

OLIMPIÁDA
MINEIRA

QUÍMICA

**Instruções:**

- 1 – Esta prova contém 25 (vinte e cinco) questões de múltipla escolha e 4 (quatro) questões discursivas.
- 2 – O tempo de duração da prova é de 2 (duas) horas.
- 3 – O sistema abrirá às 13:00 h e fechará às 15:00 h.
- 4 – É importante que você tenha disponível para realização da prova: Tabela Periódica, lápis, caneta, borracha, papel. Não será necessário enviar nenhum material escaneado, todas as questões devem ser respondidas no sistema.
- 5 – Não é necessário apresentar o detalhamento dos cálculos nas questões discursivas, apenas a resposta final.

Realização:

UF *m* G

Apoio:

Questões de Múltipla Escolha

Questão 1. Analise as afirmações a seguir sobre o modelo atômico de Bohr.

- I. Utilizando o modelo atômico de Bohr é possível explicar o espectro de linhas do átomo de lítio.
- II. No modelo de Bohr, o elétron tem energia quantizada.
- III. Segundo o modelo de Bohr, os elétrons estão em órbitas estacionárias, e por isso não perdem e nem ganham energia ao girarem em torno do núcleo.
- IV. No modelo de Bohr, o elétron libera energia ao passar de uma órbita mais interna para uma órbita mais externa.

O número de afirmações **VERDADEIRAS** é:

- a) uma.
- b) duas.**
- c) três.
- d) quatro.

Questão 2. Considere a seguinte situação: “Um elétron de um átomo de hidrogênio é excitado do estado fundamental até o quinto estado excitado.” Em relação a essa situação, analise as afirmações a seguir.

- I. O quinto estado excitado corresponde ao quinto estado estacionário de energia ($n = 5$).
- II. Retirar um elétron presente no quinto estado excitado requer menos energia que para retirar um elétron do terceiro estado excitado.
- III. O comprimento de onda da radiação emitida quando o elétron decai do quinto estado excitado para o estado fundamental é menor que quando o elétron decai do terceiro estado excitado para o estado fundamental.
- IV. O maior comprimento de onda do fóton capaz de retirar um elétron que está no quinto estado estacionário ($n = 5$) no átomo de hidrogênio não é capaz de retirar o elétron do estado fundamental ($n = 1$).

Em relação a essas afirmações, é adequado inferir que:

- a) I e IV estão corretas.
- b) II, III e IV estão corretas.**
- c) I, II e III estão corretas.
- d) todas estão corretas.

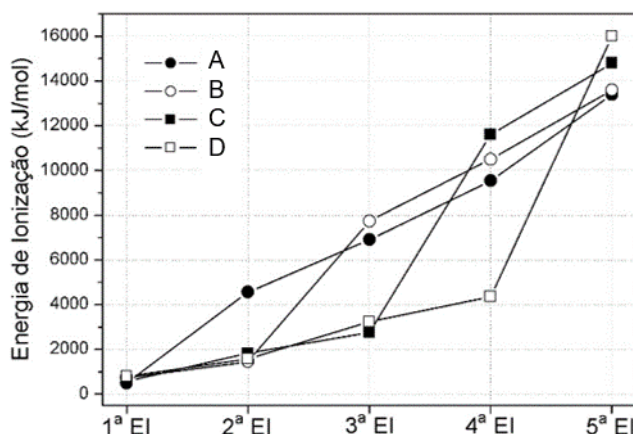
Questão 3. Indique a alternativa que melhor completa a seguinte afirmação: “Dos compostos listados nas alternativas, _____ possui a menor separação interiônica.”

- a) SrBr_2
- b) RbCl
- c) KF**
- d) CsI

Questão 4. Indique a alternativa que apresenta, para a série isoeletrônica de espécies químicas, a ordem crescente de raio.

