

"A matemática é o alfabeto com que Deus escreveu o mundo"
Galileu Galilei

CONSTANTES

- Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 Volume molar de gás ideal = $22,4 \text{ L (CNTP)}$
 Carga elementar = $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
 Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ m s}^{-2}$

Definições

Pressão de 1atm = 760mmHg = 101325 Nm⁻² = 760Torr

1N = 1kg ms⁻²

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1atm.

Condições-padrão: 25°C, 1atm, concentração das soluções: 1molL⁻¹ (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

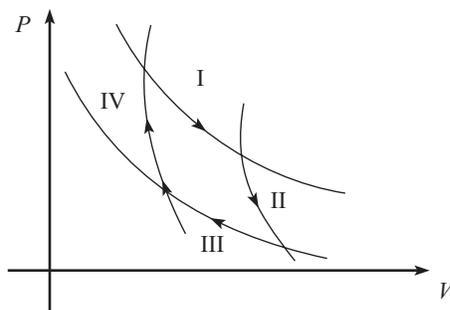
(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) ou (ℓ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (graf) = grafite; (CM) = circuito metálico;

(conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias; [A] = concentração da espécie química A em molL⁻¹.

Massas Molares

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)
H	1	1,01	Fe	26	55,85
He	2	4,00	Ni	28	58,69
Li	3	6,94	Cu	29	63,55
C	6	12,01	Zn	30	65,40
N	7	14,01	Ge	32	72,64
O	8	16,00	As	33	74,92
Ne	10	20,18	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Kr	36	83,80
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87
Al	13	26,98	Cd	48	112,41
Si	14	28,09	Sn	50	118,71
S	16	32,07	I	53	126,90
Cl	17	35,45	Xe	54	131,29
Ar	18	39,95	Cs	55	132,91
K	19	39,10	Ba	56	137,33
Ca	20	40,08	Pt	78	195,08
Cr	24	52,00	Pb	82	207,2
Mn	25	54,94	Ra	86	222

Resolução:



O ciclo do Carnot é constituído de duas transformações isotérmicas (I e III) e duas adiabáticas (II e IV).

Alternativa C

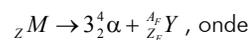
▶ Questão 03

Suponha que um metal alcalino terroso se desintegre radioativamente emitindo uma partícula alfa. Após três desintegrações sucessivas, em qual grupo (família) da tabela periódica deve-se encontrar o elemento resultante deste processo?

- A) 13 (III A) B) 14 (IV A) C) 15 (V A) D) 16 (VI A) E) 17 (VII A)

Resolução:

Chamando M de metal alcalino terroso



$$Z_F = Z - 6$$

Como houve diminuição de 6 unidades no número atômico, podemos afirmar que o elemento Y pertence a família *IVA* ou grupo 14 da tabela periódica.

Alternativa B

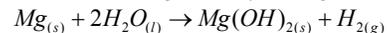
▶ Questão 04

Um estudante mergulhou uma placa de um metal puro em água pura isenta de ar, a 25 °C, contida em um béquer. Após certo tempo, ele observou a liberação de bolhas de gás e a formação de um precipitado. Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta o metal constituinte da placa.

- A) Cádmiu B) Chumbo C) Ferro D) Magnésio E) Níquel

Resolução:

Trata-se do magnésio, que reage com a água formando hidróxido de magnésio (sólido).

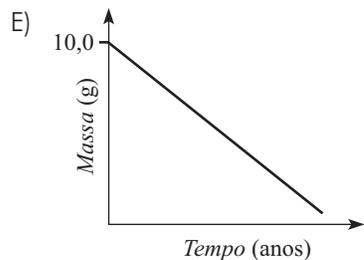
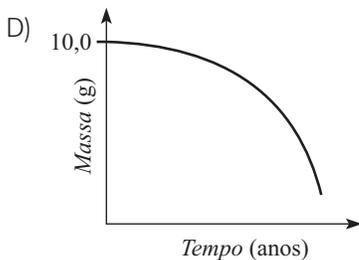
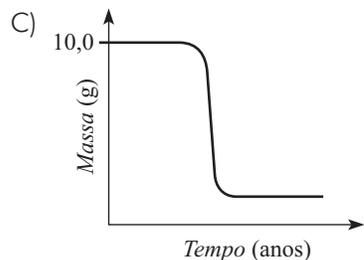
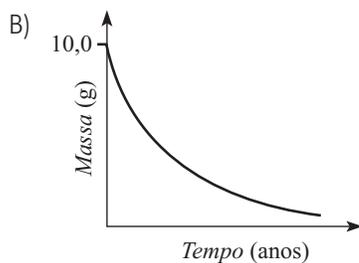
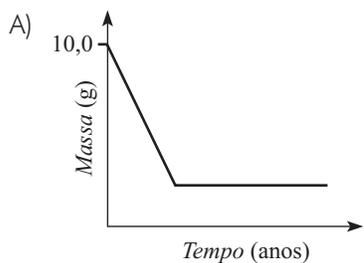


A liberação de bolhas é devido a formação de gás hidrogênio.

Alternativa D

▶ **Questão 05**

Qual o gráfico que apresenta a curva que melhor representa o decaimento de uma amostra contendo 10,0 g de um material radioativo ao longo dos anos?



Resolução:

O gráfico do decaimento radioativo é o gráfico da função $n = n_0 \cdot e^{-kt}$ que corresponde a alternativa B.

Alternativa B

▶ **Questão 06**

Num experimento, um estudante verificou ser a mesma a temperatura de fusão de várias amostras de um mesmo material no estado sólido e também que esta temperatura se manteve constante até a fusão completa. Considere que o material sólido tenha sido classificado como:

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| I. Substância simples pura | III. Mistura homogênea eutética |
| II. Substância composta pura | IV. Mistura heterogênea |

Então, das classificações acima, está(ão) ERRADA(S)

- | | | |
|---------------------|--------------------|----------------|
| A) apenas I e II. | B) apenas II e III | C) apenas III. |
| D) apenas III e IV. | E) apenas IV. | |

Resolução:

Por se tratar de amostras diferentes de um mesmo sólido com temperatura de fusão constante, temos que o sólido é uma substância pura ou uma mistura homogênea eutética.

