

Química

DADOS EVENTUALMENTE NECESSÁRIOS

Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ (mol)}^{-1}$
Constante de Faraday = $9,65 \times 10^4 \text{ coulomb/mol}$
Volume molar de gás ideal = 22,4 litros (CNTP)
Carga elementar = $1,609 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$
CNTP significa condições normais de temperatura e pressão: 0°C e 760 mmHg
(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso
Constante dos gases $R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm litro K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 $8,31 \text{ joule K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 $62,4 \text{ mmHg litro K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

ELEMENTO QUÍMICO	NÚMERO ATÔMICO	MASSA MOLAR (g/mol)	ELEMENTO QUÍMICO	NÚMERO ATÔMICO	MASSA MOLAR (g/mol)
H	1	1,01	S	16	32,06
He	2	4,00	Cl	17	35,45
Li	3	6,94	K	19	39,10
Be	4	9,01	Ca	20	40,08
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Cu	29	63,54
O	8	16,00	Br	35	79,91
F	9	19,00	Ag	47	107,87
Na	11	22,99	Au	79	196,97
Mg	12	24,31	Hg	80	200,59
Al	13	26,98			

TESTES

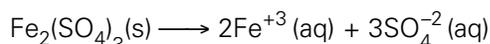
b

Qual o valor da massa de sulfato de ferro (III) anidro que deve ser colocada em um balão volumétrico de 500 mL de capacidade para obter uma solução aquosa 20 milimol/L em íons férricos após completar o volume do balão com água destilada?

A () 1,5g B () 2,0g C () 3,0g
D () 4,0g E () 8,0g

Resolução

O sulfato de ferro III anidro dissocia-se segundo a equação:



Deseja-se obter solução 20 milimol/L de íons férricos

$$20 \cdot 10^{-3} \text{ mol de Fe}^{+3} \xrightarrow{x} 0,500 \text{ L}$$

$$x = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol de íons Fe}^{+3}$$

Essa é a quantidade em mols de íons Fe^{+3} necessária

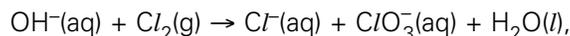
$$1 \text{ mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \xrightarrow{\text{produz}} 2 \text{ mols de íons Fe}^{+3}$$

$$399,88 \text{ g} \xrightarrow{y} 2 \text{ mols de íons Fe}^{+3}$$

$$y = 2,0 \text{ g de Fe}_2(\text{SO}_4)_3$$

c

Fazendo-se borbulhar gás cloro através de 1,0 litro de uma solução de hidróxido de sódio, verificou-se ao final do experimento que todo hidróxido de sódio foi consumido, e que na solução resultante foram formados 2,5 mol de cloreto de sódio. Considerando que o volume da solução não foi alterado durante todo o processo, e que na temperatura em questão tenha ocorrido apenas a reação correspondente à seguinte equação química, não balanceada,

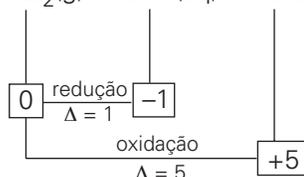


qual deve ser a concentração inicial do hidróxido de sódio?

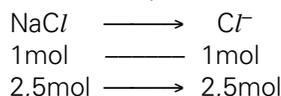
- A () 6,0 mol/L B () 5,0 mol/L
 C () 3,0 mol/L D () 2,5 mol/L
 E () 2,0 mol/L

Resolução

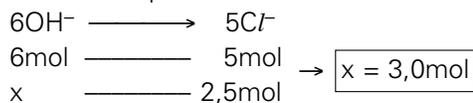
Balanceamento da equação pelo método oxidorredução

$$6\text{OH}^-(\text{aq}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 5\text{Cl}^-(\text{aq}) + 1\text{ClO}_3^-(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$


Cálculo da quantidade de Cl^-



Cálculo da quantidade de OH^-



Cálculo da concentração em mol/L de OH^-

$$[\text{OH}^-] = \frac{3,0\text{mol}}{1,0\text{L}} = 3,0\text{mol/L}$$

$$[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-] = 3,0\text{mol/L}$$

e

Uma determinada solução contém apenas concentrações apreciáveis das seguintes espécies iônicas: 0,10 mol/L de $\text{H}^+(\text{aq})$, 0,15 mol/L de $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 0,20 mol/L de $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$, 0,20 mol/L de $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ e x mol/L de $\text{Cl}^-(\text{aq})$.

Pode-se afirmar que o valor de x é igual a:

- A () 0,15 mol/L B () 0,20 mol/L
 C () 0,30 mol/L D () 0,40 mol/L
 E () 0,60 mol/L

Resolução

A soma das concentrações, em $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$, de cargas positivas e negativas é igual a zero, portanto, teremos:

$$[0,10(+1) + 0,15(+2) + 0,20(+3) + 0,20(-2) + x(-1)] \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0 \Rightarrow$$



$$\boxed{x = 0,60 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}$$

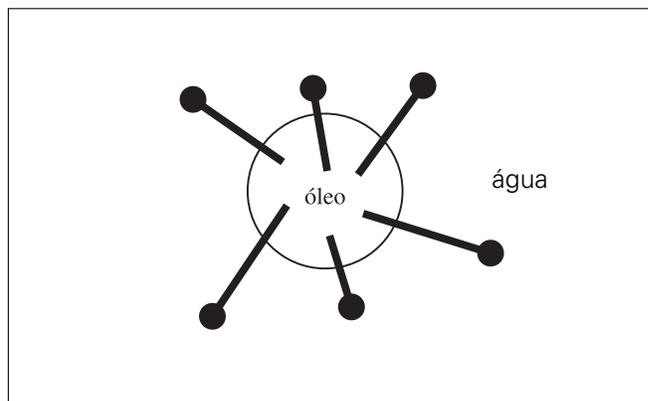
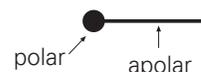
b

Em um recipiente contendo dois litros de água acrescentam-se uma colher de sopa de óleo de soja e 5 (cinco) gotas de um detergente de uso caseiro. É **CORRETO** afirmar que, após a agitação da mistura:

- A () Deve resultar um sistema monofásico.
 B () Pode se formar uma dispersão coloidal.
 C () Obtém-se uma solução supersaturada.
 D () A adição do detergente catalisa a hidrólise do óleo de soja.
 E () O detergente reage com o óleo formando espécies de menor massa molecular.