- a) $\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Ar} < \text{Cl}^-$
- b) $\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Cl}^- < \text{Ar}$
- c) $\text{K}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Ar} < \text{Cl}^-$
- d) $\text{Ca}^{2+} < \text{Ar} < \text{K}^+ < \text{Cl}^-$

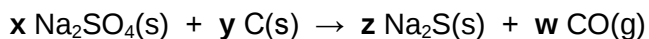
Questão 5. As curvas representadas de A a D, na figura abaixo, correspondem às energias de ionização de elementos do terceiro período da tabela periódica.



Indique a alternativa que representa a curva correspondente às energias de ionização do elemento alumínio.

- a) D
- b) C
- c) B
- d) A

Questão 6. O sulfeto de sódio, Na_2S , é utilizado em curtumes para remover o pelo das peles. Este é o motivo do cheiro desagradável dos curtumes. Ele é preparado de acordo com a seguinte equação química (não balanceada):



Considere que sejam misturados 15,00 g de Na_2SO_4 e 7,50 g de C para produção de sulfeto de sódio. Baseado nessas informações, é **INCORRETO** afirmar que:

- a) são obtidos 8,24 g de Na_2S , caso a reação tenha rendimento de 100%.
- b) o Na_2SO_4 é o reagente limitante.
- c) os menores coeficientes estequiométricos inteiros para a equação correspondem a $x = 1$; $y = 4$; $z = 1$ e $w = 4$.
- d) o carbono foi adicionado com excesso percentual de aproximadamente 68%.

Questão 7. Considere as seguintes moléculas:

(a) CO_2 (b) OF_2 (c) CBr_4 (d) CH_2Cl_2 (e) HCN

Sobre essas moléculas as afirmações a seguir são feitas.

- I. As moléculas (a) e (b) são não polares.
- II. A molécula (b) tem geometria angular.
- III. A molécula (c) é não polar e tem geometria tetraédrica.
- IV. As moléculas (d) e (e) são polares.
- V. A molécula (e) tem geometria linear.

Em relação a essas afirmações é **CORRETO** inferir que:

- a) I, II e V são falsas.
- b) II, III, IV e V são falsas.
- c) III e IV são falsas.
- d) apenas I é falsa.

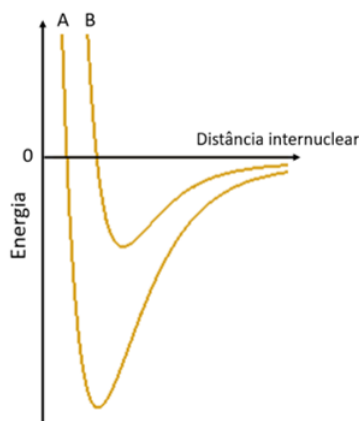
Questão 8. O conhecimento sobre o ângulo de ligação das moléculas é importante para o entendimento das propriedades das substâncias formadas por essas moléculas. Analise as afirmações a seguir.

- I) Sabendo que as moléculas BF_3 e SO_3 apresentam geometria trigonal plana, pode-se afirmar que os ângulos de ligação são de 120° .
- II) O íon H_3O^+ tem arranjo tetraédrico e os ângulos de ligação são menores que $109,5^\circ$.
- III) O íon SCN^- apresenta ângulo de ligação de 180° .
- IV) O ângulo de ligação no CS_2 é igual ao do NO_2 .

Em relação a essas afirmações, indique o número de afirmações **INCORRETAS**:

- a) uma.
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

Questão 9. O gráfico abaixo apresenta duas curvas de energia potencial, A e B, que descrevem a formação da ligação química entre dois átomos (enxofre e oxigênio) para diferentes moléculas.



Assinale a alternativa que contenha moléculas cuja ligação possa ser representada pelas curvas A e B, respectivamente:

- a) SO_2 e SO_3 .
- b) SO_2 e H_2SO_4 .
- c) SO_3^{2-} e SO_3 .
- d) SO_3^{2-} e H_2SO_4 .