Logo, o único incorreto é a alternativa E.

Alternativa E

Questão 07

Assinale a afirmação CORRETA a respeito do ponto de ebulição normal (PE) de algumas substâncias.

- A) 1-propanol tem menor PE do que o etanol.
- B) etanol tem menor PE do que o éter metílico.
- C) n-heptano tem menor PE do que o n-hexano.
- D) A trimetilamina tem menor PE do que a propilamina.
- E) A dimetilamina tem menor PE do que a trimetilamina.

Resolução:

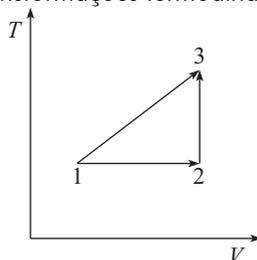
De maneira geral, o ponto de ebulição aumenta com o aumento da massa molar e com o aumento da intensidade das forças intermoleculares. Portanto, a relação correta é:

Substância	Trimetilamina	Propilamina
Fórmula Estrutural	$\begin{array}{c} H_3C - N - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$	$H_3C - CH_2 - CH_2 - NH_2$
Massa Molar	59 g/mol	59 g/mol
Força Intermolecular	Não há ligação de Hidrogênio	Há ligação de Hidrogênio
Cadeia	Ramificada	Linear
P.E	2,87°C	6,9°C

Alternativa D

Questão 08

O diagrama temperatura (T) versus volume (V) representa hipoteticamente as transformações pelas quais um gás ideal no estado 1 pode atingir o estado 3. Sendo ΔU a variação de energia interna e q a quantidade de calor trocado com a vizinhança, assinale a opção com a afirmação ERRADA em relação às transformações termodinâmicas representadas no diagrama.



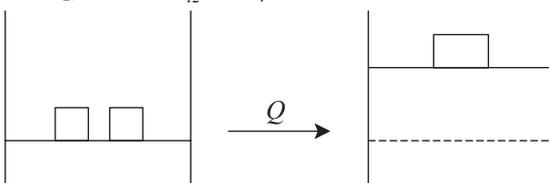
- A) $|\Delta U_{12}| = |q_{12}|$
- B) $|\Delta U_{13}| = |\Delta U_{23}|$
- C) $|\Delta U_{23}| = |q_{23}|$
- D) $|\Delta U_{23}| = |\Delta U_{12}|$
- E) $q_{23} > 0$

Resolução:

a) Errada

$$|\Delta U_{12}| = |q_{12}|$$

Como T_1 é igual a T_2 , então $\Delta U_{12} = 0$ que é diferente do calor fornecido.



b) Certa

Como T_1 e T_2 são iguais,

$$\Delta U_{13} = nR\Delta T_{13} \text{ e}$$

$$\Delta U_{23} = nR\Delta T_{23}$$

$$\therefore \Delta U_{13} = \Delta U_{23}$$

- c) Certa
No aquecimento de T_2 a T_3 o volume permanecem constante, então o q_{23} equivale ao aumento de energia interna ΔU_{23} .
- d) Na transformação de 1 a 2 a temperatura permanece constante, então o ΔU permaneceu igual a zero, logo $|\Delta U_{23}| > 0$ ou $|\Delta U_{23}| > |\Delta U_{12}|$.
- e) Certa
Para a temperatura aumentar de T_2 a T_3 , sem alterar o volume precisa receber calor, $q > 0$.

Alternativa A

▶ Questão 09

Considere os átomos hipotéticos neutros V , X , Y e Z no estado gasoso. Quando tais átomos recebem um elétron cada um, as configurações eletrônicas no estado fundamental de seus respectivos ânions são dadas por:

$$V^-(g) : [\text{gás nobre}]ns^2np^6nd^{10}(n+1)s^2(n+1)p^6$$

$$X^-(g) : [\text{gás nobre}]ns^2np^6$$

$$Y^-(g) : [\text{gás nobre}]ns^2np^6nd^{10}(n+1)s^2(n+1)p^3$$

$$Z^-(g) : [\text{gás nobre}]ns^2np^3$$

Nas configurações acima, $[\text{gás nobre}]$ representa a configuração eletrônica no diagrama de Linus Pauling para o mesmo gás nobre, e n é o mesmo número quântico principal para todos os ânions. Baseado nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A) o átomo neutro V deve ter a maior energia de ionização entre eles.
 B) o átomo neutro Y deve ter a maior energia de ionização entre eles.
 C) o átomo neutro V deve ter maior afinidade eletrônica do que o átomo neutro X .
 D) o átomo neutro Z deve ter maior afinidade eletrônica do que o átomo neutro X .
 E) o átomo neutro Z deve ter maior afinidade eletrônica do que o átomo neutro Y .

Resolução:

Pelas configurações, temos:

$$V \begin{cases} \text{Período: } (n+1) \\ \text{Grupo: } 17 \end{cases}$$

$$X \begin{cases} \text{Período: } n \\ \text{Grupo: } 17 \end{cases}$$

$$Y \begin{cases} \text{Período: } (n+1) \\ \text{Grupo: } 14 \end{cases}$$

$$Z \begin{cases} \text{Período: } n \\ \text{Grupo: } 14 \end{cases}$$

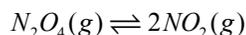
		14	17
Período			
	n	Z	X
	(n+1)	Y	V

A afinidade eletrônica aumenta nos períodos da esquerda para a direita e nos grupos de baixo para cima. Logo, a afinidade eletrônica de Z é maior do que a de Y .