Resolução

No recipiente contendo água (polar), ao acrescentar uma colher de óleo de soja (apolar), o sistema observado será heterogêneo. Após a adição de 5 gotas de detergente e posterior agitação, ocorre a formação de micelas na água, caracterizando dispersão coloidal. O detergente é um agente emulsificante, isto é, estabiliza uma emulsão. Representação esquemática da molécula do detergente:

**a**

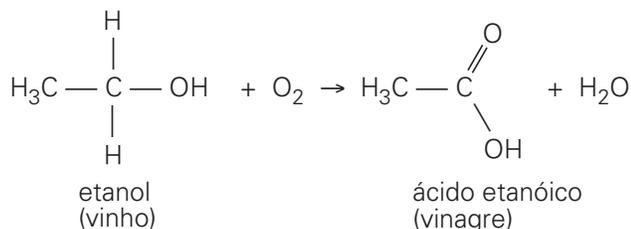
Assinale a opção **ERRADA** dentre as relacionadas a seguir:

- A () A transformação do vinho em vinagre é devida a uma fermentação **anaeróbica**.
 B () A transformação do suco de uva em vinho é devida a uma fermentação **anaeróbica**.
 C () A transformação de glicose em álcool e gás carbônico pode ser obtida com extrato das células de levedura **dilaceradas**.
 D () Grãos de cereais em fase de germinação são ricos em enzimas capazes de despolimerizar o amido **transformando-o** em glicose.

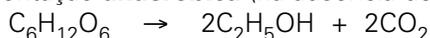
E () A reação química responsável pelo crescimento da massa de pão, enquanto ela descansa antes de ir ao forno, é essencialmente **a mesma** que ocorre na transformação do suco de uva em vinho.

Resolução

A transformação do vinho em vinagre é devida a uma fermentação **aeróbica** (na presença de oxigênio)



Já a transformação do suco de uva em vinho é devida a uma fermentação **anaeróbica** (na ausência de oxigênio)



a

Para determinar o valor da Constante de Faraday empregou-se uma célula eletrolítica construída pela imersão de duas chapas de prata em uma solução aquosa de nitrato de prata. O conjunto é ligado a uma fonte de corrente contínua em série com um amperímetro. Durante certo intervalo de tempo "t" verificou-se que pelo circuito passou uma corrente elétrica constante de valor "i". Neste período de tempo "t" foi depositado no catodo uma massa "m" de prata, cuja massa molar é representada por "M". Admite-se que a única reação eletroquímica que ocorre no catodo é a redução dos cátions de prata a prata metálica. Denominando o número de Avogadro de "N_A" e a área do catodo imersa na solução de "S", a Constante de Faraday (F) calculada a partir deste experimento é igual a:

A () $F = (i \cdot t \cdot M)/(m)$

B () $F = (i \cdot t \cdot N_A)$

C () $F = (i \cdot t \cdot m)/(M \cdot S)$

D () $F = (i \cdot t)/(S \cdot N_A)$

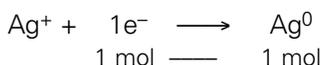
E () $F = (i \cdot m)/(M)$

Resolução

A constante de Faraday corresponde à carga de **1 mol de elétrons**.

Para uma massa **m** de prata depositada, a carga que atravessou o circuito pode ser expressa pelo produto $i \cdot t$ ($Q = i \cdot t$).

A reação que ocorre no cátodo é:



Para uma carga de 1 mol de elétrons (constante de Faraday: F), a massa de prata depositada é igual à massa molar.

Podemos concluir que:

$$m \text{ ————— } i \cdot t$$

$$M \text{ ————— } F$$

$$F = \frac{i \cdot t \cdot M}{m}$$

e

A concentração de H⁺(aq) em água de chuva é maior em qual das regiões abaixo discriminadas?

A () Deserto do Saara

B () Floresta Amazônica

C () Oceano Atlântico no Hemisfério Sul

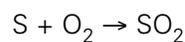
D () Região onde só se usa etanol como combustível

E () Região onde se usa muito carvão fóssil como combustível

Resolução

A água da chuva irá apresentar alta concentração de íons H⁺ quando no ar existir grande quantidade de óxidos ácidos.

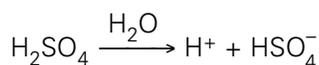
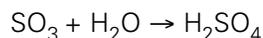
O grande responsável pela chuva ácida é o anidrido sulfuroso (SO₂), que é lançado na atmosfera quando da queima de combustíveis fósseis que contêm como impureza o elemento enxofre,



O anidrido sulfuroso pode se oxidar a SO₃ devido à presença do oxigênio do ar



Quando chove, o SO₃ reage com água, produzindo ácido sulfúrico que se ioniza liberando íons H⁺



e

Quais das substâncias abaixo costumam ser os principais componentes dos fermentos químicos encontrados em supermercados?

A () Ácido tartárico e carbonato de bário.

B () Ácido acético e carbonato de cálcio.

C () Ácido acético e bicarbonato de bário.

D () Ácido fórmico e bicarbonato de sódio.

E () Ácido tartárico e bicarbonato de sódio.

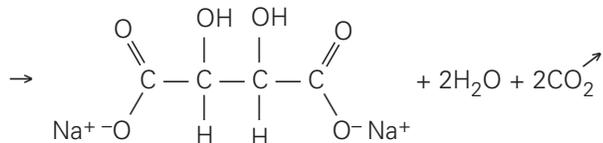
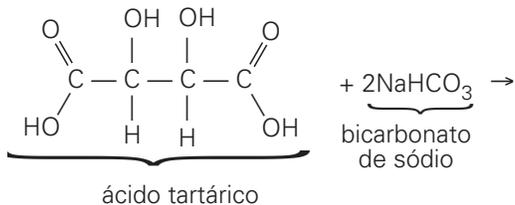
Resolução

Os sais carbonato de bário e carbonato de cálcio são insolúveis, portanto, reagem lentamente com os ácidos tartárico e acético, respectivamente.

O ácido acético daria às massas um sabor azedo, daí sua não-aplicação.

Por apresentarem alta toxicidade os sais de bário e o ácido fórmico não podem ser usados como componentes de um fermento químico.