Questão 10. Os fertilizantes nitrogenados químicos são divididos em quatro classes. Uma delas contém o fosfato monoamônico [MAP, di-hidrogenofosfato de amônio] e o fosfato diamônico [DAP, hidrogenofosfato de amônio]. Em um determinado terreno foram utilizados 200 kg de MAP e 300 kg de DAP para fazer a fertilização do solo. **Indique** a quantidade de substância (mol) usada de nitrogênio para adubação do terreno.

- a) 6.282
- b) 4.010
- c) 8.020
- d) 5.749

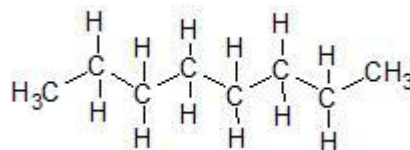
Questão 11. A platina (Pt) e o ouro (Au) são elementos químicos usados para a fabricação de joias, que possuem um elevado valor comercial. O número de níveis eletrônicos completamente preenchidos para cada um desses elementos, respectivamente, é:

- a) 4 e 4.
- b) 4 e 5.
- c) 5 e 5.
- d) 5 e 6.

Questão 12. **Indique** qual das vidrarias abaixo é utilizada na separação de uma mistura heterogênea de dois líquidos.

- a) Funil de separação
- b) Coluna de fracionamento
- c) Funil de Büchner
- d) Frasco Kitasato

Questão 13. Considere uma mistura de água e octano (cuja estrutura está representada a seguir).



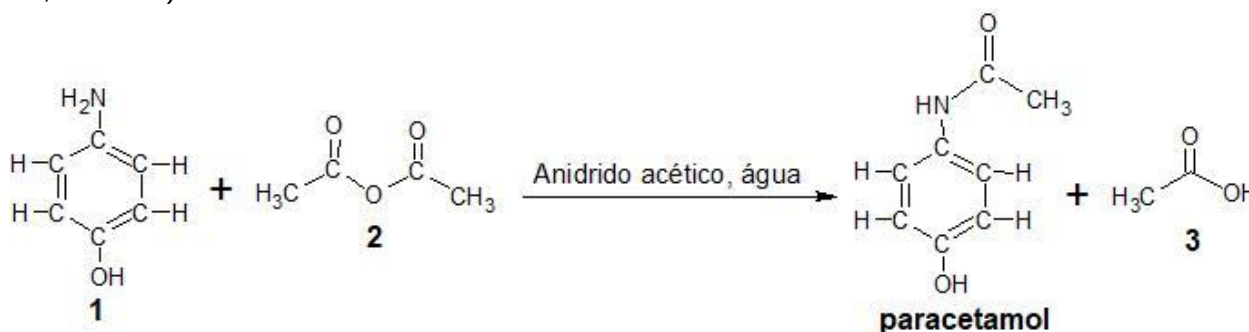
Em relação a essa mistura, analise as afirmações abaixo.

- I. A mistura é heterogênea.
- II. O octano possui fórmula molecular C_8H_{16} .
- III. A mistura pode ser separada utilizando-se um funil de separação.
- IV. A água e o octano realizam interações do tipo ligação de hidrogênio entre si.
- V. A mistura pode ser separada por destilação.
- VI. A água é mais densa que o octano, porque possui uma maior massa molar.

O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) uma.
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

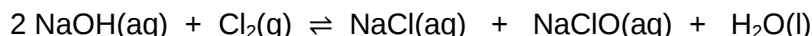
Questão 14. A reação representada abaixo é a última etapa de uma rota sintética do paracetamol, princípio ativo de medicamentos para alívio da dor. (Baptistella, L. H. B. et al. Química Nova 2003, 26, 284-286)



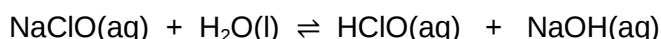
Considere que, ao realizar essa reação, adicionou-se a um balão de reação 485,0 mg do composto 1, cujo grau de pureza é de 90%, e 1,00 mL (1,08 g, grau de pureza de 95%) de anidrido acético (2), que atua como reagente e, também, como solvente da reação. Sabendo que o rendimento da reação é de 85%, **indique** a massa (em mg) de paracetamol que é obtida.