Alternativa E

▶ Questão 10

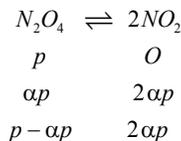
Considere a reação de dissociação do $N_2O_4(g)$ representada pela seguinte equação:



Assinale a opção com a equação CORRETA que relaciona a fração percentual (α) de $N_2O_4(g)$ dissociado com a pressão total do sistema (P) e com a constante de equilíbrio em termos de pressão (K_p).

- A) $\alpha = \sqrt{\frac{K_p}{4P + K_p}}$ B) $\alpha = \sqrt{\frac{4P + K_p}{K_p}}$ C) $\alpha = \frac{K_p}{2P + K_p}$
- D) $\alpha = \frac{2P + K_p}{K_p}$ E) $\alpha = \frac{K_p}{2 + P}$

Resolução:



$$K_p = \frac{P_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow K_p = \frac{(2\alpha p)^2}{p - \alpha p} \Rightarrow K_p = \frac{4\alpha^2 p^2}{p(1 - \alpha)}$$

$$\therefore K_p = \frac{4\alpha^2}{1 - \alpha} \cdot p \quad (1)$$

P = Pressão total

$$P = p + \alpha p \Rightarrow P = p(1 + \alpha)$$

$$\therefore p = \frac{P}{1 + \alpha} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), temos:

$$K_p = \frac{4\alpha^2}{1 - \alpha} \cdot \frac{P}{1 + \alpha} \Rightarrow K_p = \frac{4\alpha^2 P}{1 - \alpha^2} \Rightarrow K_p \cdot (1 - \alpha^2) = 4\alpha^2 P$$

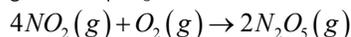
$$K_p - \alpha^2 K_p - 4\alpha^2 P = 0 \Rightarrow K_p = \alpha^2 K_p + 4\alpha^2 P$$

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_p}{K_p + 4P}}$$

Alternativa A

▶ Questão 11

Considere a reação química representada pela seguinte equação:



Num determinado instante de tempo t da reação, verifica-se que o oxigênio está sendo consumido a uma velocidade de $2,4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Nesse tempo t , a velocidade de consumo de NO_2 será de

- A) $6,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ B) $1,2 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- C) $2,4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ D) $4,8 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- E) $9,6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Resolução:

$$\frac{V_{NO_2}}{4} = \frac{V_{O_2}}{1}$$

$$V_{NO_2} = 4 \cdot V_{O_2} = 4 \cdot 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$$

$$\therefore V_{NO_2} = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$$

Alternativa E

▶ Questão 15

Considere os seguintes sais:

- I. $Al(NO_3)_3$ II. $NaCl$ III. $ZnCl_2$ IV. $CaCl_2$

Assinale a opção que apresenta o(s) sal(is) que causa(m) a desestabilização de uma suspensão coloidal estável de sulfeto de arsênio (As_2S_3) em água.

- A) Nenhum dos sais relacionados. B) Apenas o sal I.
 C) Apenas os sais I e II. D) Apenas os sais II, III e IV.
 E) Todos os sais.

Resolução:

O colóide As_2S_3 é um colóide negativo. Para desestabilizar colóides negativos são adicionados cátions com carga elevada, como por exemplo Al^{+++} .

Portanto a alternativa correta é a B ($Al(NO_3)_3$).

Alternativa B**▶ Questão 16**

Uma solução aquosa de um ácido fraco monoprotico e mantida a temperatura de $25^\circ C$. Na condição de equilíbrio, este ácido esta 2,0% dissociado. Assinale a opção CORRETA que apresenta, respectivamente, os valores numéricos do pH e da concentração molar (expressa em $molL^{-1}$) do íon hidroxila nesta solução aquosa. Dados: $pka(25^\circ C) = 4,0$; $\log 5 = 0,7$.

- A) 0,7 e $5,0 \cdot 10^{-14}$ B) 1,0 e $1,0 \cdot 10^{-13}$
 C) 1,7 e $5,0 \cdot 10^{-13}$ D) 2,3 e $2,0 \cdot 10^{-12}$
 E) 4,0 e $1,0 \cdot 10^{-10}$

Resolução:

$$\begin{array}{rcccl}
 HA & \rightleftharpoons & H^+ & + & A^- \\
 M & & 0 & & 0 \\
 0,02M & & 0,02M & & 0,02M \\
 M - 0,02M & & 0,02M & & 0,02M
 \end{array}$$

$pK_a = 4,0 \therefore K_a = 10^{-4}$

$$K_a = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$10^{-4} = \frac{0,02M \cdot 0,02M}{\underbrace{M - 0,02M}_{\approx M}} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{0,02M \cdot 0,02M}{M}$$

$$M = \frac{10^{-4}}{0,02 \cdot 0,02}$$

$$M = \frac{1}{4 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-4} = 0,25 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 0,02 \cdot 0,25 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log[5 \cdot 10^{-3}]$$

$$pH = 2,3$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-3}}$$

$$\therefore [OH^-] = 2 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$$

Alternativa D

▶ **Questão 17**

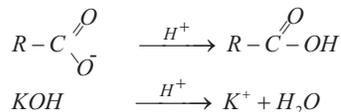
Foi observada a reação entre um composto X e uma solução aquosa de permanganato de potássio, a quente, ocorrendo o aumento do pH da solução e a formação de um composto Y sólido. Após a separação do composto Y e a neutralização da solução resultante, verificou-se a formação de um composto Z pouco solúvel em água. Assinale a opção que melhor representa o grupo funcional do composto orgânico X .

