

# ITA 2011/2012

GABARITO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**

**Professores:**

Christian Blenke

Eurico Dias

Lucas Fagundes

Rafael Alves

**QUÍMICA**



**PENSI**  
Colégio e Curso







## QUÍMICA

### 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) =  $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg LK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Constante gravitacional (g) =  $9,81 \text{ ms}^{-2}$

### DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg =  $101\,325 \text{ N m}^{-2} = 760 \text{ Torr}$

$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$

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:  $25^\circ \text{C}$  e 1 atm; concentração das soluções =  $1 \text{ mol L}^{-1}$  (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [A] = concentração da espécie química A em  $\text{mol L}^{-1}$ .

### MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g.mol <sup>-1</sup> )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g.mol <sup>-1</sup> )
H	1	1,01	S	16	32,07
Li	3	6,94	Cl	17	35,45
C	6	12,01	K	19	39,10
N	7	14,01	Ca	20	40,08
O	8	16,00	Mn	25	54,94
F	9	19,00	As	33	74,92
Na	11	22,99	Br	35	79,90
Mg	12	24,30	Ag	47	107,90
Al	13	26,98	I	53	126,90
Si	14	28,08	Pt	78	195,08
P	15	30,97	Hg	80	200,59

**Questão 1**

Uma amostra de  $2 \times 10^{-2}$  g de um determinado composto orgânico é dissolvida em 300 mL de água a  $25^\circ \text{C}$ , resultando numa solução de pressão osmótica 0,027 atm. Pode-se afirmar, então, que o composto orgânico é o(a)

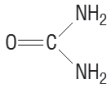
- (A) ácido etanoico (ácido acético).
- (B) 1,2-etanodiol (etilenglicol).
- (C) etanol (álcool etílico).
- (D) metanodiamida (ureia).
- (E) tri-fluor-carbono.

**Gabarito: Letra D**

Temos que  $i = 1$  por se tratar de um composto molecular.

$$0,027 = \frac{n}{0,3} \cdot 0,082 \cdot 298 \quad n = 0,00033 \text{ mols}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad \therefore \quad M = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{3,3 \cdot 10^{-4}} = 60,6 \text{g}$$



**Observação:** Não podemos considerar a letra A, pois, por se tratar de um composto que sofre ionização, apresenta  $i \neq 1$ .

**Questão 2**

Considere as seguintes afirmações:

- I. Aldeídos podem ser oxidados a ácidos carboxílicos.
- II. Alcanos reagem com haletos de hidrogênio.
- III. Aminas formam sais quando reagem com ácidos.
- IV. Alcenos reagem com álcoois para formar ésteres.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

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

**Gabarito: Letra B**

- I - Verdadeiro. Aldeídos podem ser oxidados a ácidos carboxílicos
- II - Falso.
- III - Verdadeiro. Como vimos, a amina é uma base de Lewis; ela reage com ácido formando sal.

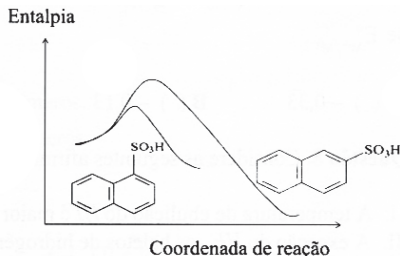


**Observação:** Temos aqui um problema, pois não são todos os ácidos que reagem com amina formando sal; por exemplo, amina secundária com ácido nitroso forma nitrosamina. Se considerarmos todos os ácidos e qualquer amina, a informação é incorreta.

IV - Falso.

### Questão 3

A reação de sulfonação do naftaleno ocorre por substituição eletrofílica nas posições  $\alpha$  e  $\beta$  do composto orgânico, de acordo com o diagrama de coordenada de reação a  $50^\circ\text{C}$ .



Com base neste diagrama, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A reação de sulfonação do naftaleno é endotérmica.
- II. A posição  $\alpha$  do naftaleno é mais reativa do que a de  $\beta$ .
- III. O isômero  $\beta$  é mais estável que o isômero  $\alpha$ .