Bicarbonato de sódio é um sal solúvel, reage rapidamente com ácido tartárico, que apresenta baixa toxidez e por isso é muito empregado na fabricação de bebidas artificiais, balas e fermentos químicos.



e

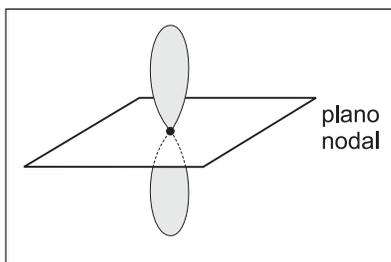
Entre as afirmações abaixo, assinale a opção **ERRADA**:

- A () Os íons He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} , no estado gasoso, são exemplos de "hidrogenóides".
- B () No átomo de hidrogênio, os orbitais 3s, 3p e 3d têm a mesma energia.
- C () No átomo de carbono, os orbitais 3s, 3p e 3d têm valores de energias diferentes.
- D () A densidade de probabilidade de encontrar um elétron num átomo de hidrogênio no orbital 2p é nula num plano que passa pelo núcleo.
- E () As frequências das radiações emitidas pelo íon He^+ são iguais às emitidas pelo átomo de hidrogênio.

Resolução

As frequências das radiações emitidas pelo íon He^+ são diferentes das emitidas pelo átomo de hidrogênio, pois as suas cargas nucleares (números atômicos) são diferentes.

A probabilidade de se encontrar um elétron no orbital 2p é nula em um plano que passa pelo núcleo, chamado plano nodal.



Íons hidrogenóides apresentam somente um elétron tal como o átomo de hidrogênio.

H	He^+	Li^{2+}	Be^{3+}
e = 1	e = 1	e = 1	e = 1

a

Neste ano comemora-se o centenário da descoberta do elétron. Qual dos pesquisadores abaixo foi o principal responsável pela determinação de sua carga elétrica?

- A () R. A. Millikan
 B () E. R. Rutherford
 C () M. Faraday

D () J.J. Thomson

E () C. Coulomb

Resolução

O cientista responsável pela determinação da carga elétrica do elétron ($1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$) foi R.A. Millikan. A experiência utilizada é chamada de **método da gota de óleo**. Millikan verificou que a carga de gotículas de óleo era sempre múltipla de $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ e supõe-se que essa seja a carga de um elétron individual.

a

Para qual das opções abaixo, o acréscimo de 1 mL de uma solução aquosa com 1 mol/L de HCl, produzirá a **maior** variação relativa do pH?

- A () 100 mL de H_2O pura.
- B () 100 mL de uma solução aquosa 1 mol/L em HCl.
- C () 100 mL de uma solução aquosa 1 mol/L em NaOH.
- D () 100 mL de uma solução aquosa 1 mol/L em CH_3COOH .
- E () 100 mL de uma solução aquosa contendo 1 mol/L de CH_3COOH e 1 mol/L de CH_3COONa .

Resolução

A) O pH da água pura é igual a 7.

Adicionando-se 1 mL de HCl 1 mol/L a 100 mL de água pura, teremos:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1 \cdot 1 = M_2 \cdot 101$$

$$M_2 \approx 10^{-2} \text{ mol/L de HCl}$$

O novo pH da solução será 2, havendo variação de 5 unidades.

B) Adicionando-se 1 mL de HCl 1 mol/L a 100 mL de HCl 1 mol/L não haverá variação de pH, pois não haverá variação na concentração do ácido.

C) Adicionando-se 1 mL de HCl 1 mol/L a 100 mL de NaOH 1 mol/L cujo pH é igual a 14, o pH do meio praticamente irá se manter constante.

Irá ocorrer a neutralização total do ácido (0,001 mol do ácido será neutralizado por 0,001 mol da base) e restarão 0,099 mol de base em 101 mL de solução. A concentração da base do meio resultante será aproximadamente 1 mol/L.

D) Uma solução de CH_3COOH (ácido fraco) apresenta pH menor que 7. Ao adicionar 1 mL de HCl à solução, a variação de pH será menor de 5 unidades.

E) A solução constituída por H_3CCOOH e H_3CCOONa é tampão ($\text{pH} < 7$) e sofre pequena alteração de pH quando a ela é adicionada esta quantidade de ácido forte (1 mL de HCl 1 mol/L).

d

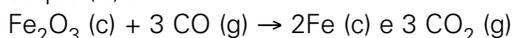
Qual das opções a seguir contém a equação que representa a produção de ferro num alto forno convencional

alimentado com hematita e coque?

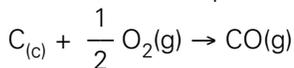
- A () $\text{FeS}(c) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{Fe}(c) + \text{H}_2\text{S}(g)$
B () $\text{Fe}_2\text{O}_3(c) + 2\text{Al}(c) \rightarrow 2\text{Fe}(c) + \text{Al}_2\text{O}_3(c)$
C () $\text{Fe}_3\text{O}_4(c) + 4\text{H}_2(g) \rightarrow 3\text{Fe}(c) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$
D () $\text{Fe}_2\text{O}_3(c) + 3\text{CO}(g) \rightarrow 2\text{Fe}(c) + 3\text{CO}_2(g)$
E () $4\text{FeS}(c) + 2\text{CO}(g) \rightarrow 4\text{Fe}(c) + 2\text{CS}_2(g) + \text{O}_2(g)$

Resolução

A equação que representa a produção de ferro num alto-forno convencional alimentado com hematita (Fe_2O_3) e coque (C) é:



O CO é formado pela reação entre coque e oxigênio:

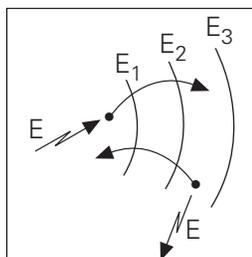


e

Um átomo de hidrogênio com o elétron inicialmente no estado fundamental é excitado para um estado com número quântico principal (n) igual a 3. Em correlação a este fato qual das opções abaixo é a **CORRETA**?

- A () Este estado excitado é o primeiro estado excitado permitido para o átomo de hidrogênio.
B () A distância média do elétron ao núcleo será menor no estado excitado do que no estado fundamental.
C () Será necessário fornecer mais energia para ionizar o átomo a partir deste estado excitado do que para ionizá-lo a partir do estado fundamental.
D () A energia necessária para excitar um elétron do estado com $n=3$ para um estado com $n=5$ é a mesma para excitá-lo do estado com $n=1$ para um estado com $n=3$.
E () O comprimento de onda da radiação emitida quando este elétron retornar para o estado fundamental será igual ao comprimento de onda da radiação absorvida para ele ir do estado fundamental para o mesmo estado excitado.

