

O **ELITE CURITIBA** aprova mais porque tem qualidade, seriedade e profissionalismo como lemas. Confira nossos resultados e comprove porque temos mais a oferecer.



**ITA**  
**Por 4 anos consecutivos a maior aprovação do Paraná**

2008: 3 dos 4 aprovados do Paraná  
2007: Os 2 únicos aprovados do PR  
2006: Os 3 únicos aprovados de Curitiba  
2005: 2 dos 3 aprovados do Paraná

**IME**

2009: Do SUL inteiro foram 8 aprovados, todos de Curitiba, e 6 são ELITE !!!  
2008: 10 aprovados (3 primeiros da Ativa, 5º da Ativa e 6 entre os 10 1ºs da Reserva)  
2007: 11 dos 16 aprovados do Paraná, incluindo os 4 melhores da ativa e os 4 melhores da reserva  
2006: Os 4 únicos aprovados do Paraná  
2005: 7 aprovados e os 3 únicos convocados do Paraná



**ESPCEx**

2008: 9 aprovados  
GUILHERME PAPATOLO  
CONCEIÇÃO  
1º do Paraná e 9º do Brasil  
BRUNO TRENTINI LOPES RIBEIRO  
2º do Paraná e 32º do Brasil  
2007: 9 alunos convocados no Paraná  
2006: 9 alunos convocados no Paraná (turma de 20 alunos)  
2005: 100% de aprovação!



**AFA**

2009: 15 aprovados entre os 20 do Paraná (incluindo os 3 primeiros lugares)  
Leonardo Augusto Seki: 2º lugar nacional e 1º do Paraná  
2008: 13 aprovados  
1ºs lugares do Paraná em todas as opções de carreira  
2007: 10 dos 14 convocados do Paraná  
2006: 11 dos 18 convocados do PR, incluindo:  
1º Lugar do Paraná (6º do Brasil) em Aviação  
1º Lugar do Paraná (9º do Brasil) em Intendência



**EPCAr**

2007: 3 dos 4 convocados do Paraná  
2006: 2 convocados  
2005: 1º lugar do Paraná



**EEAR**

2008: 4 aprovações  
(2ºs lugares dos grupos 1 e 2)  
2006: 2 convocados

**Escola Naval**

2008: 9 aprovados  
2007: 70% de aprovação na 1ª fase  
2005: 100% de aprovação!



**UFPR**

2008: 9 aprovados  
2007: 70% de aprovação na 1ª fase  
2006: 1º Lugar em Eng. Mecânica  
2º Lugar em Eng. Eletrônica  
2005: 1º Lugar Direito (matutino)  
1º Lugar Relações Públicas

**UFTPR**

Inverno 2008:  
1º, 2º e 4º lugares em Eng. Ind. Mecânica  
1º e 2º lugares em Eng. Eletrônica / Eletrotécnica  
1º lugar em Eng. de Computação  
Verão 2008: 13 aprovados  
2007: 11 aprovados em vários cursos  
2006: 1º Lugar em Eng. Mecânica  
2º Lugar em Eng. Eletrônica  
2005: 85% de aprovação em Engenharia, com 5 dos 8 1ºs colocados de Eng. Mecânica.



Só no **ELITE** você encontra:  
Simulados semanais/quinzenais;  
A maior carga horária.  
Os melhores professores!

Início das inscrições para o exame de bolsas:  
4 / 1 / 2009  
Realização do exame de bolsas:  
5 / 2 / 2009



Fone : **3013-5400**  
[www.ELITECURITIBA.com.br](http://www.ELITECURITIBA.com.br)

**QUÍMICA**

**CONSTANTES**

Constante de Avogadro =  $6,02 \times 10^{23} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 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 L (CNTP)  
 Carga elementar =  $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 Constante dos gases (R) =  $8,21 \times 10^{-2} \text{ atmLK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg LK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
 Constante gravitacional (g) =  $9,81 \text{ m/s}^2$

**DEFINIÇÕES**

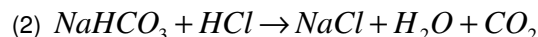
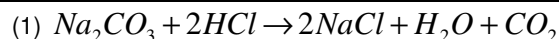
Pressão = 1 atm = 760 mmHg =  $101325 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ Torr}$   
 $1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$   
 Condições normais de temperatura e pressão (CNTP) :  
 $0^\circ \text{C}$  e 760 mmHg  
 Condições ambientes:  $25^\circ \text{C}$  e 1 atm.  
 Condições-padrão:  $25^\circ \text{C}$ , 1 atm, concentração das soluções: 1 mol/L (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 mol/L.

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g/mol)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g/mol)
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	65,39
N	7	14,01	Ge	32	72,64
O	8	16,00	As	33	74,92
Ne	10	20,18	Br	35	79,91
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	32,06	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	222,0

**01.** Uma mistura sólida é composta de carbonato de sódio e bicarbonato de sódio. A dissolução completa de 2,0 g dessa mistura requer 60,0 mL de uma solução aquosa  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  de HCl. Assinale a opção que apresenta a massa de cada um dos componentes desta mistura sólida.

