

OLIMPIÁDA  
MINEIRA

# QUÍMICA



Nome: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

### Instruções:

- 1 – Esta prova contém 20 questões de múltipla escolha e três questões discursivas.
- 2 – Antes de iniciar a prova, confira se todas as folhas estão presentes. Caso haja algum problema, solicite a substituição da prova.
- 3 – Você está recebendo dois cadernos:
  - a) OMQ 2016 Questões – que você poderá levar ao final da prova.
  - b) OMQ 2016 Respostas – que você entregará ao aplicador ao final da prova.
- 4 – **Responda às questões de 1 a 20 (escolhendo a alternativa adequada) no caderno de respostas. As três questões discursivas (01, 02 e 03) devem ser respondidas no espaço indicado para as respostas, no caderno OMQ 2016 de Respostas.**
- 5 – O tempo de duração da prova é de 3:00 horas.
- 6 – Não será permitido o uso de calculadoras ou de quaisquer outros dispositivos eletrônicos.
- 7 – Preencha os dados (nome, escola, e-mail e nome do professor) na primeira folha do caderno de respostas. Esses dados serão usados na divulgação dos resultados. **ESCREVA O E-MAIL USANDO LETRA DE FORMA.**

**Realização:**



**UFMG**

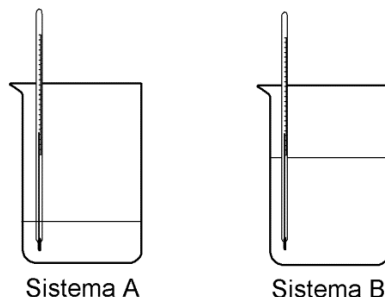
**Apoio:**





## Questões de Múltipla Escolha

**Questão 1.** Um estudante misturou 58,5 g de sal de cozinha com 200 mL de água e agitou o sistema até a formação de uma mistura homogênea. Em seguida, ele transferiu a mistura para dois béqueres: um contendo 50,0 mL da mistura (Sistema A) e o outro contendo 150 mL da mistura (Sistema B). Em ambos os béqueres ele colocou uma barra magnética para agitar a mistura de forma uniforme e em seguida os béqueres foram aquecidos usando-se a mesma fonte de calor.



Considere que  $t_A$  e  $t_B$  sejam os tempos para se iniciar a ebulição em cada béquer e  $T_A$  e  $T_B$  as temperaturas de ebulição para cada sistema, respectivamente. Pode-se afirmar que:

- a)  $t_A > t_B$  e  $T_A < T_B$ .
- b)  $t_A < t_B$  e  $T_A = T_B$ .**
- c)  $t_A = t_B$  e  $T_A = T_B$ .
- d)  $t_A < t_B$  e  $T_A > T_B$ .

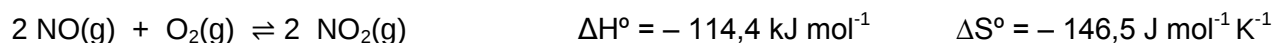
**Questão 2.** Considere as afirmativas abaixo:

- I. Uma mistura de água e óleo é separada por decantação.
- II. Uma mistura homogênea de água e sal é separada por destilação.
- III. Uma solução de água e etanol ( $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}$ ) é separada por destilação fracionada.

São **CORRETAS** as afirmativas:

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

**Questão 3.** Considere que o sistema representado pela equação abaixo esteja em equilíbrio.



Em relação a esse sistema, pode-se afirmar que:

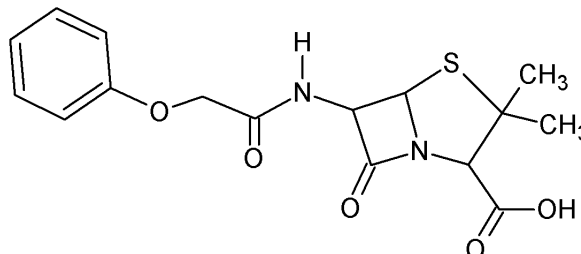
- a) o aumento da temperatura favorece a produção de  $\text{NO}_2$ .
- b) o aumento da pressão total favorece a produção de  $\text{NO}_2$ .**
- c) a reação é espontânea, independente da temperatura em que seja realizada.
- d) a adição de um catalisador aumenta a quantidade de energia liberada na reação.