- A) álcool B) amida C) amina D) éster E) éter

Resolução:



Reação de neutralização

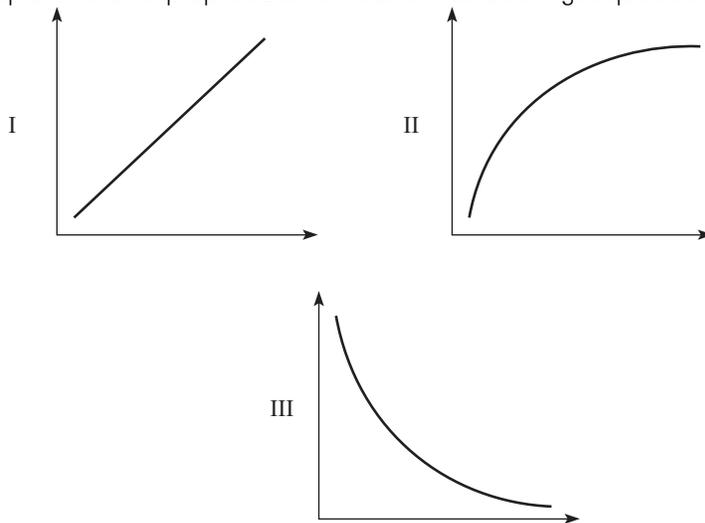


com a adição de um ácido para neutralizar o meio, há reação do grupo carboxilato formando um ácido carboxilato de baixa solubilidade em água. Ácido carboxílico de cadeia carbônica longa, portanto, o grupo funcional do composto x é álcool.

Alternativa A

▶ **Questão 18**

Nos gráficos abaixo, cada eixo representa uma propriedade termodinâmica de um gás que se comporta idealmente.



Com relação a estes gráficos, e CORRETO afirmar que

- A) I pode representar a curva de pressão versus volume
 B) II pode representar a curva de pressão versus inverso do volume.
 C) II pode representar a curva de capacidade calorífica versus temperatura.
 D) III pode representar a curva de energia interna versus temperatura.
 E) III pode representar a curva de entalpia versus o produto da pressão pelo volume.

Resolução:

Não há alternativa correta para esta questão.

▶ Questão 19

A 20°C , a pressão de vapor da água em equilíbrio com uma solução aquosa de açúcar e igual a $16,34\text{ mmHg}$. Sabendo que a 20°C a pressão de vapor da água pura e igual a $17,54\text{ mmHg}$, assinale a opção com a concentração CORRETA da solução aquosa de açúcar.

- A) $7\%(\text{m/m})$
 B) $93\%(\text{m/m})$
 C) $0,93\text{ mol L}^{-1}$
 D) a fração molar do açúcar e igual a $0,07$
 E) A fração molar do açúcar e igual a $0,93$

Resolução:

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 16,34 \text{ mmHg}$$

$$\frac{\Delta P}{P_0} = K_T \cdot W$$

$$\frac{1,2}{17,54} = 0,018 \cdot W$$

$$\therefore W = 3,8 \text{ molal}$$

$$\frac{3,3 \text{ mol soluto}}{1300 \text{ g sacarose}} \text{ --- } 1000 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\% \text{ m} = \frac{1300}{2300} = 56,52\% \text{ m}$$

$$x_{\text{sacarose}} = \frac{3,8}{59,35} \Rightarrow x_{\text{sacarose}} = 0,07$$

Alternativa D

▶ Questão 20

Um elemento galvânico é constituído pelos eletrodos abaixo especificados, ligados por uma ponte salina e conectados a um voltímetro de alta impedância.

Eletrodo I: fio de platina em contato com 500 mL de solução aquosa $0,010\text{ mol L}^{-1}$ de hidróxido de potássio;

Eletrodo II: fio de platina em contato com 180 mL de solução aquosa $0,225\text{ mol L}^{-1}$ de ácido perclórico adicionado a 320 mL de solução aquosa $0,125\text{ mol L}^{-1}$ de hidróxido de sódio.

Admite-se que a temperatura desse sistema eletroquímico e mantida constante e igual a 25°C e que a pressão parcial do oxigênio gasoso (P_{O_2}) dissolvido e igual a 1 atm . Assinale a opção CORRETA com o valor

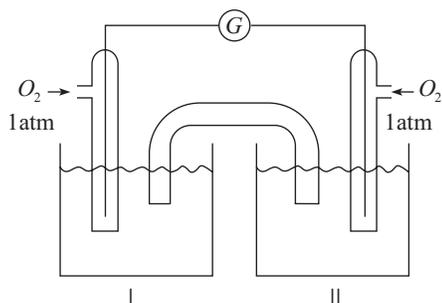
calculado na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH) da força eletromotriz, em volt, desse elemento

galvânico. Dados: $E_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}}^{\circ} = 1,23\text{ V (EPH)}$; $E_{\text{O}_2/\text{OH}^-}^{\circ} = 0,40\text{ V (EPH)}$

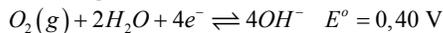
- A) $1,17$ B) $0,89$ C) $0,75$ D) $0,53$ E) $0,46$

Resolução:

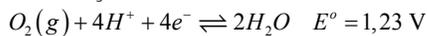
Desenho da pilha



Semi-reação do eletrodo I



Semi-reação do eletrodo II



Cálculo do potencial do eletrodo I

$$E = E^\circ - \frac{0,06}{4} \log \frac{[OH^-]}{pO_2} = 0,40 - \frac{0,06 \log(10^{-2})^4}{4 \cdot 1} = 0,52 \text{ V}$$

Cálculo do potencial do eletrodo II

- n° de mols de $HClO_4 = 0,225 \cdot 180 = 40,5 \text{ mmol}$

- n° de mols de $NaOH = 0,125 \cdot 320 = 40 \text{ mmol}$

- excesso de $HClO_4 = 40,5 - 40 = 0,5 \text{ mmol}$

- concentração de $HClO_4 = \frac{0,5 \text{ mmol}}{500 \text{ mL}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$E = E^\circ - \frac{0,06}{4} \log \frac{1}{pO_2 [H^+]^4} = 1,23 - \frac{0,06}{4} \log \frac{1}{1 \cdot (1 \cdot 10^{-3})^4} = 1,05 \text{ V}$$

Cálculo do potencial do global

$$E = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ânodo}} = 1,05 - 0,52$$

$$E = 0,53 \text{ V}$$

Alternativa D

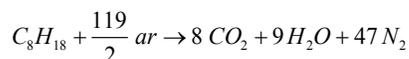
▶ Questão 21

Escreva a equação química balanceada da combustão completa do iso-octano com o ar atmosférico. Considere que o ar é seco e composto por 21% de oxigênio gasoso e 79% de nitrogênio gasoso.