- a) 671,8
- b) 513,9
- c) 604,6
- d) 563,8

Questão 15. A água sanitária comercial contém em sua composição de 2 a 2,5% de hipoclorito de sódio em água. Esse produto pode ser obtido por meio da reação de cloro gasoso com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, conforme representado a seguir:



Ao diluir-se corretamente a água sanitária antes do uso, promove-se um aumento da concentração de HClO em solução, espécie mais ativa na desinfecção de superfícies, resultante da hidrólise do hipoclorito de sódio conforme representado pela equação química a seguir:



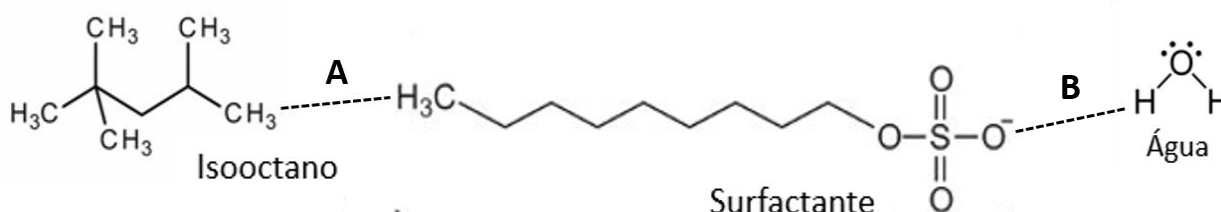
Em relação a esse processo, considere as afirmações a seguir:

- I – As espécies NaCl e NaClO apresentam apenas ligações iônicas entre os átomos constituintes.
- II – O composto HClO é denominado ácido hipocloroso.
- III – O estado de oxidação do átomo de cloro nos compostos Cl₂, NaCl e HClO é 0, -1 e +1 respectivamente.
- IV – NaCl, NaClO e NaOH são compostos iônicos, sendo os dois primeiros classificados como sais e o último como uma base.

Em relação as essas afirmações, é **CORRETO** inferir que:

- a) I e IV são verdadeiras.
- b) II, III e IV são verdadeiras.
- c) apenas a afirmação III é verdadeira.
- d) II e III são verdadeiras.

Questão 16. Moléculas anfipáticas, ou anfifílicas, são moléculas que possuem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica na mesma estrutura, sendo solúveis em meio aquoso e também em substâncias hidrofóbicas como lipídios e solventes orgânicos. Um exemplo dessas moléculas são os surfactantes, presentes em diversos produtos, desde produtos de limpeza e beleza até combustíveis. Quando presente na gasolina, o surfactante interage com o isooctano (principal componente do combustível) e a água, que está presente em pequenas quantidades. Considerando a figura abaixo, **indique** a alternativa que contenha as interações intermoleculares mais adequadas representadas pelas linhas tracejadas A e B.



- a) A: dipolo-dipolo induzido; B: ligação de hidrogênio.
- b) A: forças de London; B: dipolo-dipolo induzido.
- c) A: forças de London; B: íon-dipolo.
- d) A: dipolo-dipolo induzido; B: dipolo-dipolo.

Questão 17. Em relação ao ciclo biogeoquímico do oxigênio, analise as seguintes afirmações.

- I. A camada de ozônio (O_3), localizada na estratosfera, atua na absorção da radiação ultravioleta.
- II. O oxigênio na forma de O_2 é consumido na queima de combustíveis fósseis.
- III. A fotossíntese e a respiração animal têm como produto o oxigênio molecular e o dióxido de carbono, respectivamente.
- IV. O oxigênio pode ser combinado com minerais na litosfera, formando óxidos e sais.