**Questão 4.** Considere o seguinte trecho: *A excitação dos elétrons de certas substâncias está relacionada à emissão de luz por fluorescência ou por fosforescência. Essas substâncias são usadas no revestimento interno dos tubos de vidro das lâmpadas chamadas fluorescentes, ou adicionadas a plásticos usados na confecção de interruptores e tomadas elétricas.* (adaptado de TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O átomo e a tecnologia. **Química Nova na Escola**. n. 3, p. 4-7, 1996)

Dentre os modelos para o átomo, pode-se afirmar que aquele que melhor se relaciona a esse trecho é o de:

- a) Dalton.
- b) Thomson.
- c) Rutherford.
- d) Bohr.

**Questão 5.** Em 1928, Alexander Fleming, um microbiologista escocês, observou a ação antibacteriana de um bolor, *Penicillium notatum*. Paralelamente, Fleming estudava uma bactéria infecciosa, *Staphylococcus aureus* e observou que uma de suas culturas havia sido contaminada com um bolor azul e ele percebeu que as colônias de bactérias próximas ao bolor haviam sido destruídas. Assim, ele extraiu o material do bolor que estava destruindo as bactérias e o denominou de penicilina. Logo se evidenciou que a penicilina não se tratava de apenas uma substância, mas de um grupo de substâncias que apresentavam estruturas semelhantes a da penicilina V, representada a seguir:



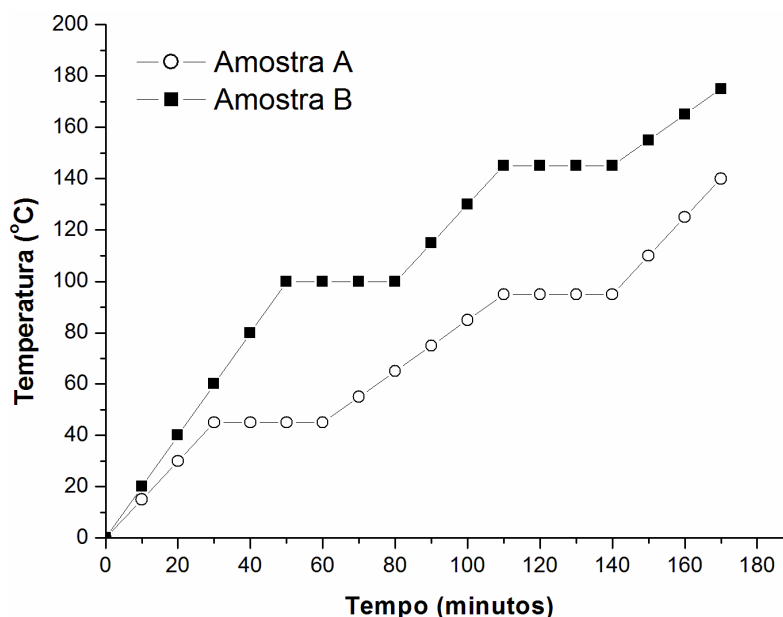
Em relação à Penicilina V algumas afirmações são feitas:

- I. Essa substância é capaz de formar ligações de hidrogênio intermoleculares com a água.
- II. Essa substância possui o grupo éster em sua estrutura.
- III. Essa substância ao ser misturada com NaOH(aq) forma um sal.

As afirmativas verdadeiras são:

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

**Questão 6.** Um estudante de Química recebeu duas amostras (denominadas A e B), as quais apresentaram as curvas de aquecimento (obtidas sob condições idênticas) mostradas a seguir.



Ao analisar essas curvas de aquecimento, o estudante pode afirmar que:

- a) a amostra A é uma substância pura enquanto a amostra B é uma mistura.
- b) a temperatura de ebulição da amostra A é maior do que a da amostra B.
- c) o tempo decorrido até o início da ebulição é diferente para cada uma das amostras.
- d) a temperatura de fusão da amostra B é maior do que a da amostra A.

**Questão 7.** Calcário é um mineral constituído de  $\text{CaCO}_3$ , contendo pequena quantidade de  $\text{MgCO}_3$  e impurezas de Al, Fe e Mn na forma de silicatos e fosfatos. É a matéria-prima fundamental na produção de cimento e cal. A variedade metamórfica cristalina tem o nome de Mármore. À medida que a proporção de magnésio aumenta o calcário passa a ser denominado Calcário Dolomítico. Para analisar a qualidade do calcário faz-se a determinação, dentre outros, do teor do cálcio, do magnésio e do teor total de carbonato. O teor de carbonato pode ser determinado por reação do carbonato com uma solução aquosa de ácido clorídrico. Considerando que o teor de carbonato em calcário é 60% m/m, qual a quantidade de matéria de carbonato necessária para reagir com 25,00 mL de ácido 0,100 mol  $\text{L}^{-1}$ ?

