do sistema, confirmando que a identidade química das substâncias foi preservada.
- b) ( ) A ação da penicilina, observada por Fleming sobre as bactérias, constitui um fenômeno físico uma vez que a substância secretada pelo fungo apenas impede fisicamente o crescimento bacteriano através de barreiras mecânicas.
- c) ( ) Nos casos descritos, temos fenômenos de natureza nuclear, pois tanto a formação do óxido de mercúrio quanto a ação bactericida da penicilina decorrem de alterações no núcleo atômico e da transmutação dos elementos.
- d) ( ) Ambas as observações relatadas estão relacionadas a fenômenos químicos, uma vez que envolvem a transformação de substâncias e a formação de novas espécies químicas, ou seja, alteração de identidades químicas.
- e) ( ) Apenas a observação de Fleming é um fenômeno químico, pois a ação da penicilina sobre as bactérias resulta na alteração da composição química das células bacterianas, com a posterior inativação destas.

**Q.24 (1.25)** - Na combustão completa de 9,20 mg de um composto orgânico, são produzidos 17,60 mg de  $\text{CO}_2$  e 10,80 mg de  $\text{H}_2\text{O}$ , além da liberação de energia. Sabendo que a massa molar do composto é igual a massa molar empírica,

determine sua fórmula molecular.

- a) ( )  $\text{CH}_4\text{O}$
- b) ( )  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$
- c) ( )  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
- d) ( )  $\text{CH}_2\text{O}$
- e) ( )  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

**Q.25 (3.00)** - Os estudos de diagramas e mudanças de fase vão além da Terra, aplicando-se a ambientes extremos do espaço. Exemplos incluem: oceanos líquidos sob camadas de gelo nas luas Europa e Encélado, mesmo com temperaturas superficiais de  $-163^{\circ}\text{C}$ ; vapor d'água no exoplaneta GJ 9827d, sem presença de água líquida, demonstrando como os processos de mudança de fase ocorrem em escalas cósmicas; nevases de  $\text{CO}_2$  sólido em Marte formando gelo seco que sublima na primavera; e, em Titã, lua de Saturno, metano e etano líquidos devido à baixa temperatura e pressão atmosférica de 1,5 atm. Considerando as informações apresentadas e o estudo das fases de agregação e dos diagramas de fases, marque a alternativa INCORRETA.

- a) ( ) A ausência de água líquida no exoplaneta GJ 9827d tem relação apenas com a sua alta temperatura e com o volume de vapor d'água que ele possui.
- b) ( ) A ocorrência dos oceanos líquidos nas luas Europa e Encélado indica que, apesar da temperatura muito baixa, há pressão altíssima exercida sobre os oceanos.
- c) ( ) A pressão atmosférica marciana durante a primavera do planeta, certamente tem valor abaixo da pressão do ponto triplio do  $\text{CO}_2$ .
- d) ( ) Na atmosfera de Titã há pressão de vapor do metano e do etano, e os seus valores são independentes do volume dos hidrocarbonetos líquidos.
- e) ( ) A temperatura na lua Titã de Saturno é menor do que as temperaturas críticas do metano e do etano.

**Q.26 (5.40)** - O diagrama de fases mostra em que fase de agregação da matéria uma substância se encontra, em função da pressão e da temperatura. Ele indica as condições e as transições de fase, como fusão, vaporização, sublimação e ponto triplio. Observe o diagrama de fases a seguir.

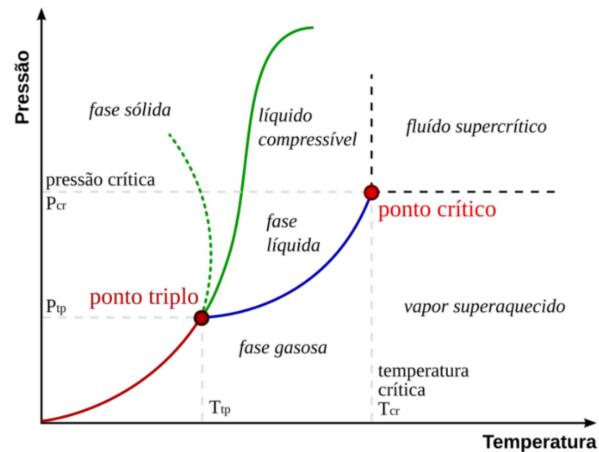


Imagen disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/13/Phase-diag-pt.svg/500px-Phase-diag-pt.svg.png>.

Acesso em: 17 set. 2025.

Considere, a seguir, as afirmações sobre o diagrama de fases e as informações obtidas com sua análise.

I. No ponto triplio a substância coexiste, em equilíbrio, nas fases: sólida, líquida e gasosa.

II. Acima da temperatura e da pressão críticas, a substância existe como um fluido supercrítico.

III. Se uma substância está acima da sua temperatura crítica, esta não pode ser transformada em líquido apenas aumentando a pressão.