Resolução



Ao promover um elétron do nível 1 para o nível 3, é necessário fornecer energia.

Quando o elétron volta ao nível 1, a mesma quantidade de energia é liberada.

Como a energia é a mesma, o comprimento de onda é o mesmo, admitindo-se apenas uma radiação emitida.

b

Qual das opções a seguir contém a afirmação **CORRETA**

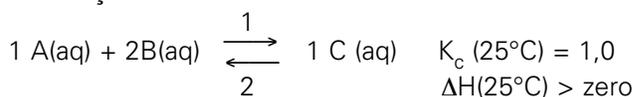
a respeito de uma reação química representada pela equação:



$$K_c(25^\circ\text{C}) = 1,0; \Delta H(25^\circ\text{C}) > \text{ZERO}$$

- A () O valor de K_c independe da temperatura.
B () Mantendo-se a temperatura constante (25°C) K_c terá valor igual a 1,0 independentemente da concentração de A e/ou de B.
C () Como o valor da constante de equilíbrio não é muito grande, a velocidade da reação nos dois sentidos não pode ser muito grande.
D () Mantendo-se a temperatura constante (25°C) a adição de água ao sistema reagente não desloca o ponto de equilíbrio da reação.
E () Mantendo-se a temperatura constante (25°C) o ponto de equilíbrio da reação não é deslocado pela duplicação da concentração de B.

Resolução



$$K_c = \frac{[\text{C}]^1}{[\text{A}]^1 \cdot [\text{B}]^2} = 1,0$$

Toda constante de equilíbrio depende exclusivamente da temperatura, independentemente das concentrações de reagentes e produtos.

A adição de água ao sistema reagente ocasiona a diluição dos mesmos, com o conseqüente deslocamento do equilíbrio no sentido 2.

Duplicando-se a concentração de B o equilíbrio será deslocado no sentido 1.

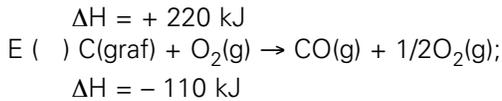
c

Qual das opções a seguir é a **CORRETA**?

- A () Uma solução contendo simultaneamente 0,1 mol/L de D-ácido láctico e 0,1 mol/L de L-ácido láctico é capaz de desviar o plano de polarização da luz.
B () A presença de carbonos assimétricos na estrutura de um composto é uma condição **suficiente** para que apresente estereoisômeros ópticos.
C () Na síntese do ácido láctico, a partir de todos reagentes opticamente inativos, são obtidas quantidades iguais dos isômeros D e L.
D () Para haver atividade óptica é necessário que a molécula ou íon contenha carbono na sua estrutura.
E () O poder rotatório de uma solução de D-ácido láctico independe do comprimento de onda da luz que a atravessa.

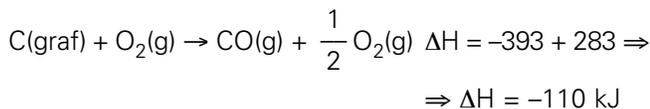
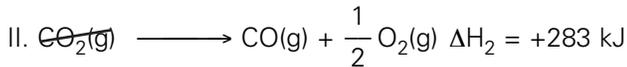
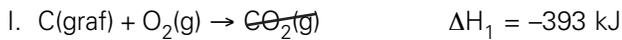
Resolução

Moléculas quirais são moléculas que têm imagem especular não-superponível. Muitas, mas nem todas, moléculas quirais contêm carbono assimétrico. Por exemplo, o 1,2-diclorociclopropano contém dois carbonos assimétricos, mas é uma molécula aquiral.



Resolução

Aplicando-se a lei de Hess, mantém-se a equação I e inverte-se a equação II:



e

Assinale a opção que contém a **ORDEM CRESCENTE CORRETA** do valor das seguintes grandezas:

- I. Comprimento de onda do extremo violeta do arco-íris.
- II. Comprimento de onda do extremo vermelho do arco-íris.
- III. Comprimento da cadeia de carbonos na molécula de acetona no estado gasoso.
- IV. Comprimento da ligação química entre o hidrogênio e o oxigênio dentro de uma molécula de água.

- A () I < II < III < IV. B () II < III < I < IV.
 C () II < I < III < IV. D () IV < I < II < III.
 E () IV < III < I < II.

Resolução

O comprimento de onda do extremo violeta do arco-íris é **menor** do que o comprimento de onda do extremo vermelho do arco-íris, pois a radiação violeta é mais energética que a radiação vermelha.

Concluimos que: I < II

O comprimento da cadeia de carbonos na molécula da acetona (3 átomos de C) é **maior** do que o comprimento da ligação química entre o hidrogênio e o oxigênio dentro de uma molécula de água.

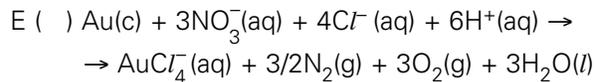
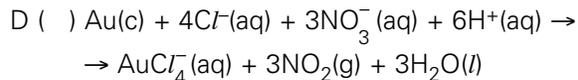
Concluimos que: IV < III

Os comprimentos das ligações químicas na água e na acetona são da ordem de alguns Angströms, enquanto o comprimento de onda da luz visível está na faixa de 4000Å a 7000Å. Portanto, a ordem crescente correta será: IV < III < I < II

d

Qual das opções a seguir contém a equação química **CORRETA** que representa uma reação que poderá ocorrer com o ouro (Au) nas condições ambientes?

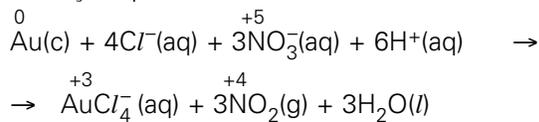
- A () $2\text{Au}(\text{s}) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{AuCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
 B () $\text{Au}(\text{s}) + 6\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow$
 $\rightarrow \text{Au}(\text{NO}_3)_3(\text{aq}) + 3\text{NO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 C () $8\text{Au}(\text{s}) + 27\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow$
 $\rightarrow 8\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{NH}_3(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$



Resolução

O ouro é um metal nobre que é atacado por água régia (mistura de ácido clorídrico e ácido nítrico).