- a) 0,75 mmol.
- b) 1,25 mmol.
- c) 2,50 mmol.
- d) 5,00 mmol.

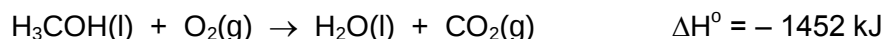
**Questão 8.** Considere as informações apresentadas a seguir para uma série de substâncias químicas que podem atuar como ácidos.

| Substância                          | Constante de acidez ( $K_a$ ), 25 °C |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Ácido cloroso ( $\text{HClO}_2$ )   | $1,15 \times 10^{-2}$                |
| Ácido fluorídrico ( $\text{HF}$ )   | $6,31 \times 10^{-4}$                |
| Ácido hidrazóico ( $\text{HN}_3$ )  | $2,51 \times 10^{-5}$                |
| Ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ) | $3,98 \times 10^{-8}$                |

Foram preparadas soluções aquosas com cada um desses ácidos. Sabe-se que foram utilizados  $1,00 \times 10^{-2}$  mol do ácido para um volume total de 100 mL de solução. Cada uma das soluções de ácido preparadas foi misturada com 100 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração  $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ . Pode-se afirmar que a mistura que apresenta a maior concentração de íons  $\text{OH}^-$  no meio é aquela oriunda do ácido:

- a) cloroso.
- b) fluorídrico.
- c) hidrazóico.
- d) hipocloroso.

**Questão 9.** Considere a reação de combustão do metanol representada a seguir. Na equação apresentada, não balanceada, apenas os menores coeficientes inteiros são adequados:



Em relação a esse processo, algumas afirmações foram feitas:

- I. a quantidade de energia liberada na reação seria maior se a  $\text{H}_2\text{O}$  estivesse no estado gasoso.
- II. a combustão de 96,1 g de metanol com excesso de oxigênio gera 2178 kJ de energia.
- III. a energia dos produtos é maior do que a dos reagentes, uma vez que a reação é exotérmica.
- IV. a produção de 44,0 g de dióxido de carbono ocorre com a liberação de 1452 kJ de energia.

O número de afirmações corretas é:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

**Questão 10.** O leite é constituído de água, proteínas, lipídios, glicídios, sais minerais, vitaminas (A, B1, B2, C, D, E), enzimas e gases. Por ter alto valor nutritivo, o leite torna-se excelente meio de cultura de micro-organismos que agem na fermentação, oxidando a lactose a ácido láctico ( $\text{H}_3\text{CCHOHCOOH}$ ), aumentando assim, a acidez do leite. Se essa acidez for muita elevada, o leite torna-se impróprio para o consumo, pois isso indica alta atividade microbiana. A legislação vigente estabelece que a acidez do leite deve estar entre os valores 0,15 – 0,20% m/v em ácido láctico. Considere que, para a titulação de 5,00 mL dois leites **A**, **B**, **C** e **D**, foram necessárias as quantidades de solução de hidróxido de sódio  $0,0100 \text{ mol L}^{-1}$ , indicadas na Tabela a seguir.

| Leite    | Volume de NaOH (mL) |
|----------|---------------------|
| <b>A</b> | 2,50                |
| <b>B</b> | 5,00                |
| <b>C</b> | 10,00               |
| <b>D</b> | 20,00               |

A partir do volume de solução de NaOH usado, qual destas amostras estará própria para consumo?

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

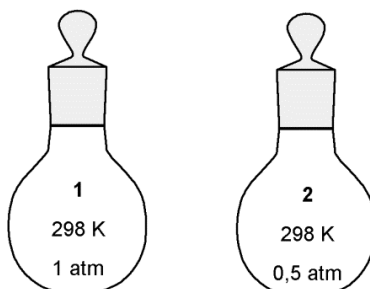
**Questão 11.** Os indicadores ácido/base são substâncias que, por suas propriedades físico-químicas, apresentam a capacidade de mudar de cor em função do pH do meio. Considere um indicador que apresente a **cor amarela em meio ácido**, a **cor verde em meio neutro** e a **cor azul em meio básico**. É correto afirmar que:

- a) em contato com uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) a cor deste indicador será amarela.
- b) em contato com uma solução aquosa de cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) a cor deste indicador será verde.
- c) em contato com um suco de limão a cor deste indicador será azul.
- d) em contato com uma solução aquosa de bicarbonato de sódio a cor deste indicador será azul.