Resolução:



ou



▶ Questão 22

São fornecidas as seguintes informações relativas ao cinco compostos amínicos: *A*, *B*, *C*, *D* e *E*. Os compostos *A* e *B* são muito solúveis em água, enquanto que os compostos *C*, *D*, e *E* são pouco solúveis. Os valores das constantes de basicidade dos compostos *A*, *B*, *C*, *D* e *E* são, respectivamente, $1,0 \times 10^{-3}$; $4,5 \times 10^{-4}$; $2,6 \times 10^{-10}$; $3,0 \times 10^{-12}$ e $6,0 \times 10^{-15}$.

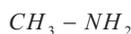
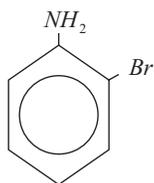
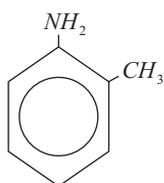
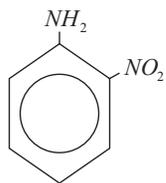
Atribua corretamente os dados experimentais apresentados aos seguintes compostos:

2-nitroanilina, 2-metilamnilina, 2-bromoanilina, metilamina e dietilamina.

Justifique a sua resposta.

Resolução:

As estruturas são:

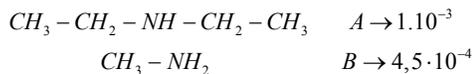


aromáticas

alifáticas

As aminas alifáticas são mais básicas que as aromáticas devido à disponibilidade maior do par eletrônico; sendo a amina 2ª mais básica que a 1ª.

Portanto:



Os grupamentos ligados ao anel são:

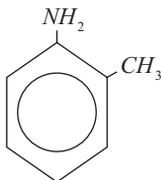
$NO_2 \rightarrow$ desativante forte

$Br \rightarrow$ desativante fraco

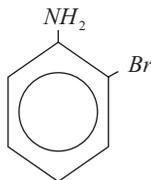
$CH_3 \rightarrow$ ativante

Quanto maior o efeito ativante, maior a basicidade.

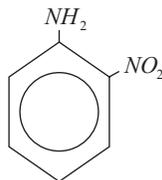
Portanto:



$C \rightarrow 2,6 \cdot 10^{-10}$



$D \rightarrow 3 \cdot 10^{-12}$



$E \rightarrow 6 \cdot 10^{-16}$

▶ Questão 23

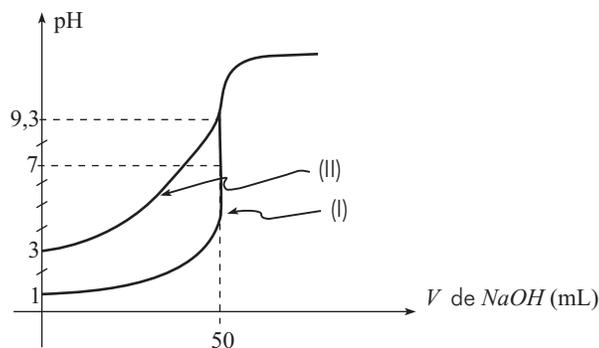
A 25 °C, realizam-se estes dois experimentos (Exp I e Exp II) de titulação ácido-base medindo-se o pH da solução aquosa em função do volume da base adicionada:

Exp I: Titulação de 50 mL de ácido clorídrico 0,10 mol L⁻¹ com hidróxido de sódio 0,10 mol L⁻¹.

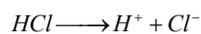
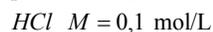
Exp II: Titulação de 50 mL de ácido acético 0,10 mol L⁻¹ com hidróxido de sódio 0,10 mol L⁻¹.

- Esboce em um mesmo gráfico (pH versus volume de hidróxido de sódio) a curva que representa a titulação do Exp I e a curva que representa a titulação do Exp II. Deixe claro no gráfico os valores aproximados do pH nos pontos de equivalência.
- O volume da base corresponde ao ponto de equivalência de uma titulação ácido-base pode ser determinado experimentalmente observando-se o ponto de viragem de um indicador. Em laboratório, dispõem-se das soluções aquosas do ácido e dos seguintes instrumentos: balão volumétrico, bico de Bunsen, bureta, cronômetro, dessecador, erlenmeyer, funil, kitassato, pipeta volumétrica, termômetro e tubo de ensaio. Desses instrumentos, cite as três mais adequados para a realização desse experimento.

Resolução



1) pH da solução inicial do HCl



$$pH = -\log[H^+]$$

$$= -\log 10^{-1} \Rightarrow pH = 1$$

2) Reação de neutralização



Hidrólise do sal formado

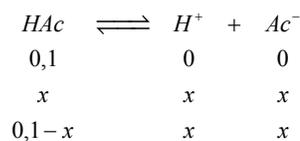
(NaCl) - não sofre hidrólise

Logo: $\text{pH} = 7$ (na neutralização)

O volume de NaOH adicionado no ponto de equivalência é igual a 50 mL (gráfico I).