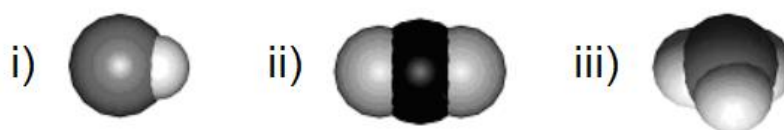
O número de afirmações **CORRETAS** é:

- a) uma.
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

Questão 18. Entre as afirmações abaixo, indique a que contém uma informação **INCORRETA** sobre o fenômeno da chuva ácida.

- a) O aumento da acidez da chuva ocorre principalmente pelo aumento da concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera.
- b) A água da chuva não poluída já é ligeiramente ácida, devido ao equilíbrio com o monóxido de carbono presente na atmosfera.
- c) A chuva ácida, além de afetar os seres vivos, também danifica estruturas de mármore, que são compostas de $CaCO_3$.
- d) A formação da chuva ácida não se restringe às áreas onde a poluição se originou, afetando localidades circunvizinhas.

Questão 19. Os desenhos abaixo apresentam moléculas em proporções corretas entre raios atômicos e distâncias internucleares e podem representar, respectivamente:



- a) cloreto de hidrogênio, dióxido de carbono e amônia.
- b) monóxido de carbono, água e ozônio.
- c) oxigênio, água e metano.
- d) monóxido de carbono, ozônio e água.

Questão 20. Considerando-se as propriedades dos elementos químicos e a tabela periódica, é **INCORRETO** afirmar:

- a) um metal é uma substância que conduz a corrente elétrica, é dúctil e maleável.
- b) um não metal é uma substância que não conduz a corrente elétrica, não é dúctil e nem maleável.
- c) um semimetal tem aparência física de um metal, mas tem comportamento químico semelhante ao de um não metal.
- d) os gases nobres são diatômicos.

Questão 21. Considerando os grupos e períodos da Tabela Periódica, é **CORRETO** afirmar que:

- a) os elementos de um mesmo grupo apresentam propriedades químicas semelhantes e cada grupo corresponde a cada linha da Tabela Periódica.
- b) os elementos de um mesmo período apresentam propriedades químicas semelhantes e cada período corresponde a cada coluna da Tabela Periódica.
- c) No grupo dos gases nobres há predominância de elementos artificiais.
- d) O grupo dos actínídeos contém elementos artificiais, não encontrados na natureza e que em geral tem tempo de meia-vida curta.

Questão 22. Considere as seguintes substâncias no estado líquido: AsI_3 , AsF_5 , AsF_3 e AsH_3 . Em relação a essas substâncias, algumas afirmações são feitas.

- I. A temperatura de ebulição do AsH_3 é menor que a do AsF_5 .
- II. A temperatura de ebulição do AsI_3 é maior que a do AsF_3 .
- III. A temperatura de ebulição do AsF_5 é maior que a do AsF_3 .
- IV. A ordem decrescente de temperaturas de ebulição é: $\text{AsI}_3 > \text{AsF}_5 > \text{AsF}_3 > \text{AsH}_3$.

O número de afirmações **verdadeiras** é:

- a) uma.
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

Questão 23. Considere as seguintes substâncias no estado líquido: H_3PO_4 , POCl_3 , H_3PO_3 (um átomo de H ligação ao fósforo), e PF_5 . Analise as afirmações feitas em relação a essas substâncias.

- I. A temperatura de ebulição do H_3PO_4 é maior que a do H_3PO_3 .
- II. Um maior número de ligações de hidrogênio pode ser usado para justificar a maior temperatura de ebulição de uma substância em relação a outra.
- III. A temperatura de ebulição do PF_5 é menor que a do POCl_3 .
- IV. A ordem decrescente de temperaturas de ebulição é: $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_3 > \text{PF}_5 > \text{POCl}_3$.
- V. A temperatura de ebulição do H_3PO_3 é menor que a do POCl_3 .