Das afirmações acima, está(ão) CORRETAS(S) apenas

- (A) I
- (B) I e II
- (C) II
- (D) II e III
- (E) III

### Gabarito: Letra D

- I - A reação de sulfonação é exotérmica para a substituição em ambas as posições.  
 II e III - A sulfonação na posição  $\alpha$  do naftaleno gera um produto termodinamicamente menos estável do que na posição  $\beta$ . No entanto, para a substituição na posição  $\alpha$ , a energia de ativação é menor do que na posição  $\beta$ . De acordo com a lei de Arrhenius ( $K = A e^{-E_a/RT}$ ), o caminho com menor  $E_a$  irá possuir maior constante de velocidade. Portanto posição  $\alpha$  do naftaleno é mais reativa do que a posição  $\beta$ .

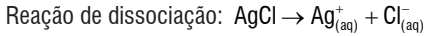
### Questão 4

Assinale a opção que corresponde, aproximadamente, ao produto de solubilidade do  $\text{AgCl}(c)$  em água nas condições-padrão, sendo dados:

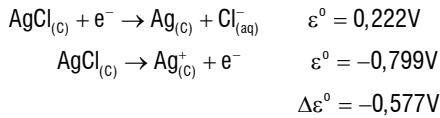
$\text{Ag}^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(c)$ ;  $E^\circ = 0,799\text{V}$  e  $\text{AgCl}(c) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(c) + \text{Cl}^-(aq)$ ;  $E^\circ = 0,222\text{V}$ , em que  $E^\circ$  é o potencial do eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão.

- (A)  $1 \times 10^{-18}$
- (B)  $1 \times 10^{-10}$
- (C)  $1 \times 10^{-5}$
- (D)  $1 \times 10^5$
- (E)  $1 \times 10^{10}$

**Gabarito: Letra B**



Cálculo de  $\Delta \varepsilon^0$ :



$$\Delta \varepsilon = \Delta \varepsilon^0 - \frac{0,059}{n} \log K_{\text{ps}}$$

$$0 = -0,577 = 0,059 \log K_{\text{ps}} \quad \therefore K_{\text{ps}} \cong 1 \cdot 10^{-10}$$

**Questão 5**

Considere as seguintes misturas (soluto/solvente) na concentração de 10% em mol de soluto:

- I. acetona / clorofórmio
- II. água / etanol
- III. água / metanol
- IV. benzeno / tolueno
- V. n-hexano / n-heptano

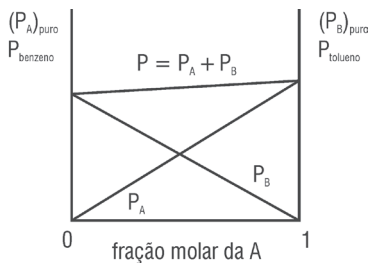
Assinale a opção que apresenta(s) misturas(s) para a(s) qual(is) a pressão de vapor do solvente na mistura é aproximadamente igual à sua pressão de vapor quando puro multiplicada pela sua respectiva fração molar.

- (A) Apenas I
- (B) Apenas I, II e III
- (C) Apenas II e III
- (D) Apenas IV e V
- (E) Apenas V

**Gabarito: Letra D**

Como o benzeno e o tolueno apresentam massas molares muito próximas e mesma interação intermolecular, e o mesmo se aplica à mistura de n-hexano e n-heptano, 10% de soluto na solução afeta de maneira pouco acentuada a mudança na pressão de vapor das referidas misturas.

Como a pressão de vapor do líquido puro é igual à sua pressão do vapor multiplicada pela sua função molar,  $P_A = P_A \cdot X_A$ , os diagramas de fase das misturas teriam uma inclinação pequena para a uma  $P = P_A + P_B$ .



Logo, a pressão de vapor do líquido puro seria praticamente igual à da solução para as duas misturas.

As outras misturas foram descartadas devido à grande diferença de massa (I) e ligações intermoleculares fortes do tipo ligação de hidrogênio (II e III).

**Questão 6**

Considere que a reação hipotética representada pela equação química  $X + Y \rightarrow Z$  ocorra em três condições diferentes (*a*, *b* e *c*), na mesma temperatura, pressão e composição total (número de moléculas de  $X + Y$ ), a saber:

- a) O número de moléculas de X é igual ao número de moléculas de Y.
- b) O número de moléculas de X é 1/3 do número de moléculas de Y.
- c) O número de moléculas de Y é 1/3 do número de moléculas de X.