- a)  $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,4\text{g}$        $m_{\text{NaHCO}_3} = 1,6\text{g}$   
 b)  $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,7\text{g}$        $m_{\text{NaHCO}_3} = 1,3\text{g}$   
 c)  $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,9\text{g}$        $m_{\text{NaHCO}_3} = 1,1\text{g}$   
 d)  $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 1,1\text{g}$        $m_{\text{NaHCO}_3} = 0,9\text{g}$   
 e)  $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 1,3\text{g}$        $m_{\text{NaHCO}_3} = 0,7\text{g}$

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 01: Alternativa C**



$n_{\text{HCl}} = (0,060 \text{ L}) \cdot (0,5 \text{ mol/L}) = 0,030 \text{ mol} = 2 \cdot n_1 + n_2$

$0,030 = 2 \cdot (m_1/M_1) + (m_2/M_2)$

$0,030 \cdot (M_1 \cdot M_2) = 2 \cdot M_2 \cdot m_1 + M_1 \cdot m_2$

$0,030 \cdot (106 \cdot 84) = 2 \cdot 84 \cdot m_1 + 106 \cdot m_2$

$0,030 \cdot (106 \cdot 84) = 2 \cdot 84 \cdot m_1 + 106 \cdot m_2$

$168 \cdot m_1 + 106 \cdot m_2 = 267,12$

Mas a soma das massas deve ser de 2g,

$m_1 + m_2 = 2$

Logo temos que  $\begin{cases} 168 \cdot m_1 + 106 \cdot m_2 = 267,12 \\ m_1 + m_2 = 2 \end{cases}$

Resolvendo o sistema temos:  $m_1 = 0,9\text{g}$  e  $m_2 = 1,1\text{g}$

**02.** No ciclo de Carnot, que trata do rendimento de uma máquina térmica ideal, estão presentes as seguintes transformações:

- a) duas adiabáticas e duas isobáricas.  
 b) duas adiabáticas e duas isocóricas.  
 c) duas adiabáticas e duas isotérmicas.  
 d) duas isobáricas e duas isocóricas.  
 e) duas isocóricas e duas isotérmicas.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 02: Alternativa C**

Trata-se da definição do ciclo de Carnot.

**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 (IIIA)    b) 14 (IVA)    c) 15 (VA)    d) 16 (VIA)    e) 17 (VIIA)

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 03: Alternativa B**

Cada partícula alfa emitida transforma o núcleo em um núcleo com dois prótons a menos.

Um metal alcalino-terroso está na família II logo transforma-se em um elemento da família 18 (gás nobre) ao decair por emissão alfa. Em mais um decaimento teremos um elemento da família 16, e no próximo, da família 14.

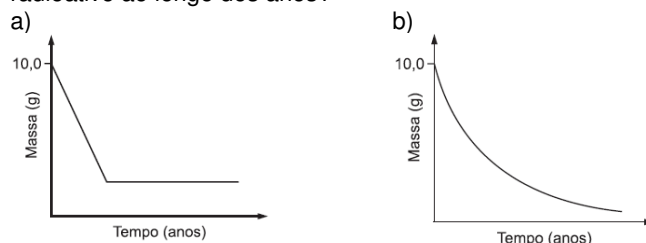
**04.** Um estudante mergulhou uma placa de um metal puro em água pura isenta de ar, a  $25^\circ \text{C}$ , contida em um béquer. Após certo tempo, ele observou a liberação de bolhas de gás e a formação de um precipitado. Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta o metal constituinte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

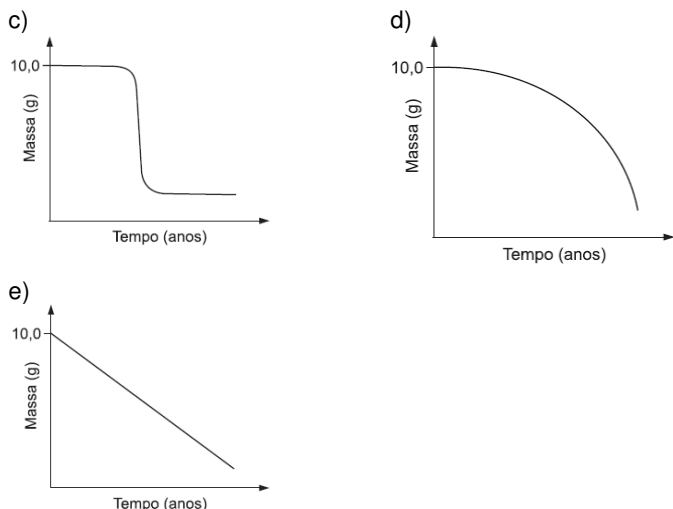
- a) Cádmiu    b) Chumbo    c) Ferro  
 d) Magnésio    e) Níquel

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 04: Alternativa D**

Nas condições acima o único metal que possui capacidade de sofrer oxidação, produzindo um precipitado, é o magnésio, que produzirá  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , que é muito pouco solúvel.

**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?





**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 05: Alternativa B**

Uma amostra de material radioativo sofre decaimento que ocorre proporcionalmente ao número de átomos radioativos presentes. Desta forma, a curva que apresenta comportamento compatível é a curva do item b).

**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
- II. Substância composta pura
- III. Mistura homogênea eutética
- 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.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 06: Alternativa E**

Para uma substância pura, a fusão ocorre a temperatura constante (tanto para substância simples como composta). Uma mistura homogênea eutética também tem este comportamento na fusão. Em uma mistura heterogênea será observada uma fusão com temperatura variável entre início e final da fusão da mistura.

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

- a) O 1-propanol tem menor PE do que o etanol.  
b) O etanol tem menor PE do que o éter metílico.  
c) O 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.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 07: Alternativa D**

O 1-propanol ( $T_e=97^\circ\text{C}$ ) e o etanol ( $T_e=78^\circ\text{C}$ ) possuem uma hidroxila terminal e cadeia linear, diferindo basicamente na massa molecular, o que confere ao 1-propanol maior  $T_e$ . O etanol e o éter metílico ( $T_e=-23^\circ\text{C}$ ) são isômeros, sendo que o etanol possui maior  $T_e$  pois possui pontes de hidrogênio intermoleculares, o que não ocorre com o éter.