A reação que ocorre é:



a

Considere as temperaturas de ebulição (T) das seguintes substâncias na pressão ambiente:

- I. cloridreto, T(I)
- II. ácido sulfúrico, T(II)
- III. água, T(III)
- IV. propanona, T(IV)
- V. chumbo, T(V)

Assinale a opção que contém a **ORDEM CRESCENTE CORRETA** das temperaturas de ebulição das substâncias citadas anteriormente.

- A () T(II) < T(IV) < T(III) < T(II) < T(V)
 B () T(IV) < T(III) < T(V) < T(II) < T(II)
 C () T(II) < T(II) < T(IV) < T(V) < T(III)
 D () T(III) < T(II) < T(II) < T(V) < T(IV)
 E () T(II) < T(V) < T(IV) < T(II) < T(III)

Resolução

Considerando todas as substâncias a uma mesma temperatura, o chumbo (Pb), por apresentar ligações metálicas, é o que possui maior ponto de ebulição. As demais substâncias apresentam ligações covalentes. Tendo em mente que quanto maior a massa molar de uma substância, maior o seu ponto de ebulição, e comparando-se as massas molares dessas substâncias: HCl = 36,46g/mol; C₃H₆O = 58,09g/mol; H₂O = 18,02g/mol; H₂SO₄ = 98,08g/mol, percebe-se que o ácido sulfúrico (H₂SO₄), em virtude de apresentar a maior massa molar e estabelecer fortes pontes de hidrogênio, apresenta maior ponto de ebulição. A água (H₂O) deveria revelar o menor ponto de ebulição, mas devido à existência de pontes de hidrogênio apresenta ponto de ebulição atipicamente elevado. As demais substâncias são polares de massas molares diferentes, assim o cloridreto (HCl) é a substância que se caracteriza pelo menor ponto de ebulição.

Portanto: HCl < C₃H₆O < H₂O < H₂SO₄ < Pb

I IV III II V

e

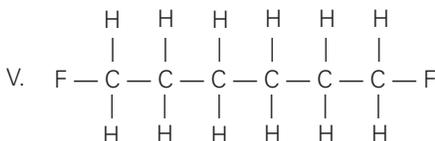
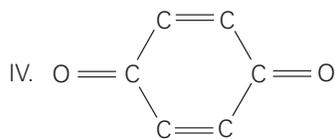
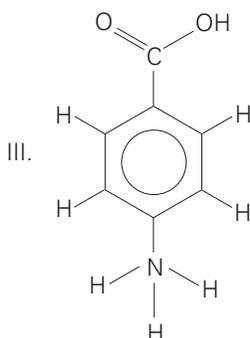
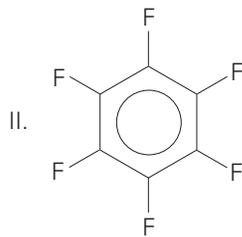
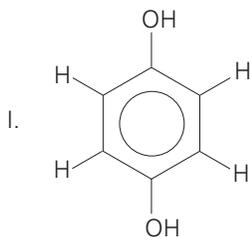
Nas condições ambientes, misturam-se 100 mL de n-hexano (C₆H₁₄) com 100 mL de n-heptano (C₇H₁₆). Considere as seguintes afirmações em relação ao que irá ocorrer:
 I. Formação de uma mistura bifásica.

A ordem correta será:



d

Qual das substâncias a seguir (**I a V**), nas condições ambiente e sob iluminação branca, terá uma tonalidade mais intensa na sua cor?



A () I

B () II

C () III

D () IV

E () V

Resolução

A maior parte das moléculas orgânicas simples não absorve luz na região visível do espectro, sendo, portanto, brancas ou incolores.

As quinonas (dicetonas cíclicas), mesmo as mais simples, são fortemente coloridas. A p-benzoquinona é amarela. Devido à cor que possuem, as quinonas são usadas como corantes.

Notas:

- Na fórmula da alternativa III, há um átomo de hidrogênio a mais ligado ao nitrogênio.
- Na fórmula da alternativa IV faltam hidrogênios para completar a tetravalência do carbono.

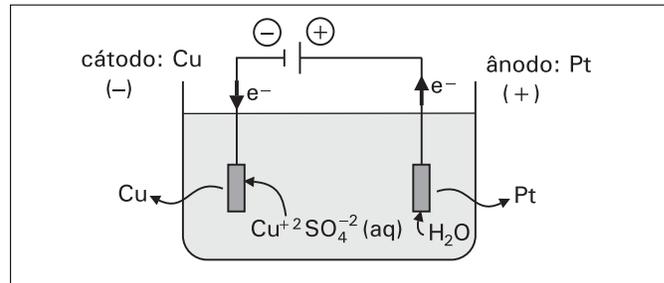
QUESTÕES

Faça um desenho esquemático de uma célula eletrolítica contendo uma solução aquosa de sulfato de cobre (II), provida de um cátodo de cobre e de um anodo de platina, por onde passa corrente elétrica. Nesse esquema ou abaixo dele, conforme o caso, marque as indicações e

respostas solicitadas nos itens de "a" até "f", descritas a seguir:

- o sinal do polo da fonte que deve estar ligado ao cátodo,
- o sentido do fluxo de elétrons na fiação metálica,
- o sentido do fluxo dos cátions no eletrólito,
- escreva a equação química para a "meia-reação" catódica,
- escreva a equação química para a "meia-reação" anódica,
- o total de íons de cobre na solução aumenta, diminui ou permanece constante durante a eletrólise? Por quê?

Resolução



- O sinal do pólo em questão deve ser negativo.
- O sentido do fluxo de elétrons deve partir do eletrodo de platina para o eletrodo de cobre.
- Cu^{2+} migra para o cátodo.
- $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^0(\text{s})$.
- $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$.
- Diminui, pois os cátions Cu^{2+} da solução migram para o cátodo, sofrendo redução e transformando-se em Cu^0 .

Numa experiência de eletrólise da água formam-se 3,00 g de $\text{H}_2(\text{g})$. Calcule o volume ocupado por esta massa de hidrogênio, suposta isenta de umidade, na temperatura de 300K e sob a pressão de 684 mmHg (= 0,90 x 760 mmHg).

Resolução

Cálculo do volume pela equação de Clapeyron:

$$PV = nRT, \text{ onde } n = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}}. \text{ Temos, pois:}$$

$$684 \cdot V = \frac{3,00}{2,02} \cdot 62,4 \cdot 300 \Rightarrow \boxed{V = 40,64\text{L}}$$

Quantos mols de ácido acético (HAc) precisam ser adicionados a 1,0 litro de água pura para que a solução resultante, a 25°C, tenha o pH igual a 4,0? Sabe-se que nesta temperatura:



Deixe claro os cálculos efetuados, bem como eventuais hipóteses simplificadoras.