Baseando nestas informações, considere que sejam feitas as seguintes afirmações:

- I. Se a lei de velocidade da reação for  $v = k[X] \cdot [Y]^2$ , então  $v_c < v_a < v_b$ .
- II. Se a lei de velocidade da reação for  $v = k[X] \cdot [Y]$ , então  $v_b = v_c < v_a$ .
- III. Se a lei de velocidade da reação for  $v = k/[X]$ , então  $t_{1/2(c)} > t_{1/2(b)} > t_{1/2(a)}$ , em que  $t_{1/2}$  = tempo de meia-vida,

Das afirmações acima, está(ão) CORRETAS(s) apenas

- (A) I
- (B) I e II
- (C) II
- (D) II e III
- (E) III

**Gabarito: Letra B**



Sendo N total de moléculas e x uma concentração efetiva relacionada a todas moléculas reagentes, temos:

Condição A:

Nº de moléculas do X =  $Nx = \frac{N}{2} \Rightarrow [X] = \frac{\alpha}{2}$

Nº de moléculas do Y =  $Ny = \frac{N}{2} \Rightarrow [Y] = \frac{\alpha}{2}$

Condição B:  
Por analogia:

$$[X] = \frac{3\alpha}{4} \quad [Y] = \frac{\alpha}{4}$$

**Afirmativa I**

$$V = K [X] [Y]^2$$

Na condição a:

$$V_a = K \frac{\alpha}{2} \cdot \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2 = K \cdot \frac{\alpha^3}{8}$$

$$V_b = K \frac{\alpha}{4} \cdot \left(\frac{3\alpha}{4}\right)^2 = K \cdot \frac{9\alpha^3}{64}$$

$$V_c = K \frac{3\alpha}{4} \cdot \left(\frac{\alpha}{4}\right)^2 = K \cdot \frac{3\alpha^3}{64}$$

Logo:  $V_a > V_b > V_c$  (Verdadeira)

**Afirmativa II**

$V = K \cdot [x] \cdot [y]$ , então:

$$V_a = K \cdot \frac{x^2}{4}$$

$$V_b = K \cdot \frac{3x^2}{16} \text{ logo } V_a > V_b = V_c \text{ verdadeira}$$

$$V_c = K \cdot \frac{3x^2}{16}$$

**Afirmativa III**

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

O tempo de meia-vida não depende da concentração da espécie X. Em todas as condições (a, b e c) o  $t_{1/2}$  é igual à razão entre o  $\ln 2$  e à constante de velocidade do processo, a qual também não depende das concentrações das espécies reagentes.

**Questão 7**

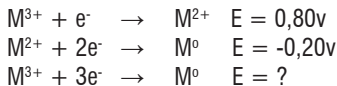
Considere os seguintes potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão ( $E^\circ$ ):  $E^\circ_{M^{3+}/M^{2+}} = 0,80 \text{ V}$  e  $E^\circ_{M^{2+}/M^\circ} = -0,20 \text{ V}$ . Assinale a opção que apresenta o valor, em V, de  $E^\circ_{M^{3+}/M^\circ}$ .

- (A) -,33
- (B) -0,13
- (C) +0,13
- (D) +0,33
- (E) +1,00





**Gabarito: Letra C**



$$\begin{aligned} \Delta G_1 &= nF\Delta\varepsilon_1^0 \\ \Delta G_2 &= nF\Delta\varepsilon_2^0 \end{aligned}$$

$$\Delta G_3 = \Delta G_1 + \Delta G_2$$

$$3 \cdot \cancel{F} \cdot \Delta\varepsilon_3^0 = 1 \cdot 0,80\cancel{F} - 2 \cdot 0,2\cancel{F}$$

$$3\Delta\varepsilon_3^0 = 0,40$$

$$\Delta\varepsilon_3^0 = 0,13V$$

**Questão 8**

Considere as seguintes afirmações a respeito dos haletos de hidrogênio *HF*, *HCl*, *HBr* e *HI* :

- I. A temperatura de ebulição do *HI* é maior do que a dos demais.
- II. À exceção do *HF*, os haletos de hidrogênio dissociam-se completamente em água.
- III. Quando dissolvidos em ácido acético glacial puro, todos se comportam como ácidos, conforme a seguinte ordem de força ácida: *HI* > *HBr* > *HCl* >> *HF* .