- 3) pH da solução inicial de ácido acético - HAc

($K_a \cong 10^{-5}$ = ácido fraco)



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{x-x}{10^{-1}} \Rightarrow x^2 = 10^{-6}$$

$$x = \sqrt{10^{-6}} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 3$$

- 4) Após adição de 50 mL de NaOH obtém-se a neutralização e a formação de NaAc .

$\text{NaOH} \Rightarrow n = mV$

$$n = 0,1 \times 50 = 5,0 \text{ mmol}$$

$\text{HCl} \Rightarrow n = mV$

$$n = 0,1 \times 50 = 50 \text{ mmol}$$

$\text{NaOH} + \text{HAc} \longrightarrow \text{NaAc} + \text{H}_2\text{O}$

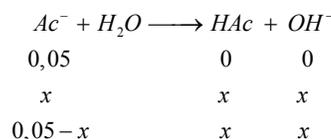
$$\begin{array}{cccc} 5,0 & 5,0 & 5,0 & 5,0 \end{array}$$

$$m(\text{NaAc}) = \frac{n}{V} = \frac{5 \text{ mmol}}{(50+50)\text{mL}} = 0,05 \text{ mol/L}$$

- 5) Hidrólise de sal formado

$\text{NaAc} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Ac}^-$

$$\begin{array}{ccc} 0,05 & 0,05 & 0,05 \text{ mol/L} \end{array}$$



$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{[\text{HAc}][\text{OH}^-]}{[\text{Ac}^-]} \Rightarrow \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = \frac{x-x}{0,05}$$

$$10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = x^2 \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-5,5} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-5,5}} = 2 \cdot 10^{-9,5}$$

$$\text{pH} = -\log 2 \cdot 10^{-9,5} = -(0,3 - 9,5)$$

$$\text{pH} = 9,2$$

- 6) Após a neutralização o pH sobe rapidamente nos dois casos para depois continuar aumentando suavemente.

▶ Questão 24

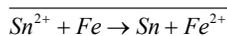
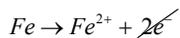
Um elemento galvânico é constituído por uma placa de ferro e por uma placa de estanho, de mesmas dimensões, imersas em uma solução aquosa $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido cítrico. Considere que esta solução: contém íons ferrosos e estanosos; é ajustada para $\text{pH} = 2$; é isenta de oxigênio; e é mantida nas condições ambientes. Sabendo-se que o ânion citrato reage quimicamente com o cátion $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$, diminuindo o valor do potencial de eletrodo do estanho, determine o valor numérico da relação entre as concentrações dos cátions $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ e $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$, $([\text{Sn}^{2+}]/[\text{Fe}^{2+}])$, a partir do qual o estanho passa a se comportar como o anodo do par galvânico.

Dados: Potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão e hidrogênio nas condições-padrão:

$$E^{\circ}_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44V; E^{\circ}_{Sn^{2+}/Sn} = -0,14V$$

Resolução:

Semi-reações



$$\Delta E = \Delta E^{\circ} - \frac{0,059}{n} \log \left[\frac{[Fe^{2+}]}{[Sn^{2+}]} \right]$$

$$\Delta E = 0,3 - \frac{0,059}{2} \log \left[\frac{[Fe^{2+}]}{[Sn^{2+}]} \right] \rightarrow \Delta E = 0 \text{ (equilíbrio)}$$

$$\log \left[\frac{[Fe^{2+}]}{[Sn^{2+}]} \right] = 10,16 \quad \therefore \left[\frac{[Sn^{2+}]}{[Fe^{2+}]} \right] \cong 10^{-10}$$

▶ Questão 25

- a) Considerando que a pressão osmótica da sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) a $25^{\circ}C$ é igual a 15 atm, calcule a massa de sacarose necessária para preparar 1,0 L de sua solução aquosa a temperatura ambiente.
- b) Calcule a temperatura do ponto de congelamento de uma solução contendo 5,0 g de glicose ($C_6H_{12}O_6$) em 25 g de água.
Sabe-se que a constante do ponto de congelamento da água é igual a $1,86^{\circ}C \text{ kg mol}^{-1}$.
- c) Determine a fração molar de hidróxido de sódio em uma solução aquosa contendo 50% em massa dessa espécie.

Resolução:

a) $\pi = 15 \text{ atm}$

$$V = 1,0 \text{ L}$$

$$M_{sacarose} = 342,34 \text{ g/mol}$$

$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\pi \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$M_{sacarose} = \frac{15 \cdot 1 \cdot 342,34}{8,31 \cdot 10^{-2} \cdot 298}$$

$$M_{sacarose} = 210 \text{ g}$$

b) $M_{glicose} = 180,18 \text{ g/mol}$

Cálculo da quantidade de matéria de glicose

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{5}{180,18} \Rightarrow n = 0,027 \text{ mol}$$

$$\Delta C = k \cdot W$$

$$\Delta C = 1,86 \cdot \frac{0,027}{25 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \Delta C = 2^{\circ}C$$

Portanto o ponto de congelamento será de $-2^{\circ}C$.

c)

Para 100g solução, temos 50g NaOH (soluto) e 50g H_2O (solvente).

$$M_{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$M_{H_2O} = 18,02 \text{ g/mol}$$

Cálculo da quantidade de matéria de NaOH e H_2O

$$n_{NaOH} = \frac{50}{40} = 1,25 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = \frac{50}{18,02} = 2,77 \text{ mol}$$

Cálculo da fração molar de $NaOH$

$$X = \frac{n_1}{n}$$

$$X_{NaOH} = \frac{1,25}{1,25 + 2,77} = 0,31$$

▶ Questão 26

São dadas as seguintes informações:

- I. O polietileno é estável até aproximadamente 340°C . Acima de 350°C ele entra em combustão.
- II. Para reduzir ou retardar a propagação de chama em casos de incêndio, são adicionados retardantes de chama à formulação dos polímeros.
- III. O $Al(OH)_3$ pode ser usado como retardante de chama. Aproximadamente 220°C , ele se decompõe, segundo a reação $2 Al(OH)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 3 H_2O(g)$, cuja variação de entalpia (ΔH) envolvida é igual a 1170 J g^{-1} .
- IV. Os três requisitos de combustão de um polímero são: calor de combustão, combustível e oxigênio. Os retardantes de chama interferem no fornecimento de um ou mais desses requisitos.