Em relação as essas afirmações, pode-se inferir corretamente que:

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

Questão 24. Os halogênios são capazes de se ligar entre si por meio de ligações covalentes formando uma série de compostos homo- ou heteronucleares. Um exemplo de molécula heteronuclear é o trifluoreto de cloro (ClF_3), cuja temperatura de ebulição é de aproximadamente 12°C , sendo, portanto, gasoso à temperatura ambiente. A temperatura de ebulição de um composto depende, entre outros fatores, da geometria e polaridade das moléculas que o compõem. Dentre as

alternativas abaixo, indique aquela que contém a molécula cuja geometria é a mesma da molécula de ClF_3 .

- a) XeOF_2
- b) BI_3
- c) PBr_3
- d) HSO_3^-

Questão 25. Nos processos de tratamento da água, é comum o uso de reagentes químicos para coagular/flocular partículas coloidais, facilitando sua decantação. Esses reagentes formam precipitados que aglomeram as partículas coloidais presentes na água, formando sólidos de maior tamanho, chamados flocos, que decantam e podem ser removidos com maior facilidade. Um dos reagentes coagulantes mais utilizados é o sulfato de alumínio, que gera em água o hidróxido de alumínio, um sólido gelatinoso. (Grassi, M. T. As águas do planeta Terra. Química Nova na Escola, Caderno Temático, n. 1, p. 31-40, 2001.)

A formação do hidróxido de alumínio ocorre em meio básico e pode ser representada pela seguinte equação não balanceada:

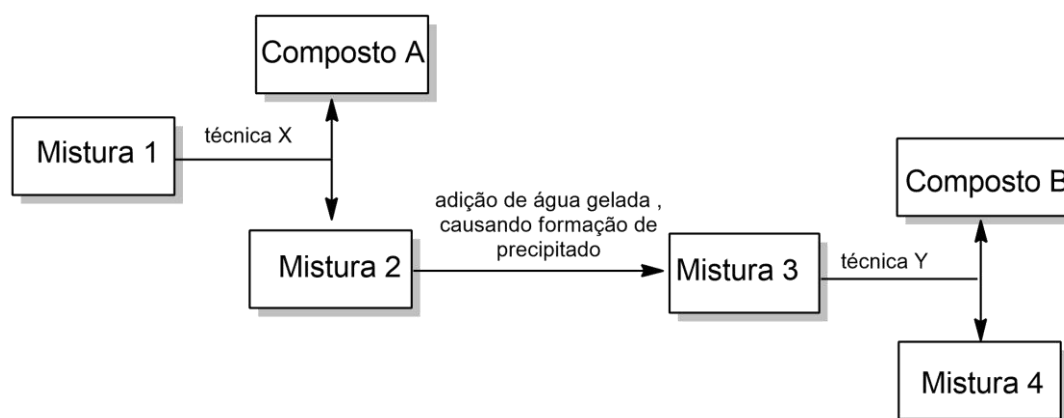


Indique a massa de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (em kg) requerida para reagir com 2,0 kg de NaHCO_3 , sabendo que a reação ocorre com rendimento de 100%.

- a) 2,72
- b) 3,15
- c) 1,36
- d) 4,27

Questões Discursivas

Questão 26. Em uma aula experimental de Química, um estudante macerou um comprimido contendo 500 mg de paracetamol, obtendo um pó fino, que foi adicionado a um béquer contendo 100 mL de etanol, resultando em uma mistura de paracetamol (princípio ativo do comprimido), celulose microcristalina (substância também presente no comprimido como excipiente) e etanol (mistura 1). Para separar essa mistura, o estudante realizou vários procedimentos, segundo o esquema abaixo.



Algumas características físico-químicas das substâncias que constituem o comprimido são apresentadas no quadro a seguir.