Resolução



$$x \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \leftarrow \text{pH} = 4,0$$

$$K_c = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-4} \cdot 10^{-4}}{x} \Rightarrow x \cong 5,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Hipóteses simplificadoras:

- 1 – Admitiu-se o volume da solução igual a 1,0 litro.
- 2 – Por tratar-se de um ácido fraco e não se ter o conhecimento prévio do seu grau de ionização, a quantidade de matéria, em mols, no equilíbrio é aproximadamente a mesma que a dissolvida no início.

Considere grandes superfícies de água em repouso, como por exemplo a de uma piscina sem banhista, com as bombas desligadas e não sujeita a ventos.

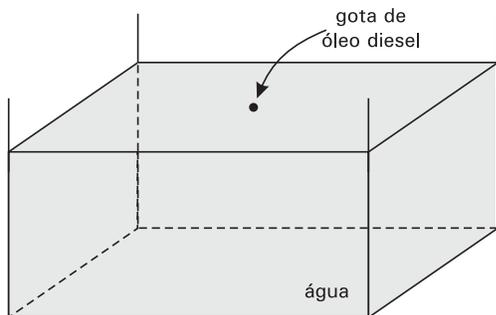
Alternativa (A) – Sobre uma superfície deste tipo coloca-se suavemente uma gota de hidrocarbonetos pouco voláteis, como os constituintes do óleo diesel.

Alternativa (B) – Sobre outra superfície deste tipo coloca-se suavemente uma gota de um ácido carboxílico de cadeia longa, tal como o ácido oleico.

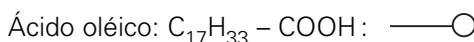
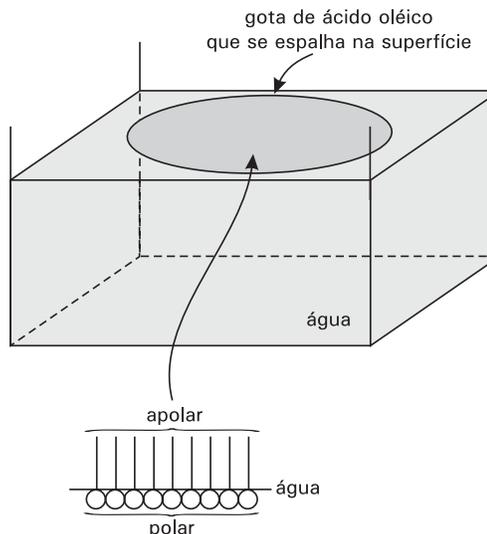
Valendo-se de palavras e de figuras, mostre o que vai acontecer com o formato e a extensão do que foi colocado na superfície da água **em cada uma das alternativas acima**.

Resolução

Ao se pingar uma gota de óleo diesel, este terá uma forma esférica, pois o óleo é apolar e a água polar.



Mas, ao se fazer o mesmo com o ácido oléico, ele se espalhará na água, formando uma película circular monomolecular de extensão maior que a do óleo diesel.



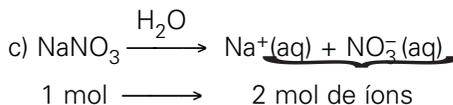
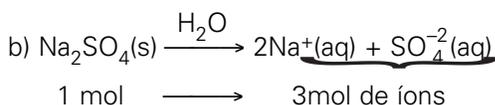
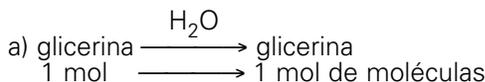
Motores de automóveis refrigerados a água normalmente apresentam problemas de funcionamento em regiões muito frias. Um desses problemas está relacionado ao congelamento da água de refrigeração do motor. Admitindo que não ocorra corrosão, qual das ações abaixo garantiria o maior abaixamento de temperatura do início do congelamento da água utilizada num sistema de refrigeração com capacidade de 4 (quatro) litros de água? Justifique.

- Adição de 1 mol de glicerina na água.
- Adição de 1 mol de sulfato de sódio na água.
- Adição de 1 mol de nitrato de sódio na água.

Resolução

Propriedades coligativas estão relacionadas com o número de partículas dispersas. A adição de um soluto ao solvente puro provocará uma diminuição do ponto de congelamento desse solvente. Quanto maior a concentração de partículas dispersas na solução, maior o efeito coligativo.

Cálculo do número de partículas dispersas em 4 litros de água.



Teremos o maior abaixamento da temperatura do início do congelamento da água na dissolução do sulfato de sódio.

Descreva um método de preparação do ácido nítrico economicamente viável e utilizado pelas indústrias químicas modernas para a produção em grande escala. Utilize equações balanceadas para representar as reações químicas que ocorrem com o emprego do método proposto.

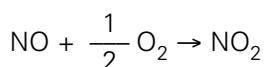
Resolução

O processo de obtenção do ácido nítrico em escala industrial pode ser representado pelas equações a seguir:

1ª Etapa: Oxidação catalítica da amônia.



2ª Etapa: Oxidação do monóxido de nitrogênio



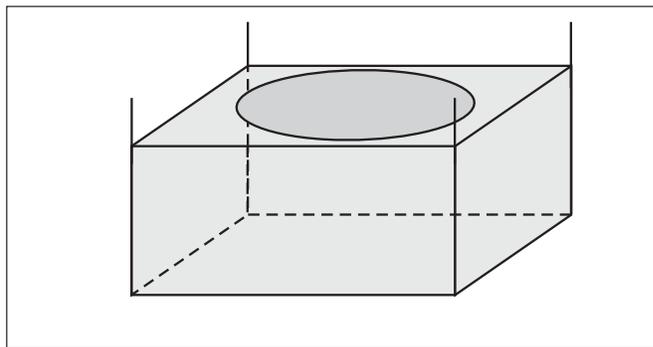
3ª Etapa: Reação do dióxido de nitrogênio com a água.



Existem várias maneiras de determinar o valor numérico do número de Avogadro. Uma delas parte do conhecimento da constante de Faraday para as eletrólises e do conhecimento do valor da carga do elétron. Descreva um **outro método qualquer** para a determinação da constante de Avogadro. Indique claramente as grandezas que precisam ser medidas e o tipo de raciocínio e/ou cálculos que precisam ser efetuados.