Se $Al(OH)_3$ for adicionado a polietileno, cite um dos requisitos de combustão que será influenciado por cada um dos parâmetros abaixo quando a temperatura próxima ao polietileno atingir 350°C . Justifique resumidamente sua resposta.

- a) Formação de $Al_2O_3(s)$
- b) Formação de $H_2O(g)$
- c) ΔH de decomposição do $Al(OH)_3$

Resolução:

- a) A formação do Al_2O_3 consome O_2 e portanto atuaria retirando O_2 .
- b) A formação da H_2O também consome O_2 e portanto atuaria retirando O_2 .
- c) A decomposição do $Al(OH)_3$ é endotérmica e atua no calor de combustão.

▶ Questão 27

Sabendo que a constante de dissociação do hidróxido de amônio e a do ácido cianídrico em água são, respectivamente, $K_b = 1,76 \times 10^{-5}$ ($pK_b = 4,75$) e $K_a = 6,20 \times 10^{-10}$ ($pK_a = 9,21$), determine a constante de hidrólise e o valor do pH de uma solução aquosa $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de cianeto de amônio.

Resolução:

Para a hidrólise de um sal proveniente de dois eletrólitos fracos, temos:

$$Kh = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b} \text{ e } pH = \frac{1}{2}(pK_a + pK_a)$$

$$Kh = \frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 6,2 \cdot 10^{-10}} = 0,916$$

$$pK_a = 14 - pK_b = 9,25$$

$$pH = \frac{1}{2}(9,21 + 9,25) = 9,23$$

Questão 28

Considere duas reações químicas (I e II) envolvendo um reagente X . A primeira (I) é de primeira ordem em relação a X e tem tempo de meia-vida a 50 s. A segunda (II) é de segunda ordem em relação a X e tem tempo de meia-vida igual à metade da primeira reação. Considere que a concentração inicial de X nas duas reações é igual a $1,00 \text{ mol L}^{-1}$. Em um gráfico de concentração de X (mol L^{-1}) versus tempo (de 0 até 200 s), em escala, trace as curvas de consumo de X para as duas reações. Indique com I a curva que representa a reação de primeira ordem e, com II, a que representa a reação da segunda ordem.

Resolução:

Para a reação de 1ª ordem:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow k = \frac{0,69}{50} = 0,0138 \text{ s}^{-1}$$

Variação da concentração de X até 200 s

Após 1, 2, 3, 4 meias-vidas

Concentração (mol/L)	1,0	0,5	0,25	0,125	0,0625
Tempo(s)	0	50	100	150	200

Para a reação de 2ª ordem:

$$k = \frac{1}{t_{\frac{1}{2}} \cdot X_0} \quad \text{ou} \quad t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k \cdot X_0} \quad (X_0: \text{concentração inicial})$$

Onde se vê que a meia-vida varia com a concentração de X .

Cálculo da constante

$$k = \frac{1}{25 \cdot 1} = 0,04 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

— Quando tiver passado o tempo de 50 s, a concentração de X será:

$$\frac{1}{[X]} = \frac{1}{[X_0]} + kt$$

$$\frac{1}{[X]} = \frac{1}{1} + 0,04 \times 50 \Rightarrow [X] = 0,33 \text{ mol/L}$$

— Quando tiver passado o tempo de 100 s, a concentração de X será:

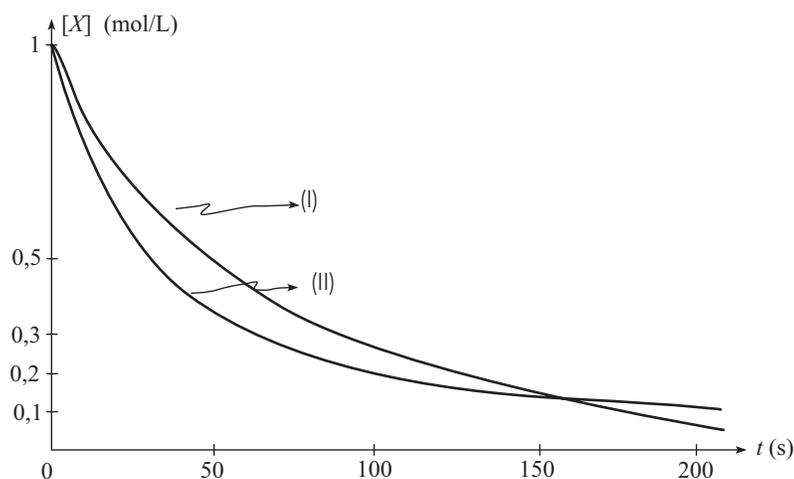
$$\frac{1}{[X]} = \frac{1}{1} + 0,04 \times 100 \Rightarrow [X] = 0,2 \text{ mol/L}$$

— Quando tiver passado o tempo de 150 s, a concentração de X será:

$$\frac{1}{[X]} = \frac{1}{1} + 0,04 \times 150 \Rightarrow [X] = 0,14 \text{ mol/L}$$

— Quando tiver passado o tempo de 200 s, a concentração de X será:

$$\frac{1}{[X]} = \frac{1}{1} + 0,04 \times 200 \Rightarrow [X] = 0,11 \text{ mol/L}$$



Questão 29

Um tanque de estocagem de produtos químicos foi revestido internamente com níquel puro para resistir ao efeito corrosivo de uma solução aquosa ácida contida em seu interior. Para manter o líquido aquecido, foi acoplado junto ao tanque um conjunto de resistores elétricos alimentados por um gerador de corrente contínua. Entretanto, uma falha no isolamento elétrico do circuito dos resistores promoveu a eletrificação do tanque, ocasionando um fluxo de corrente residual de intensidade suficiente para desencadear o processo de corrosão eletrolítica do revestimento metálico.