**Questão 12.** Uma das formas de se conseguir cicatrizar feridas, segundo a crença popular, é colocando açúcar ou pó de café sobre elas. Considerando esse procedimento como adequado, a propriedade coligativa que melhor explica a retirada de líquido, pelo procedimento descrito, favorecendo a cicatrização, é:

- a) osmometria.
- b) crioscopia.
- c) endoscopia.
- d) tonoscopia.

**Questão 13.** Os gases monóxido de carbono e oxigênio molecular foram coletados em frascos com volumes idênticos 1 e 2, respectivamente (vide figura a seguir). Caso se misture esses dois gases em um frasco 3, com mesmo volume e nas mesmas condições de temperatura e pressão, haverá uma reação química com a formação do dióxido de carbono.



Em relação a esses gases, as seguintes afirmativas são feitas:

- I. O número de átomos contidos nos frascos 1 e 2 é igual.
- II. O frasco 1 apresenta o mesmo número de moléculas em relação ao frasco 2.
- III. A massa contida no frasco 1 é 1,75 vezes maior que a massa contida no frasco 2.
- IV. Considerando que a reação química ocorra por completo, o frasco 3 ainda terá um dos reagentes.

O número de afirmativas falsas é:

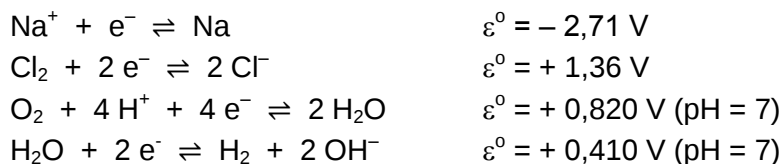
- a) uma.
- b) duas.
- c) três.
- d) quatro.

**Questão 14.** *A medicina nuclear é uma especialidade médica que realiza diagnóstico e terapia por meio da radiação emitida por elementos radioativos (radioisótopos). Os elementos radioativos utilizados em um serviço de medicina nuclear podem ser emissores das radiações alfa, beta e gama (radiação de alta energia), de tal forma que a energia transportada por elas é preponderante no diagnóstico médico.* (Adaptado de: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/medicina-nuclear.html>, acessado em 23/05/2016)

Sabendo que o Samário ( $^{153}\text{Sm}$ ), usado no tratamento de câncer ósseo, decai com liberação de uma partícula beta e radiação gama, qual dos nuclídeos abaixo é formado?

- a) Pm.
- b) Gd.
- c) Eu.
- d) Dy.

**Questão 15.** Dois processos químicos de importância industrial são: **(A)** eletrólise ígnea do cloreto de sódio e **(B)** eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Considere os potenciais-padrão listados a seguir.



Em relação a esses processos, algumas afirmativas são feitas.

- I. nos processos **A** e **B**, a reação de oxidação é caracterizada pela formação de  $\text{Cl}_2$ .
- II. no processo **B**, a ocorrência da reação de redução pode ser evidenciada pelo uso de fenolftaleína.
- III. nos processos **A** e **B**, a reação eletrolítica ocorre de forma espontânea, ou seja, com  $\Delta G < 0$ .
- IV. no processo **B**, o volume gerado de gases é igual em ambos os eletrodos.

O número de afirmativas corretas é:

- a) 1.
- b) 2.**
- c) 3.
- d) 4.

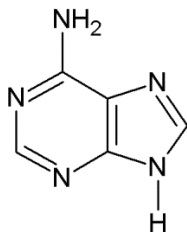
**Questão 16.** Considere que 0,583 g de hidróxido de magnésio reagem com 400 mL de solução aquosa de ácido clorídrico  $0,150 \text{ mol L}^{-1}$ . À mistura resultante são adicionados 3,60 L de água. Pode-se afirmar que a solução final é:

- a) ácida e tem pH = 2.**
- b) básica e tem pH = 12.
- c) básica e tem pH = 13.
- d) ácida e tem pH = 3.