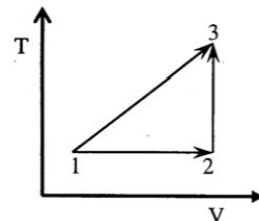
O n-heptano ( $T_e=98^\circ\text{C}$ ) possui os mesmos tipos de interações intermoleculares que o n-hexano ( $T_e=69^\circ\text{C}$ ) mas possui maior massa molecular, logo terá maior temperatura de ebulição.

A trimetilamina ( $T_e=3^\circ\text{C}$ ) não possui hidrogênios ligados no nitrogênio, e desta forma não possui pontes de hidrogênio. Já a propilamina ( $T_e=48^\circ\text{C}$ ) possui pontes de hidrogênio, e sua temperatura de ebulição será maior que a da trimetilamina.

A dimetilamina ( $T_e=7^\circ\text{C}$ ) possui menor massa que a trimetilamina, o que confere então menor  $T_e$  para a dimetilamina.

**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  $\Delta U$  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)  $q_{23} > 0$

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 08: Alternativa A**

Em (1-2) a transformação é isotérmica e a variação da energia interna é nula, mas como há trabalho realizado, o calor trocado não pode ser nulo.

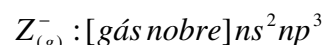
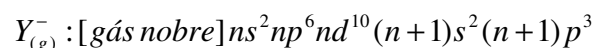
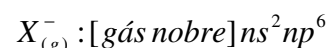
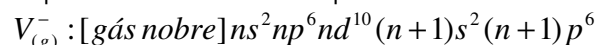
A variação da energia interna (1-3) deve então ser em módulo igual à variação da energia interna (2-3) pois como já discutido, a variação da energia interna (1-2) é nula.

A variação da energia interna (2-3) na transformação isocórica possui trabalho realizado nulo, logo será em módulo igual ao calor trocado na transformação (2-3).

A variação da energia interna (2-3) em módulo será maior que a variação da energia interna em (1-2) que é nula.

E finalmente em (2-3) o sistema apresenta maior energia interna final, o que indica que o calor foi absorvido pelo sistema e deve ser positivo.

**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:



Nas configurações acima [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 nestas 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.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 09: Alternativa E**

Observamos dos dados informados que:

V é um elemento do período  $(n+1)$  e família VIIA;

X é um elemento do período  $(n)$  e família VIIA;

Y é um elemento do período  $(n+1)$  e família IVA;

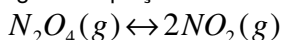
Z é um elemento do período  $(n)$  e família IVA;

Logo temos as seguintes ordens:

- energia de ionização:  $E_Y < E_V < E_Z < E_X$ .

- afinidades eletrônicas:  $AE_Y < AE_V < AE_Z < AE_X$ .

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 ( $\alpha$ ) 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)  $\alpha = \frac{K_p}{2 + P}$

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 10: Alternativa A**

O equilíbrio é definido pela seguinte relação:

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$$

Considerando a fração percentual temos:

	$N_2O_4(g)$	$NO_2(g)$
início	$P_0$	0
variação	$- \alpha \cdot P_0$	$+ 2\alpha \cdot P_0$
final	$P_0(1 - \alpha)$	$+ 2\alpha \cdot P_0$

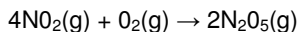
Considerando que a pressão no sistema é dada pela soma das pressões parciais temos então:

$$P = P_0(1 - \alpha) + 2\alpha P_0 = P_0(1 + \alpha)$$

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(2\alpha P_0)^2}{P_0(1 - \alpha)} = \frac{4\alpha^2 P_0}{1 - \alpha} = \frac{4\alpha^2 (P/(1 + \alpha))}{1 - \alpha}$$

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

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)  $9,6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 11: Alternativa E**

De acordo com a estequiometria da reação, a velocidade de consumo de  $NO_2$  será 4 vezes maior que a do oxigênio, isto é,  $9,6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .

12. O acidente nuclear ocorrido em Chernobyl (Ucrânia), em abril de 1986, provocou a emissão radioativa predominantemente de Iodo-131 e Césio-137. Assinale a opção CORRETA que melhor apresenta os respectivos períodos de tempo para que a radioatividade provocada por esses dois elementos radioativos decaia para 1% de seus valores iniciais. Considere o tempo de meia-vida do Iodo-131 igual a 8,1 dias, e do Césio-137 igual a 30 anos. Dados  $\ln 100 = 4,6$ ;  $\ln 2 = 0,69$ .

- a) 45 dias e 89 anos.  
 b) 54 dias e 201 anos.

- c) 61 dias e 235 anos.  
 d) 68 dias e 274 anos.  
 e) 74 dias e 296 anos.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 12: Alternativa B**

A velocidade de emissão radioativa é definida em função do número de átomos radioativos num determinado instante. Comparando a situação inicial e a situação no instante em que a velocidade de emissão é 1% da inicial temos:

$$v_0 = -C.n_0$$

$$v_t = -C.n_t \Rightarrow 0,01v_0 = -C.n_t \Rightarrow -C.n_t = 0,01.(-C.n_0)$$

$$n_t = 0,01.n_0$$

$$\text{Mas } n_t = n_0 \cdot 2^{-t/t_{1/2}} \text{ e}$$

$$0,01.n_0 = n_0 \cdot 2^{-t/t_{1/2}} \Rightarrow 0,01 = 2^{-t/t_{1/2}} \Rightarrow$$

$$\ln(10^{-2}) = (-t/t_{1/2}) \cdot \ln(2) \Rightarrow -\ln(100) = (-t/t_{1/2}) \cdot \ln(2)$$

$$4,6 = (t/t_{1/2}) \cdot 0,69 \Rightarrow t = \frac{4,6}{0,69} \cdot t_{1/2} \Rightarrow t \cong \frac{20}{3} \cdot t_{1/2}$$