Admitindo-se que a superfície do tanque é constituída por uma monocamada de níquel com densidade atômica igual a $1,61 \times 10^{19}$ átomos m^{-2} e que a área superficial do tanque exposta à solução ácida é de $5,0 \text{ m}^2$, calcule:

- a massa, expressa em gramas, de átomos de níquel que constituem a monocamada atômica do revestimento metálico.
- o tempo necessário, expresso em segundos, para que a massa de níquel da monocamada atômica seja consumida no processo de dissolução anódica pela passagem da densidade de corrente de corrosão de $7,0 \mu\text{A cm}^{-2}$.

Resolução:

$$a) \quad d_A = 1,61 \cdot 10^{19} / \text{m}^2$$

$$A = 5 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ — } 1,61 \cdot 10^{19} \text{ átomos}$$

$$5 \text{ m}^2 \text{ — } n$$

$$\therefore n = 8,05 \cdot 10^{19} \text{ átomos de Ni}$$

$$1 \text{ mol de Ni — } 58,69 \text{ g — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos}$$

$$m \text{ — } 8,05 \cdot 10^{19} \text{ átomos}$$

$$\therefore m = 7,84 \cdot 10^{-3} \text{ g de Ni}$$

$$b) \quad d_i = 7,0 \mu\text{A/cm}^2$$

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$$

Cálculo da corrente elétrica

$$7 \cdot 10^{-6} \text{ A — } 1 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ — } 5 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$$

$$\therefore i = 0,35 \text{ A}$$

Para 2 mols de e^- transferidos (Ni^{2+})

$$58,69 \text{ g — } 2 \cdot 96500 \text{ C}$$

$$7,84 \cdot 10^{-3} \text{ g — } x$$

$$\therefore x = 25,78 \text{ C}$$

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{25,78}{0,35} = 73,65 \text{ s}$$

Para 3 mols de e^- transferidos: (Ni^{3+})

$$58,69 \text{ g — } 3 \cdot 96500 \text{ C}$$

$$7,84 \cdot 10^{-3} \text{ g — } y$$

$$\therefore y = 38,67 \text{ C}$$

$$\Delta t = \frac{38,67}{0,35}$$

$$\Delta t = 110,48 \text{ s}$$

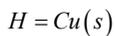
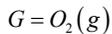
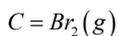
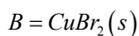
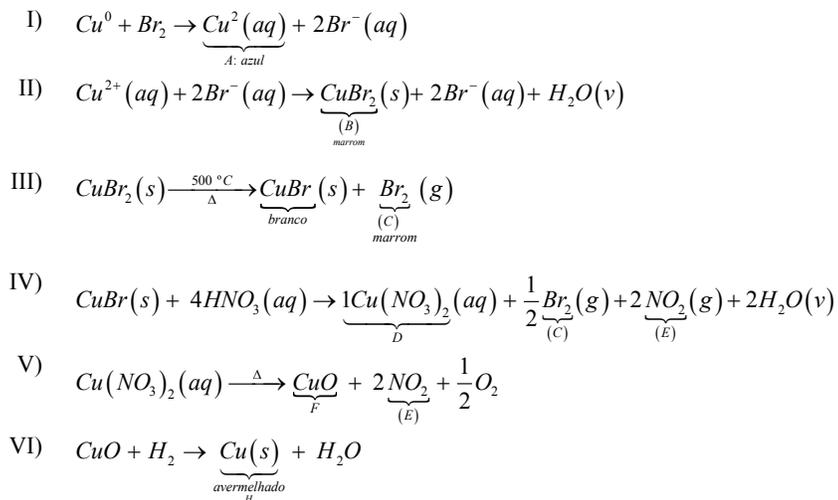
Questão 30

É descrita uma seqüência de várias etapas experimentais com suas respectivas observações:

- Dissolução completa de um fio de cobre em água de bromo em excesso com formação de uma solução azulada *A*.
- Evaporação completa da solução *A* e formação de um sólido marrom *B*.
- Aquecimento do sólido *B* a 500°C , com formação de um sólido branco de *CuBr* e um gás marrom *C*.

- IV. Dissolução de $CuBr$ em uma solução aquosa concentrada de ácido nítrico, formando uma nova solução azulada D e liberação de dois gases: C e E .
- V. Evaporação da solução azulada D com formação de um sólido preto F e liberação de dois gases: E e G .
- VI. Reação a quente do sólido F com hidrogênio gasoso e na ausência de ar, formando um sólido avermelhado H e liberando água.
- Baseando-se nesta descrição, apresente as fórmulas moleculares das substâncias B, C, E, F, G e H .

Resolução:



Professores:

Química

Adair
Alex
Dalton
Duda
João Neto
Tasso
Thé

Colaboradores

Bruno Werneck
Kleuber

Digitação e Diagramação

Leandro Bessa
Márcia Santana
Nathália Meyer
Nayara Isabella
Val Pinheiro
Vinícius Ribeiro

Desenhistas

Leandro Bessa
Márcia Santana
Vinícius Ribeiro

Projeto Gráfico

Vinicius Ribeiro

Assistente Editorial

Alicio Roberto

Supervisão Editorial

Alicio Roberto
Bruno Werneck

Copyright©Olimpo2008

A **Resolução Comentada** das provas do ITA poderá ser obtida diretamente no

OLIMPO Pré-Vestibular, ou pelo telefone **(62) 3251-9009**

As escolhas que você fez nessa prova, assim como outras escolhas na vida, dependem de conhecimentos, competências e habilidades específicos. Esteja preparado.