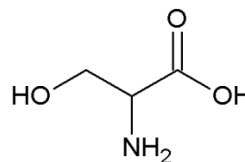
**Questão 17.** Empiricamente, foi determinado que um mol de um gás perfeito ocupa o volume de 22,4 L, à temperatura de  $0^\circ\text{C}$  e pressão de 1 atm. Por outro lado, para a temperatura de  $27^\circ\text{C}$ , na mesma condição de pressão, dois mol desse gás ocuparão um volume de 49,2 L. Considere que o xenônio tenha o comportamento de um gás ideal. Para uma amostra de 13,1 g desse gás, sob ação de uma pressão de 1 atm, o valor necessário para se ajustar a temperatura do sistema para que o xenônio ocupe um volume de 1,0 L, é:

- a)  $+122^\circ\text{C}$ .
- b)  $-122^\circ\text{C}$ .
- c)  $+151^\circ\text{C}$ .
- d)  $-151^\circ\text{C}$ .**

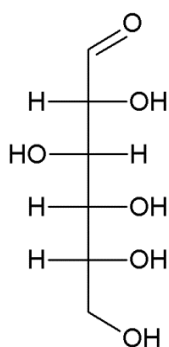
**Questão 18.** Muitos polímeros naturais são essenciais para a vida das diferentes espécies, dentre eles, podemos destacar: o ácido desoxirribonucleico, as proteínas e o amido. Dentre as substâncias listadas a seguir, qual delas **NÃO** compõe uma unidade formadora de um dos polímeros citados?



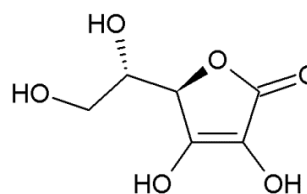
(a)



(b)



(c)



(d)

**Questão 19.** A temperatura de fusão do benzeno é  $5,56^\circ\text{C}$ . Um experimento foi conduzido para se determinar o abaixamento da temperatura de fusão  $\Delta T_f$  do benzeno em uma solução diluída benzeno-ácido benzoico à pressão de 1 atm. Nesse experimento foram adicionados 6,1 g de ácido benzóico ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ ) em 500 g de benzeno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) líquido e o início da fusão foi observado em  $5,27^\circ\text{C}$ . Sabendo que  $\Delta T = K_f (n/m)$ , em que  $n$  é a quantidade de matéria do soluto,  $m$  a massa do solvente e que a constante crioscópica do benzeno vale  $K_f = 5,52 \text{ K kg mol}^{-1}$ , esse experimento nos informa que, dissolvidas em benzeno:

- a) as moléculas do ácido benzóico se ionizam produzindo íons  $\text{H}^+$  e benzoato  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ .
- b) as moléculas do ácido benzóico interagem entre si formando o dímero  $(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2)_2$ .**
- c) as moléculas do ácido benzóico se dissociam produzindo moléculas de benzeno e de dióxido de carbono.
- d) as moléculas do ácido benzóico interagem com as moléculas do benzeno formando o heterodímero  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2\text{-C}_6\text{H}_6$ .

**Questão 20.** O efeito Tyndall consiste no espalhamento de luz por partículas coloidais. Esse efeito é dependente do comprimento da luz utilizada e da distribuição do tamanho médio das partículas. Assim, a luz azul é espalhada de forma mais intensa que a luz vermelha, e em uma solução de açúcar em água, por exemplo, as moléculas do açúcar não são suficientemente grandes para espalhar a luz quanto os aglomerados moleculares presentes em uma mistura de leite em água. Pelo efeito Tyndall, pode-se explicar:

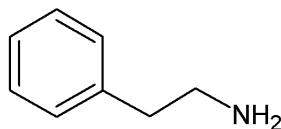
- a) o espalhamento de luz branca por uma solução de etanol-água, devido a formação de longas cadeias de moléculas etanol e água estabilizadas por ligação de hidrogênio.
- b) a cor violeta produzida por uma solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) em água.
- c) a razão do céu vermelho ao amanhecer ou entardecer, devido ao espalhamento da luz do sol pelas partículas de poeira da atmosfera.
- d) a cor amarela da luz produzida por uma amostra de sal de cozinha submetida ao teste de chama.