Logo no caso do Iodo-131 teremos  $(20/3) \cdot (8,1) = 54$  dias e para o Césio-137 teremos  $(20/3) \cdot (30) = 200$  anos

13. Assumindo um comportamento ideal dos gases, assinale a opção com a afirmação CORRETA:

- a) De acordo com a Lei de Charles, o volume de um gás torna-se maior quanto menor for a sua temperatura.  
 b) Numa mistura de gases contendo somente moléculas de oxigênio e nitrogênio, a velocidade média das moléculas de oxigênio é menor do que as de nitrogênio.  
 c) Mantendo-se a pressão constante, ao aquecer um mol de gás nitrogênio sua densidade irá aumentar.  
 d) Volumes iguais dos gases metano e dióxido de carbono, nas mesmas condições de temperatura e pressão, apresentam as mesmas densidades.  
 e) Comprimindo-se um gás a temperatura constante, sua densidade deve diminuir.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 13: Alternativa B**

Considerando um gás ideal, mantida sua pressão, um aumento de volume será acompanhado de um aumento de temperatura.

Em um gás ideal, a teoria cinética afirma que a uma dada temperatura temos a mesma energia cinética para cada molécula. Desta forma, moléculas mais pesadas têm menor velocidade, ou seja, moléculas de oxigênio teriam menor velocidade que as de nitrogênio.

Mantido a pressão constante, um mol de gás nitrogênio irá ocupar um maior volume após aumento de temperatura, e desta forma sua densidade diminuirá.

Dentro das mesmas condições de pressão e temperatura, volumes iguais de gases diferentes possuem iguais números de mols. Assim, gases distintos apresentam diferentes densidades pois apresentam diferentes massas molares.

A compressão de um gás faz com que sua densidade aumente.

14. Um estudante imergiu a extremidade de um fio de níquel-cromo limpo em uma solução aquosa de ácido clorídrico e, a seguir, colocou esta extremidade em contato com uma amostra de um sal iônico puro. Em seguida, expôs esta extremidade à chama azulada de um bico de Bunsen, observando uma coloração amarela na chama. Assinale a opção que contém o elemento químico responsável pela coloração amarelada observada.

- a) Bário.    b) Cobre.    c) Lítio.    d) Potássio.    e) Sódio.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 14: Alternativa E**

O teste da chama mostra o espectro de emissão visível do metal do sal, e no caso, é o sódio que possui espectro com coloração amarela (região visível).

**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.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 15: Alternativa E**

A suspensão coloidal de  $As_2S_3$  é do tipo sol carregado negativamente. A adição de íons de carga positiva na suspensão promove desestabilização das micelas. Dentre os sais apresentados, todos são solúveis em água e todos vão desestabilizar o colóide.

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

- 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  $1,0 \cdot 10^{-10}$

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 16: Alternativa**

Para um ácido fraco monoprótico  $HA \leftrightarrow H^+ + A^-$  temos:

$$pH = pK_a + \log \frac{A^-}{HA} \Rightarrow pH = 4,0 + \log \left( \frac{0,02}{0,98} \right)$$

$$pH = 4,0 + \log \left( \frac{1}{49} \right) \cong 4,0 + \log \left( \frac{1}{50} \right) = 4,0 - \log(5) - 1$$

$$pH = 4,0 - \log(5) - 1 = 3,0 - 0,7 = 2,3$$

A concentração do íon hidroxila pode ser encontrada a partir do pH, pois

$$[H^+] = 10^{-2,3} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2,3}} = 10^{-14+2,3}$$

$$[OH^-] = 10^{-11,7} = \frac{10^{-11}}{10^{0,7}} = \frac{10^{-11}}{5} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$$

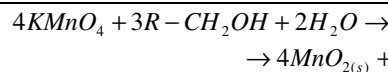
**17.** Foi observada a reação entre um composto X e uma solução aquosa de permanganato de potássio, a quente, ocorrendo o aumento do pH da solução e a formação de um composto Y sólido. Após a separação do composto Y e a neutralização da solução resultante, verificou-se a formação de um composto Z pouco 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

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 17: Alternativa A**

Caso 1: álcool

Tem-se inicialmente uma reação de oxidação, formando ácido carboxílico,  $MnO_2$ , e um aumento de pH associado.



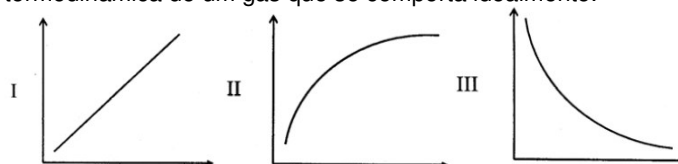
Logo o composto Y é  $MnO_2$ .

Separado o  $MnO_2$ , sobra uma solução que, quando neutralizada pela adição de um ácido, leva à neutralização da base.

Com esta neutralização, o ácido carboxílico fraco tem seu equilíbrio de ionização deslocado no sentido de manter sua forma não-ionizada.

O enunciado diz que este ácido carboxílico é pouco solúvel, o que ocorre quando a cadeia carbônica não é pequena, caracterizando um ácido graxo.