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

- (A) I
- (B) I e II
- (C) II
- (D) II e III
- (E) III

**Gabarito: Letra D**

- I. Falso: O *HF* faz ligação de hidrogênio, que são interações fortes, e, embora a massa molar seja pequena em relação aos demais haletos, tem a maior temperatura de ebulição.
- II. Verdadeiro: O *HF* é um ácido moderado, então seu grau de ionização é < 50%
- III. Verdadeiro: Como o  $H_3 CCOOH$  é um ácido fraco, os haletos de hidrogênio atuam como ácidos, na ordem dada.

**Questão 9**

Considere volumes iguais dos gases  $NH_3$ ,  $CH_4$  e  $O_2$  nas CNTP. Assinale a opção que apresenta o(s) gás(es) que se comporta(m) idealmente.

- (A) Apenas  $NH_3$
- (B) Apenas  $CH_4$
- (C) Apenas  $O_2$
- (D) Apenas  $NH_3$  e  $CH_4$
- (E) Apenas  $CH_4$  e  $O_2$

**Gabarito: Letra E**

Um gás real se comporta idealmente quando possuir pequeno volume molecular (que possui correlação com menor massa molecular) e forças intermoleculares desprezíveis (caráter apolar), logo, apenas metano e gás oxigênio se comportariam idealmente, já que amônia apresenta forças intermoleculares não desprezíveis.

**Questão 10**

A 25°C, a força eletromotriz da seguinte célula eletroquímica é de 0,45V:  $Pt(s) | H_2(g, 1atm) | H^+(x mol.L^{-1}) || KCl(0,1 mol.L^{-1}) | Hg_2Cl_2(s) | Hg(l) | Pt(s)$ .

Sendo o potencial do eletrodo de calomelano -  $KCl(0,1 mol.L^{-1}) | Hg_2Cl_2(s) | Hg(l)$  - nas condições-padrão igual a 0,28 V e x o valor numérico da concentração dos íons  $H^+$ , assinale a opção com o valor aproximado do pH da solução.

- (A) 1,0
- (B) 1,4
- (C) 2,9
- (D) 5,1
- (E) 7,5

**Gabarito: Letra C**

Para a pilha operando fora das condições padrões, temos:  $E = E^0 - \frac{0,059}{n} \cdot \log[H^+]^2$

Semi-reação de oxidação é  $H_{2(g)} \rightarrow 2H_{(aq)}^+ + 2e^-$

Utilizando os valores dados:

$$0,45 - 0,28 = 0 - \frac{0,059}{2} \cdot \log[H^+]^2$$

$$0,17 = -0,059 \cdot \log[H^+]$$

$$[H^+] \cong 10^{-2,88}, \text{ logo:}$$

$$pH \cong 2,9$$

**Questão 11**

São feitas as seguintes afirmações a respeito dos produtos formados preferencialmente em eletrodos eletroquimicamente inertes durante a eletrólise de sais inorgânicos fundidos ou de soluções aquosas de sais inorgânicos:

- I. Em  $CaCl_2(l)$  há formação de  $Ca(s)$  no cátodo.
- II. Na solução aquosa  $1 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$  em  $Na_2SO_4$  há aumento do pH ao redor do anodo.
- III. Na solução aquosa  $1 mol.L^{-1}$  em  $AgNO_3$  há formação de  $O_2(g)$  no ânodo.
- IV. Em  $NaBr(l)$  há formação de  $Br_2(l)$  no anodo.