Resolução

Uma das maneiras de se determinar a constante de Avogadro é baseando-se na experiência **b** da questão 4. Prepara-se uma solução diluída de ácido oléico em álcool e adiciona-se uma gota dessa solução em uma superfície contendo água. O ácido se espalha na superfície da água, formando uma película monomolecular do ácido oléico. Conhecendo-se a concentração da solução do ácido (previamente preparada) e o volume da gota adicionada na superfície da água, conhece-se o volume de ácido oléico adicionado. Medindo-se o raio do cilindro formado (película de ácido oléico na superfície da água), determina-se a área do mesmo.



Dividindo-se o volume pela área, obtém-se a altura da película (admitindo-se monomolecular, encontra-se a altura da molécula). Pode-se determinar o volume da molécula: aproximadamente igual a sua altura elevada ao cubo.

Dividindo-se o volume de ácido oléico adicionado pelo volume de uma molécula, acha-se o número de moléculas de ácido oléico existentes na gota.

Conhecendo-se a densidade do ácido oléico, determina-se a massa de uma molécula.

E, por fim, conhecendo-se a massa molar do ácido oléico ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$), pode-se definir o número de moléculas existentes em 1 mol do ácido oléico (constante de Avogadro).

O número de Avogadro pode ser determinado por desintegração radioativa de um elemento que emite partículas alfa. A partícula alfa, ao receber elétrons, transforma-se no gás hélio (He). Pode-se contar o número de partículas alfa (x) por meio de um contador Geiger; o número de partículas alfa emitidas será igual ao número de átomos de He formados (x).

Medindo-se o volume do gás hélio (V), na C.N.T.P., e sabendo-se que o número de Avogadro (N) corresponde a 22,4 L, na C.N.T.P., obtém-se, de acordo com a seguinte proporção:

$$N \longrightarrow 22,4\text{L}$$

$$x \longrightarrow V\text{L}$$

$$\therefore N = \frac{22,4x}{V}$$

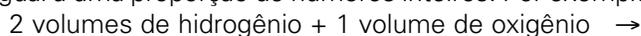
Observação: existem outros métodos para determinar o número de Avogadro. Por exemplo, baseando-se em difração de raios X.

Explique que tipos de conhecimentos teóricos ou experimentais, já obtidos por outros pesquisadores, levaram A. Avogadro a propor a hipótese que leva o seu nome.

Resolução

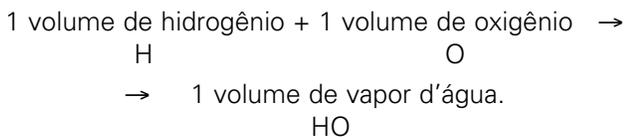
Em 1808, surgiram as leis volumétricas de **Gay Lussac**, que podemos resumir da seguinte maneira:

Numa reação química gasosa, a proporção volumétrica é igual a uma proporção de números inteiros. Por exemplo:



→ 2 volumes de vapor d'água.

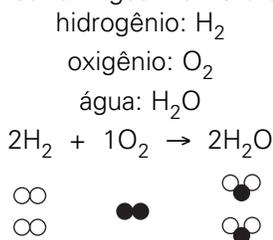
A teoria atômica de Dalton em vigor na época não conseguia explicar a proporção volumétrica, pois para Dalton:



Dalton não usava o conceito de molécula e sim de átomo composto.

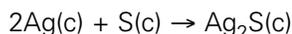
Em 1811, Avogadro complementou os estudos de Boyle, Charles e Gay Lussac, introduzindo o conceito de **molécula**, e emitiu a seguinte hipótese:

"Volumes iguais de gases diferentes na mesma pressão e temperatura encerram igual número de moléculas."



Apenas em 1858, através de Cannizzaro, a hipótese de Avogadro foi aceita pela comunidade científica.

Sulfeto de prata, Ag₂S(s), é formado quando limalhas de prata Ag(s), e enxofre pulverizado, S(s), são aquecidos juntos. Essa reação química, considerada praticamente completa, é representada pela seguinte equação:

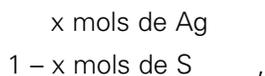


Numa série de muitos tubos foram colocadas misturas com proporções diferentes de Ag(s) e S(s), onde cada um desses tubos continha, inicialmente, "x" mols de prata e "1 - x" mols de enxofre. O valor da variável independente "x" é diferente de tubo para tubo, mas obviamente fica no intervalo 0 ≤ x ≤ 1. Para este experimento trace os dois gráficos solicitados a seguir:

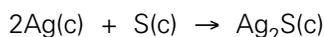
- O gráfico que representa a quantidade (mols) de **Ag₂S(s) formado** versus "x". Assinale os valores das coordenadas de pontos de máximos e/ou de mínimos.
- O gráfico que representa a quantidade (mols) de **enxofre remanescente** versus "x". Assinale os valores das coordenadas de pontos de máximos e/ou de mínimos.

Resolução

a) Sabendo que as quantidades na mistura são:



pela equação sabemos que:



2 : 1 : 1

Logo, podemos concluir que:

- a produção máxima de Ag₂S ocorre quando:
 $x = 2(1 - x) \rightarrow$ a quantidade em mols de Ag (x) é o dobro da quantidade em mols de S (1 - x)

e, portanto, $x = \frac{2}{3}$ e $1 - x = \frac{1}{3}$

- a produção mínima de Ag₂S ocorre quando:
 $x = 0 \Rightarrow 1 - x = 1 \rightarrow$ só há enxofre presente.
 $x = 1 \Rightarrow 1 - 1 = 0 \rightarrow$ só há prata presente.