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



Com relação a estes gráficos, é 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 produto da pressão pelo volume.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 18: SEM Alternativa**

$$P = \frac{nRT}{V} = K \cdot \frac{1}{V} \Rightarrow P=f(V) \text{ não é linear}$$

Se considerarmos o inverso do volume como sendo a abcissa, temos então  $P=f(1/V)$  que é uma reta.

Já a capacidade calorífica versus temperatura seria, dentro de certas faixas de temperatura, uma reta horizontal.

A energia interna está linearmente relacionada com a temperatura, ou seja, seria um gráfico com uma reta.

A entalpia é dada por  $H = U + PV$ , logo a representação deveria ser uma reta.

**19.** A 20°C, a pressão de vapor da água em equilíbrio com uma solução aquosa de açúcar, é igual a 16,34 mmHg. Sabendo que a 20°C a pressão de vapor da água pura é igual a 17,54 mmHg, assinale a opção com a concentração CORRETA da solução aquosa de açúcar.

- a) 7% (m/m) b) 93% (m/m) c) 0,93  $mol \cdot L^{-1}$   
d) a fração molar do açúcar é igual a 0,07  
e) a fração molar do açúcar é igual a 0,93

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 19: Alternativa D**

$$\frac{\Delta P}{P} = K_f \cdot W \Rightarrow \Delta P = P \cdot K_f \cdot W$$

$$(17,54 - 16,34) = 17,54 \cdot \frac{18}{1000} \cdot W \Rightarrow W = 3,8 \text{ mol/kg}$$

A massa molar do açúcar (glicose:  $C_6H_{12}O_6$ ) é 174 g/mol.

Logo a concentração % (m/m) é  $3,8 \cdot 0,174 = 0,66 = 66\%$ .

Em mol/L temos 3,8 mol/L.

Para calcular a fração molar do açúcar consideramos que em 1kg de água temos 1000g  $\Rightarrow 1000/18 = 55,6$  mol

Logo  $X = 3,8/55,6 = 0,07 = 7\%$

**20.** Um elemento galvânico é constituído pelos eletrodos abaixo especificados, ligados a 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 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.

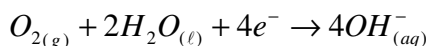
Admite-se que a temperatura desse sistema eletroquímico é mantida constante e igual a  $25^\circ\text{C}$ , e que a pressão parcial do oxigênio gasoso ( $P_{\text{O}_2}$ ) dissolvido é igual a 1 atm. Assinale a opção CORRETA com o valor calculado na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH) da força eletromotriz, em volt, desse elemento galvânico.

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

a) 1,17    b) 0,89    c) 0,75    d) 0,53    e) 0,46

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 20: Alternativa D**

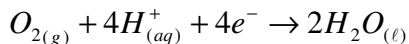
Na célula 1 temos uma solução básica e o potencial seria de 0,4V nas condições padrão. Calculando o potencial para as condições da célula temos:



$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 - \frac{0,059}{n} \log Q = 0,4 - \frac{0,059}{4} \log \frac{[\text{OH}^-]^4}{P_{\text{O}_2}}$$

$$\varepsilon_1 = 0,4 - \frac{0,059}{4} \log \frac{0,01^4}{1} = 0,4 + 0,12 = 0,52\text{V}$$

Na célula 2 temos 0,0405 mol de ácido  $\text{HClO}_4$  que reagiu com 0,04 mol de base  $\text{NaOH}$ , gerando  $\text{NaClO}_4$  e mantendo uma concentração de  $0,0005 \text{ mol}/0,5\text{L} = 0,001\text{M}$  de ácido perclórico. Desta forma o potencial desta célula, nas condições padrão seria 1,23V



$$\varepsilon_2 = \varepsilon_0 - \frac{0,059}{n} \log Q = 1,23 - \frac{0,059}{4} \log \frac{1}{[\text{H}^+]^4 \cdot P_{\text{O}_2}}$$

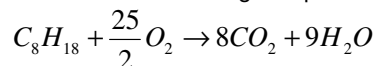
$$\varepsilon_2 = 1,23 - \frac{0,059}{4} \log \frac{1}{(10^{-3})^4 \cdot 1} = 1,23 - 0,18 = 1,05\text{V}$$

Temos que esse elemento galvânico tem então um potencial de  $\Delta\varepsilon = 1,05 - 0,52 = 0,53\text{V}$

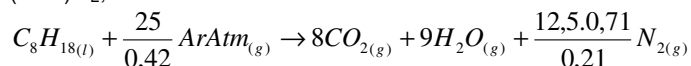
**21.** Escreva a equação química balanceada da combustão completa do iso-octano com o ar atmosférico. Considere que o ar é seco e composto por 21% de oxigênio gasoso e 79% de nitrogênio gasoso.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 21**

A combustão com oxigênio puro é representada por:



Considerando que o ar atmosférico contém 47 mols de  $\text{N}_2$  a cada  $(25/2)\text{O}_2$ , temos então:



**22.** São fornecidas as seguintes informações relativas aos 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,  $1,0 \times 10^{-3}$ ;  $4,5 \times 10^{-4}$ ;  $2,6 \times 10^{-10}$ ;  $3,0 \times 10^{-12}$ ;  $6,0 \times 10^{-15}$ .

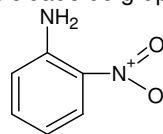
Atribua corretamente os dados experimentais apresentados aos seguintes compostos: 2-nitroanilina, 2-metilamnilina, 2-bromoanilina, metilamina e dietilamina. Justifique sua resposta.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 22**

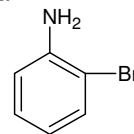
A força das aminas é definida pelas características dos grupos ligados ao grupo amina, sendo as aminas mais fortes aquelas em que há maior facilidade de doação do par de elétrons do nitrogênio.