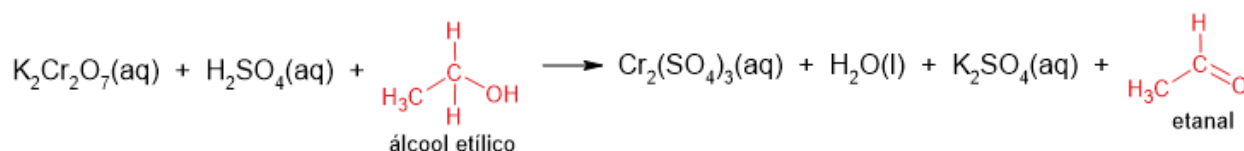
Quadro. Características de substâncias utilizadas no experimento.

Substância	Características
Paracetamol	Insolúvel em água; solúvel em etanol; sólido à temperatura ambiente
Celulose microcristalina	Insolúvel em água, álcoois e solventes orgânicos; levemente solúvel em solução de NaOH a 5%; sólido à temperatura ambiente.
Etanol	Temperatura de ebulição a 1 atm = 78,4 °C

Faça o que se pede em cada um dos itens abaixo.

- Classifique** as misturas 1, 2, 3 e 4 como homogênea ou heterogênea.
- Indique** o nome das técnicas de separação X e Y.
- Identifique** os compostos A e B.
- Indique** a constituição da mistura 4.

Questão 27. O bafômetro é um dispositivo utilizado para medir a concentração de álcool etílico na corrente sanguínea de uma pessoa por meio da análise do ar que ela exala. O dispositivo mais simples e descartável contém uma mistura de sílica umedecida com ácido sulfúrico e solução de dicromato de potássio. A reação de oxirredução que ocorre no dispositivo está representada pela equação (não balanceada) a seguir:



Com base nessas informações, responda:

- Considerando que as espécies em vermelho da equação química estão no estado gasoso, **escreva** a equação iônica simplificada, utilizando fórmulas moleculares, para a reação representada.
- Identifique** o agente redutor, o agente oxidante e o número de elétrons envolvidos na reação global acima.
- Faça** uma previsão sobre o valor do ângulo de ligação C-C-O na molécula de álcool etílico e na molécula de etanal. **Justifique** sua resposta.

Exemplo de justificativa: na molécula de água podemos prever que o ângulo de ligação H-O-H é menor do que 109,5°. Isso ocorre porque...

Questão 28. O antimônio é um elemento muito utilizado na medicina, para o tratamento de diversas doenças. Alguns compostos conhecidos de antimônio são: tricloreto de antimônio, pentacloreto de antimônio, óxido de antimônio(III) e sulfeto de antimônio(III).

a) Dentre os cloretos de antimônio citados, qual deles apresenta maior temperatura de fusão.

Justifique sua resposta.

b) Dentre os compostos de antimônio(III), excetuando-se o cloreto, qual deles apresenta maior temperatura de fusão? **Justifique** sua resposta.

Questão 29. Considere as seguintes espécies químicas: **BrOF₅** e **BrO₂F₂⁻**, cujo átomo central está destacado em negrito. Em relação às estruturas de Lewis mais estáveis para essas espécies, indique quantas afirmações são **VERDADEIRAS**. **Justifique** sua resposta para os itens II e V.

I. Na estrutura de Lewis do íon BrO₂F₂⁻ há cinco pares de elétrons compartilhados e doze pares não compartilhados.

II. No íon BrO₂F₂⁻ a ordem de ligação entre os átomos de bromo e oxigênio é igual a dois.

III. Na estrutura de Lewis da molécula BrOF₅ há seis pares de elétrons compartilhados e dezoito pares não compartilhados.

IV. Na molécula BrOF₅ a ordem de ligação entre os átomos de bromo e oxigênio é igual a um.

V. No íon BrO₂F₂⁻ o comprimento da ligação Br-O é igual àquela na molécula de BrOF₅.