É(são) correta(s) a(s) afirmativa(s)

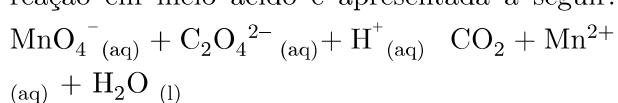
- a) ( ) II e III, apenas.
- b) ( ) I, II e III.
- c) ( ) I e II, apenas.
- d) ( ) I e III, apenas.
- e) ( ) I, apenas.

**Q.27 (5.40)** - O aglomerado iônico hidratado ferrocianeto férrico ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) é um complexo empregado em processos industriais, incluindo a produção de corantes azuis como o

azul da Prússia, utilizado em tintas, plásticos e cosméticos. Qual o número de oxidação do ferro, do carbono e do nitrogênio, respectivamente, no ânion ferrocianeto?

- a) ( ) 3+; 2- e 1+.
- b) ( ) 3+; 1- e 0.
- c) ( ) 2+; 1+ e 2-.
- d) ( ) 2+; 2+ e 3-.
- e) ( ) 2+; 0 e 1-.

**Q.28 (5.40)** - O processo de redução do permanganato de potássio em meio ácido é um exemplo clássico de uma reação de oxirredução. Uma equação química redox para este tipo de reação em meio ácido é apresentada a seguir:



Com base na equação fornecida, qual das alternativas a seguir está correta?

- a) ( ) Nessa reação a espécie química oxidante é o oxalato e a espécie química redutora é o permanganato
- b) ( ) A redução do oxalato envolve a mudança no número de oxidação do carbono de 3+ para 4+.
- c) ( ) A oxidação do manganês altera o seu número de oxidação de 7+ no ânion  $\text{MnO}_4^-$  para 2+ no cátion  $\text{Mn}^{2+}$ .
- d) ( ) A soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros relacionados ao balanceamento da equação é igual a 43.
- e) ( ) O balanceamento por oxirredução para essa equação não necessita de ajuste no número de moléculas de água, pois o oxigênio já está balanceado de forma natural.

**Q.29 (3.00)** - Um átomo de hidrogênio sofre uma transição a partir do seu estado fundamental, em que o elétron passa a um nível mais alto (órbita mais externa), correspondendo ao estado excitado **A**. O relaxamento a partir do estado **A** (retorno ao estado fundamental) envolve, no

máximo, a emissão de 15 fótons com diferentes comprimentos de onda ( $\lambda$ ). Considere a equação de Rydberg para o átomo de hidrogênio:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$

Sendo que:

$$R_H = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1};$$

$n$  = nível de energia mais interno;

$k$  = nível de energia mais externo;

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}.$$

Qual o comprimento de onda, dentre os 15 citados, associado ao fóton emitido de maior energia?

- a) ( ) 92,8 nm
- b) ( ) 7438 nm
- c) ( ) 97,2 nm
- d) ( ) 93,5 nm
- e) ( ) 94,6 nm

**Q.30 (5.40)** - Estruturas moleculares como a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e a amônia ( $\text{NH}_3$ ) apresentam alta polaridade, todavia moléculas como ( $\text{BeF}_2$ ) e ( $\text{BF}_3$ ) são apolares. A justificativa para essa propriedade está na forma como ocorre a disposição dos átomos ligantes em torno do átomo central, sendo que a forma geométrica da molécula irá depender da disposição das nuvens eletrônicas em torno do átomo central. Com relação às moléculas citadas, assinale a alternativa correta.

- a) ( ) A molécula de amônia apresenta geometria trigonal planar, com o átomo de nitrogênio no centro e formando ângulos que se aproximam de  $120^\circ$  com os átomos de hidrogênio, ao passo que a molécula de fluoreto de berílio apresenta geometria linear com ângulo de  $180^\circ$  entre os átomos de flúor, berílio e flúor.
- b) ( ) A molécula de água apresenta geometria angular, com o átomo de oxigênio no centro e formando um ângulo que se aproxima de  $90^\circ$  com os dois átomos de hidrogênio, ao passo que a amônia apresenta geometria planar trigonal com ân-

gulo que se aproxima de  $120^\circ$  entre os átomos de hidrogênio, nitrogênio e hidrogênio.

- c) ( ) A molécula de amônia apresenta geometria piramidal trigonal, com o átomo de nitrogênio no centro e formando ângulos que se aproximam de  $107^\circ$  com os átomos de hidrogênio, ao passo que a molécula de água apresenta geometria angular, com ângulo que se aproxima de  $104^\circ 5'$  entre os átomos de hidrogênio, oxigênio e hidrogênio.
- d) ( ) A molécula de fluoreto de boro apresenta geometria piramidal, com o átomo de boro no centro e formando ângulos que

se aproximam de  $109^\circ 28'$  com os átomos de hidrogênio, ao passo que a molécula de água apresenta geometria linear, com ângulo que se aproxima de  $104^\circ 5'$  entre os átomos de hidrogênio, oxigênio e hidrogênio.

- e) ( ) A molécula de fluoreto de berílio apresenta geometria angular, com o átomo de berílio formando um ângulo que se aproxima de  $104^\circ 5'$  com os dois átomos de flúor, ao passo que a molécula de fluoreto de boro apresenta geometria trigonal planar, com ângulo que se aproxima de  $107^\circ$  entre os átomos de flúor e boro e flúor.