A maior basicidade é conferida a amina secundária alquila, seguida pela amina primária alquila, seguida pelas aminas aromáticas.

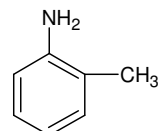
Dentre as aminas aromáticas, os grupos elétron-repelentes ( $-\text{CH}_3$ ) adicionais aumentam a densidade de elétrons no nitrogênio, enquanto grupos elétron-atraentes ( $-\text{Br}$ ,  $-\text{NO}_2$ ) reduzem a basicidade do grupo amina.



**E**  $K_b = 6,0 \cdot 10^{-15}$



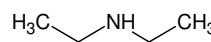
$K_b = 3,0 \cdot 10^{-12}$  **D**



**C**  $K_b = 2,6 \cdot 10^{-10}$



$K_b = 4,5 \cdot 10^{-4}$  **B**



$K_b = 1,0 \cdot 10^{-3}$  **A**

**23.** A  $25^\circ\text{C}$ , 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  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$  com hidróxido de sódio  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Exp II:** Titulação de 50 mL de ácido acético  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$  com hidróxido de sódio  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ .

a) 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.

b) O volume da base correspondente 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 da base devidamente preparados nas concentrações propostas, de indicador, de água destilada 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 os três mais adequados para a realização desse experimento.

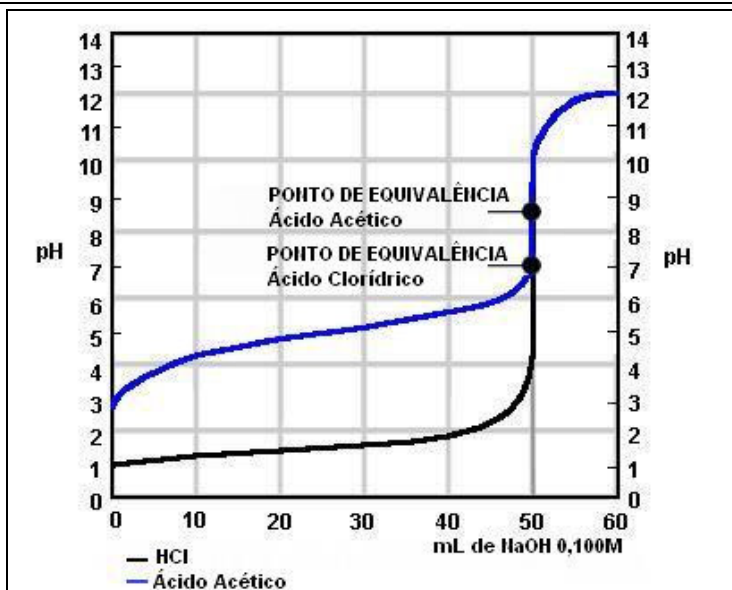
**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 23**

Os três equipamentos mais adequados para a titulação, dentre os descritos são:

Balão de Erlenmeyer - Utilizado em titulações, aquecimento de líquidos, dissolução de substâncias e realização de reações. Ao ser aquecido, empregue o tripé com a proteção da rede de amianto.

Bureta - Serve para medir volumes, principalmente em análises.

Pipeta graduada e pipeta volumétrica - São utilizadas para medir com exatidão e transferir pequenos volumes de líquido.



**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  $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido cítrico. Considere que esta solução: contém íons ferrosos e estanosos; é ajustada para  $\text{pH}=2,0$ ; 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 ânodo do par galvânico.

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

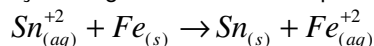
$$E_{\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}}^0 = -0,44\text{V} \quad E_{\text{Sn}^{+2}/\text{Sn}}^0 = -0,14\text{V}$$

#### SOLUÇÃO DA QUESTÃO 24

Observando os valores dos potenciais de redução observa-se que nas condições-padrão os íons estanosos sofreriam redução enquanto a placa de ferro sofreria oxidação. Desta forma a placa de ferro seria o ânodo e a placa de estanho, o cátodo.

O baixo pH evita a precipitação das bases associadas aos íons ferroso e estanoso, e a ausência de oxigênio evita a oxidação ao íon férrico.

Ao se reduzir a concentração dos íons estanosos e aumentar a concentração dos íons ferrosos, o potencial do elemento galvânico vai sendo reduzido até que seja atingida a situação de equilíbrio, quando o potencial é nulo. A inversão ocorre então quando esta relação atingir um valor maior que o do equilíbrio.



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

$$\Delta\mathcal{E} = (-0,14 + 0,44) - \frac{0,059}{2} \log \left( \frac{[\text{Fe}^{+2}]}{[\text{Sn}^{+2}]} \right)$$

A inversão do cátodo/ânodo ocorre quando  $\Delta\mathcal{E} < 0$  e

$$0,30 + \frac{0,059}{2} \log \left( \frac{[\text{Sn}^{+2}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \right) < 0 \Rightarrow \log \left( \frac{[\text{Sn}^{+2}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \right) < \frac{-0,30 \cdot 2}{0,059}$$

$$\Rightarrow \log \left( \frac{[\text{Sn}^{+2}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \right) < -10,1 \Rightarrow \frac{[\text{Sn}^{+2}]}{[\text{Fe}^{+2}]} < 10^{-10,1}$$

**25.**

a) Considerando que a pressão osmótica da sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) a  $25^\circ\text{C}$  é igual a  $15 \text{ atm}$ , calcule a massa de sacarose necessária para preparar  $1,0 \text{ L}$  de sua solução aquosa à temperatura ambiente.

b) Calcule a temperatura do ponto de congelamento de uma solução contendo  $5,0\text{g}$  de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) em  $25\text{g}$  de água. Sabe-se que a constante do ponto de congelamento da água é igual a  $1,86^\circ\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

c) Determine a fração molar de hidróxido de sódio em uma solução aquosa contendo  $50\%$  em massa desta espécie.