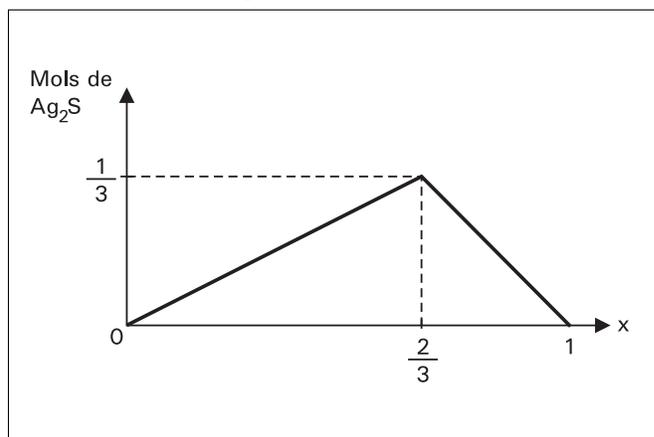
- a quantidade máxima de Ag₂S produzida:



$$\frac{2}{3} \text{ mol Ag} \rightarrow x$$

$$x = \frac{1}{3} \text{ mol de Ag}_2\text{S}$$

Construindo-se o gráfico:



b) Podemos perceber que:

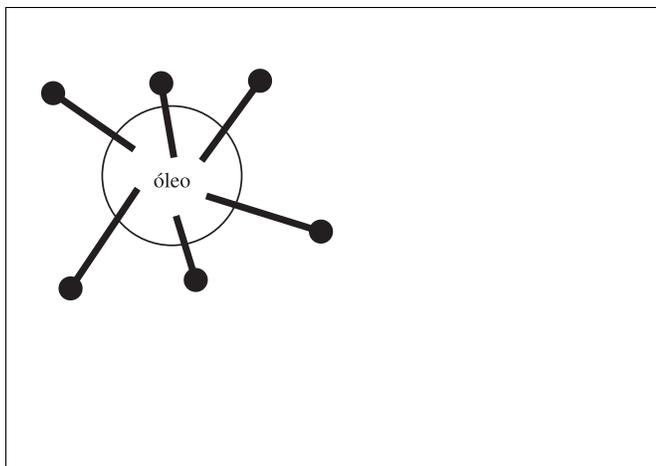
$$0 \leq x < \frac{2}{3}, \text{ S está em excesso}$$

$$\frac{2}{3} < x \leq 1, \text{ Ag está em excesso}$$

Montando-se a tabela:

quantidade de Ag (x)	0	$\frac{2}{3}$	1
mols de S que reagiram	0	$\frac{1}{3}$	0
mols de S em excesso	1	0	0

Construindo-se o gráfico:

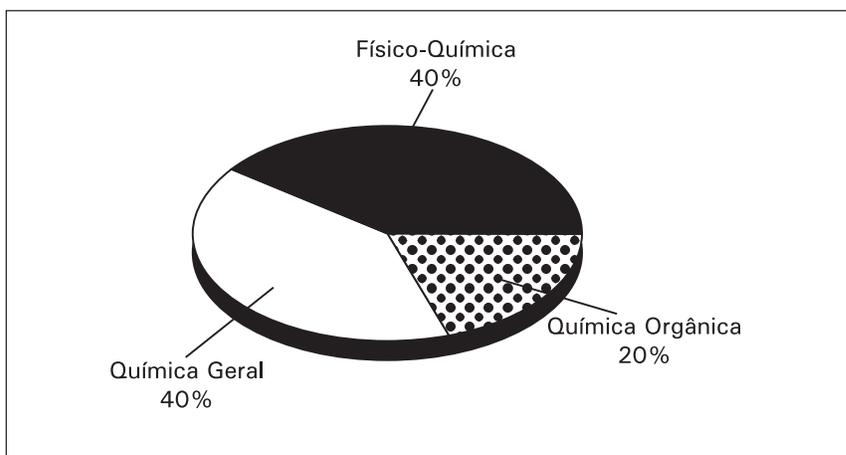


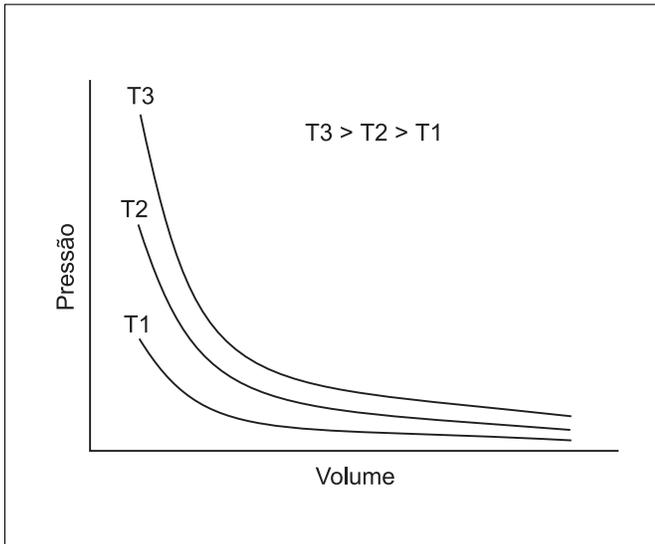
A figura a seguir mostra de forma esquemática três isotermas, pressão versus volume, para o caso de um gás ideal. Trace isotermas análogas para o caso de um gás real que, por compressão, acaba totalmente liqüefeito. No seu gráfico deve ficar claro, para cada isoterma, quais são os pontos que correspondem ao início e ao fim da liqüefação em função da redução do volume.

COMENTÁRIO E GRÁFICO

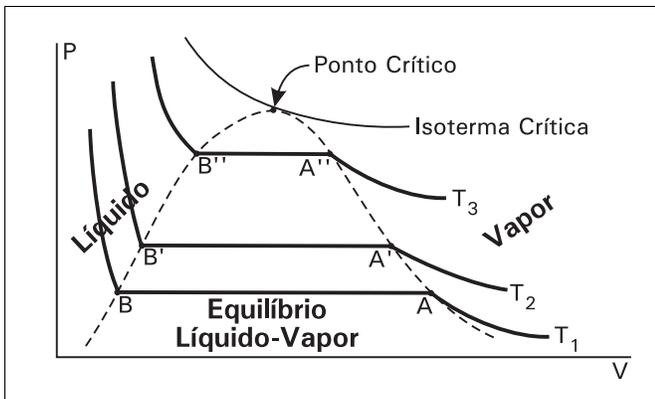
A prova de Química do ITA apresentou questões trabalhosas, o que certamente elevou seu grau de dificuldade. No entanto, várias das questões propostas pertencem a um repertório clássico da Química, e o vestibulando bem preparado poderia resolvê-las.

É de lamentar apenas que algumas das questões tenham fugido inteiramente ao programa do Ensino Médio, como por exemplo os testes 9, 15, 16, 19, 25 e a dissertativa de número 10.





Resolução



A; A'; A'' → início da liquefação
 B; B'; B'' → fim da liquefação