## Questões Discursivas

**Questão 1.** A representação de espécies químicas por meio de estruturas de Lewis é importante porque auxilia no entendimento de algumas propriedades intrínsecas a essas espécies, como por exemplo, o momento de dipolo. Uma ferramenta importante para a determinação da estrutura de Lewis mais estável para uma espécie química, é a carga formal (CF). A CF de um átomo é a carga que ele teria se as ligações fossem perfeitamente covalentes e o átomo tivesse exatamente a metade dos elétrons compartilhados nas ligações. Em uma estrutura de Lewis ideal, a CF de cada átomo é igual a zero e, caso seja diferente de zero, ela deve possuir os menores valores possíveis e os mesmos devem ser condizentes com a eletronegatividade dos átomos envolvidos na formação da ligação química. Uma forma de se calcular a CF em cada átomo é por meio da expressão:  $\text{CF} = \text{Ev} - (\frac{1}{2} \text{EL} + \text{ENL})$ , em que Ev são os elétrons de valência do átomo, EL os elétrons que formam a ligação química e ENL os elétrons que não participam da formação da ligação.

- a) Proponha três estruturas de Lewis para cada uma das seguintes espécies químicas:  $\text{N}_5^+$  (cátion pentazenium) e ONNC (isocianeto de nitrosila). Em ambas as estruturas os átomos estão ligados sequencialmente, na ordem em que estão apresentados. Ou seja, não são formadas estruturas cíclicas.
- b) Considerando a estrutura de Lewis mais estável que você propôs para o isocianeto de nitrosila, faça uma previsão dos ângulos de ligação O-N-N e N-N-C. Por exemplo, na molécula de água podemos prever que o ângulo de ligação H-O-H é menor do que  $109,5^\circ$ .
- c) Considerando a estrutura de Lewis mais estável que você propôs para o cátion pentazenium, proponha o ângulo de ligação formado entre o átomo de nitrogênio central e os dois átomos de nitrogênio adjacentes a ele.

**Questão 2.** As nossas sensações se manifestam por meio da comunicação que ocorre entre os neurônios. Dentre as inúmeras substâncias que participam desse processo, está a 2-feniletilamina a qual se atribui o “ficar enamorado”. Algumas pessoas acreditam que sua ingestão poderia estimular o “processo do amor” mas, de fato, isto não se verifica. A estrutura da molécula dessa substância está representada a seguir.



a) Considerando que alguém ingeriu certa quantidade de 2- feniletilamina, com a intenção de “cair de amores”, escreva a equação que representa o equilíbrio ácido-base dessa substância no estômago. Use fórmulas estruturais.

b) A 2-feniletilamina em meio aquoso é mais solúvel em meio básico, neutro ou ácido? Justifique.

**Questão 3.** A pirolusita, constituída principalmente por óxido de manganês(IV), tem grande importância industrial e comercial. Por exemplo, é aplicada na produção de baterias elétricas secas. Assim, o conhecimento do teor de óxido de manganês(IV) no minério é de grande importância. Para determinar o teor desse óxido, o procedimento descrito a seguir foi realizado.

#### PROCEDIMENTO

- 1) Pesou-se, com exatidão, 0,1000 g de pirolusita e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL.
- 2) Adicionaram-se 25,00 mL de solução aquosa padrão de oxalato de sódio ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )  $0,05000 \text{ mol L}^{-1}$ .
- 3) Adicionaram-se 25,00 mL de solução aquosa 12,5% (v/v) de ácido sulfúrico.
- 4) Aqueceu-se brandamente a mistura, até que não restassem partículas escuras.
- 5) Titulou-se, a frio, o excesso de oxalato de sódio com 5,00 mL de solução padronizada de permanganato de potássio  $0,02000 \text{ mol L}^{-1}$  até o aparecimento da coloração rósea.

Pede-se:

- a) Escreva a equação química balanceada que representa a reação entre o óxido de manganês(IV) e os íons oxalato em meio ácido, gerando íons manganês(II), dióxido de carbono e água.
- b) Escreva a equação química balanceada que representa a reação entre os íons permanganato e íons oxalato em meio ácido, gerando íons manganês(II), dióxido de carbono e água.
- c) Qual é a quantidade de matéria de oxalato de sódio que reagiu com a solução padronizada de permanganato de potássio?
- d) Qual é a quantidade de matéria de oxalato de sódio que reagiu com o óxido de manganês(IV)?
- e) Qual é o teor (% m/m) de óxido de manganês(IV) na amostra de pirolusita?