#### SOLUÇÃO DA QUESTÃO 25

$$\text{a) } \Pi = MRT \Rightarrow 15 = M(0,082)(298) \Rightarrow M \cong 0,61 \text{ mol/L}$$

$$n = M \cdot V \Rightarrow n = 0,61 \cdot 1 = 0,61 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M_M \Rightarrow m = (0,61 \text{ mol}) \cdot (342 \text{ g/mol}) \Rightarrow m = 210 \text{ g}$$

$$\text{b) glicose} \Rightarrow n_1 = m / M_M = 5,0 / 180 \Rightarrow n_1 = 1/36 \text{ mol}$$

$$W = n_1 / m_2 \Rightarrow W = (1/36) \cdot (0,025 \text{ kg}) \Rightarrow W = 1,11 \text{ mol/kg}$$

$$\Delta T_c = K_c \cdot W \Rightarrow \Delta T_c = (1,86) \cdot (1,11) \Rightarrow \Delta T_c = 2,1^\circ\text{C}$$

$$T_c = T_{c0} - \Delta T_c \Rightarrow T_c = 0,0 - 2,1 = -2,1^\circ\text{C}$$

$$\text{c) } 50\%(\text{m/m}) \Rightarrow \text{a cada } 40,18,2 \text{ g de solução temos:}$$

$$40,18 \text{ g de H}_2\text{O} \text{ e } 40,18 \text{ g de NaOH} \quad \text{ou}$$

$$40 \text{ mol de H}_2\text{O} \text{ e } 18 \text{ mol de NaOH}$$

$$\text{Logo a fração molar do NaOH é } 18 / (40 + 18) = 31\%$$

**26.** São dadas as seguintes afirmações:

I. O polietileno é estável até aproximadamente  $340^\circ\text{C}$ . Acima de  $350^\circ\text{C}$  ele entra em combustão.

II. Para reduzir ou retardar a propagação de chama em caso de incêndio, são adicionados retardantes de chama à formulação dos polímeros.

III. O  $\text{Al}(\text{OH})_3$  pode ser usado como retardante de chama. A aproximadamente  $220^\circ\text{C}$ , ele se decompõe segundo a reação  $2\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , cuja variação de entalpia envolvida é igual a  $1170 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ .

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  $\text{Al}(\text{OH})_3$  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  $350^\circ\text{C}$ .

a) Formação de  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$

b) Formação de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

c)  $\Delta H$  de decomposição do  $\text{Al}(\text{OH})_3$

#### SOLUÇÃO DA QUESTÃO 26

a) A formação de  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$  interfere provocando a diminuição da concentração do combustível na fase sólida total. A menor quantidade de combustível por volume de polímero utilizado se traduz numa menor velocidade de combustão.

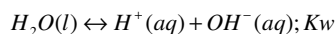
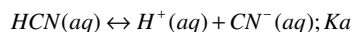
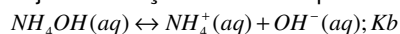
b) A formação de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  provoca redução da fração molar de oxigênio na fase gasosa. Esta redução na concentração provoca redução da velocidade de combustão.

c) O processo de decomposição do  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$  é endotérmico e sua ocorrência retira energia do sistema, diminuindo a velocidade da reação. Na ausência do hidróxido de alumínio, esta energia estaria disponível para os reagentes da reação de combustão.

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

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 27**

Sejam as reações e suas respectivas constantes de equilíbrio:



O equilíbrio de hidrólise é dado por:

mols	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (aq) + CN <sup>-</sup> (aq) + H <sub>2</sub> O (l)		↔	HCN(aq) + NH <sub>4</sub> OH (aq)	
Início	0,1V	0,1V		0	0
Reage	-0,1αV	-0,1αV		+0,1αV	+0,1αV
Eq.	(1-α)0,1V	(1-α)0,1V		+0,1αV	+0,1αV

Considerando a temperatura de 25°C.

$$K_h = \frac{K_w}{K_b \cdot K_a} = \frac{1,00 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 6,20 \cdot 10^{-10}} = 0,92$$

$$K_h = \frac{[HCN][NH_4OH]}{[NH_4^+][CN^-]} = \left( \frac{[HCN]}{[CN^-]} \right)^2 = \left( \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \right)^2$$

Nota:  $[NH_4^+] = [CN^-] = [HCN] = [NH_4OH]$

$$[H^+] = \frac{[HCN]K_a}{[CN^-]} = K_a \cdot \sqrt{K_h}$$

$$pH = -\log[H^+] = pK_a + \frac{1}{2} pK_h = 9,21 + \frac{1}{2} (14 - 4,75 - 9,21) = 9,23$$

**28.** Considere duas reações químicas (I e II) envolvendo um reagente X. A primeira (I) é de primeira ordem em relação a X, e o tempo de meia-vida é igual a 50s. 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 mol.L<sup>-1</sup>. Em um gráfico de concentração de X (mol.L<sup>-1</sup>) versus tempo (de 0 a 200s), 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 de segunda ordem.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 28**

Reação I: (ordem 1)

$$[X] = [X]_0 \cdot e^{-k_1 t}$$

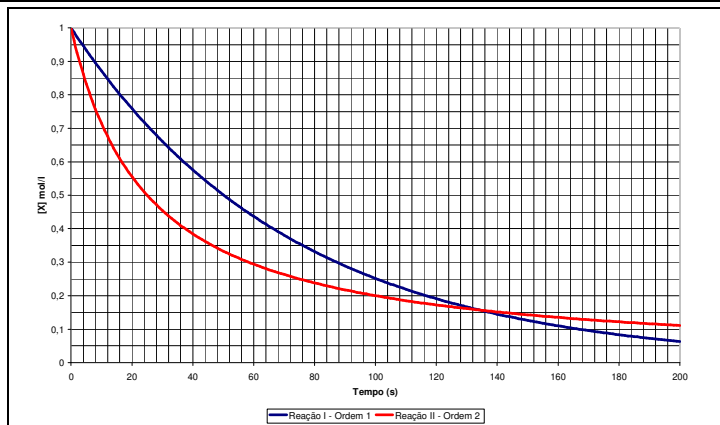
$$k_1 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{50} = 1,38 \cdot 10^{-2} s^{-1}$$

Reação II: (ordem 2)

$$\frac{1}{[X]} - \frac{1}{[X]_0} = k_2 t \Rightarrow [X] = \left( \frac{1}{[X]_0} + k_2 t \right)^{-1}$$

$$k_2 = \frac{1}{[X]_0 \cdot t_{1/2}} = \frac{1}{1,00 \cdot 25} = 0,04 M^{-1} s^{-1}$$

Traçando os gráficos da evolução temporal da [X], tem-se:



**29.** O 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  $1,61 \cdot 10^{19}$  átomos/m<sup>2</sup>, e que a área superficial do tanque exposta à solução ácida é de 5,0 m<sup>2</sup>, calcule:

- a) a massa, expressa em gramas, de átomos de níquel que constituem a monocamada atômica do revestimento metálico.
- b) 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  $7,0 \mu A \cdot cm^{-2}$ .

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 29**

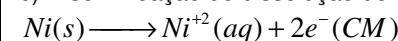
a) O número de átomos de níquel do revestimento é dado por:

$$N = 1,61 \cdot 10^{19} \cdot 5$$

$$n = \frac{N}{N_{AV}} = \frac{1,61 \cdot 10^{19} \cdot 5}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,33 \cdot 10^{-4}$$

$$m_{Ni} = n \cdot \overline{M}_{Ni} = 1,33 \cdot 10^{-4} \cdot 58,69 = 7,85 \cdot 10^{-3} g$$

b) A semi-reação de dissolução do revestimento é dada por:



Assim, cada mol de níquel dissolvido do revestimento libera 2 mols mols de elétrons para o circuito.

Considerando o numero de mols de níquel no revestimento, tem-se que a carga no processo de corrosão completa do revestimento será de :

$$n_e = 2n_{Ni} = 2,133 \cdot 10^{-4}$$

$$Q = n_e \cdot \mathcal{F} = 2,133 \cdot 10^{-4} \cdot 96500C$$

A densidade de corrente de corrosão fornece a seguinte relação:

$$d_i = \frac{i}{A} = \frac{Q}{t \cdot A} = 7,0 \cdot 10^{-6} \frac{A}{cm^2}$$

$$t = \frac{Q}{d_i \cdot A} = \frac{2,133 \cdot 10^{-4} \cdot 96500C}{7,0 \cdot 10^{-6} \frac{A}{cm^2} \cdot 5,0 \cdot 10^4 cm^2} = 7,3 \cdot 10^1 s$$

**30.** É descrita uma sequência de várias etapas experimentais com suas respectivas observações:

- I. Dissolução completa de um fio de cobre em água de bromo em excesso com formação de uma solução azulada A.
- II. Evaporação completa da solução A e formação de um sólido marrom B.

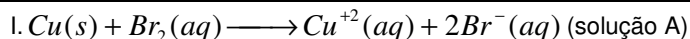
III. Aquecimento do sólido B a 500°C, com formação de um sólido branco de CuBr e um gás marrom C.

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.

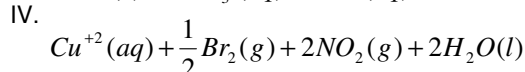
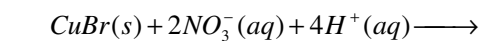
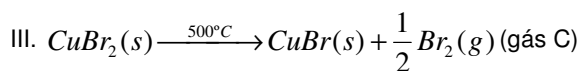
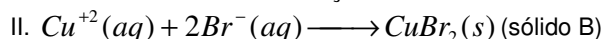
V. Evaporação da solução azulada D com formação de um sólido preto F e liberação de dois gases: E e G.

VI. Reação a quente do sólido F com hidrogênio gasoso e na ausência de ar, formando um sólido avermelhado H e liberando água.

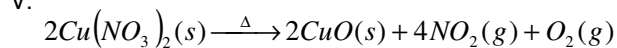
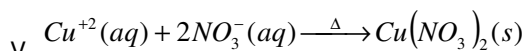
Baseando-se nesta descrição, apresente as fórmulas moleculares das substâncias B, C, D, E, F, G e H.

**SOLUÇÃO DA QUESTÃO 30**

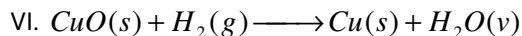
Os cátions  $Cu^{+2}$  tornam a solução azulada.



(gases C e E)



(sólido preto F e gases E e G)



(sólido avermelhado H)



Fone : **3013-5400**  
[www.ELITECURITIBA.com.br](http://www.ELITECURITIBA.com.br)