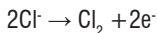
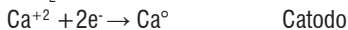
Das afirmações acima, está(ão) ERRADA(S) apenas



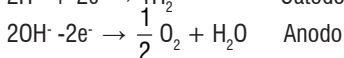
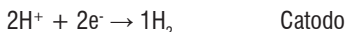
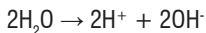
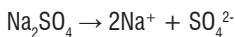
- (A) I e II
- (B) I e III
- (C) II
- (D) III
- (E) IV

**Gabarito: Letra C**

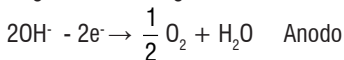
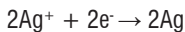
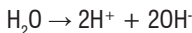
I - Verdadeira (temos formação de  $\text{Ca}^\circ$  no catodo)



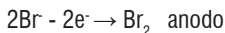
II - Falso (temos consumo de  $\text{OH}^-$  no anodo diminuindo o pH).



III - Verdadeiro (temos formação de  $\text{O}_2$  no anodo)



IV - Verdadeiro (temos formação de  $\text{Br}_2$  no anodo)



**Questão 12**

São feitas as seguintes afirmações em relação à isomeria de compostos orgânicos:

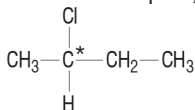
- I. O 2-cloro-butano apresenta dois isômeros óticos.
- II. O *n*-butano apresenta isômeros conformacionais.
- III. O metil-ciclo-propano e o ciclo-butano são isômeros estruturais.
- IV. O alceno de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_8$  apresenta um total de três isômeros.
- V. O alceno de fórmula molecular  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  apresenta um total de dois isômeros.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

- (A) I, II e III
- (B) I e IV
- (C) II e III
- (D) III, IV e V
- (E) IV e V

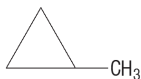
**Gabarito: Letra A**

I. Verdadeiro. Como o composto apresenta um carbono quiral, temos dois isômeros ópticos.



II. Verdadeiro. Devido à rotação da ligação sigma, podemos configurar isômeros; entre eles, sin-planar, eclipsada.

III. Verdadeiro.



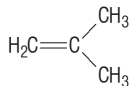
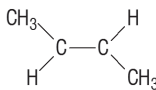
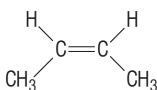
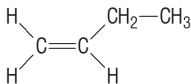
$\text{C}_4\text{H}_8$  (Metil-ciclo propano)



$\text{C}_4\text{H}_8$  (Butano)

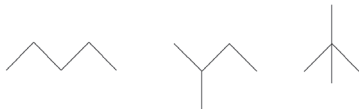
IV. Falso, o alceno de fórmula  $\text{C}_4\text{H}_8$  pode apresentar mais de três isômeros.

Exemplo:



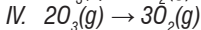
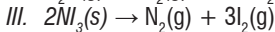
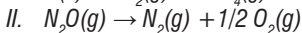
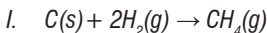
V. Falso, o alceno de fórmula  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  pode apresentar mais de dois isômeros.

Exemplo:



**Questão 13**

Considere as reações representadas pelas seguintes equações químicas:



Assinale a opção que apresenta a(s) reação(ões) química(s) na(s) qual(is) há uma variação negativa de entropia.

- (A) Apenas I
- (B) Apenas II e IV
- (C) Apenas II e III e IV
- (D) Apenas III
- (E) Apenas IV



**Gabarito: Letra A**

Sabendo que a entropia para os estados físicos pode ser ordenada como:  $S_{\text{Gás}} > S_{\text{líquido}} > S_{\text{sólido}}$ , temos:

- I -  $\Delta S < 0$ , pois ocorreu uma diminuição do número total do participantes gasosos;
- II -  $\Delta S > 0$ , há mais produtos gasosos que reagentes gasosos;
- III -  $\Delta S > 0$ , há mais produtos gasosos que reagentes gasosos;
- IV -  $\Delta S > 0$ , há mais produtos gasosos que reagentes gasosos

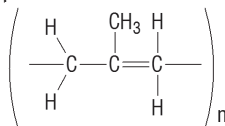
**Questão 14**

Assinale a opção que indica o polímero da borracha natural.

- (A) Poliestireno
- (B) Poliisopreno
- (C) Poli (metacrilato de metila)
- (D) Polipropileno
- (E) Poliuretano

**Gabarito: Letra B**

O polímero natural da borracha é o polisopreno:

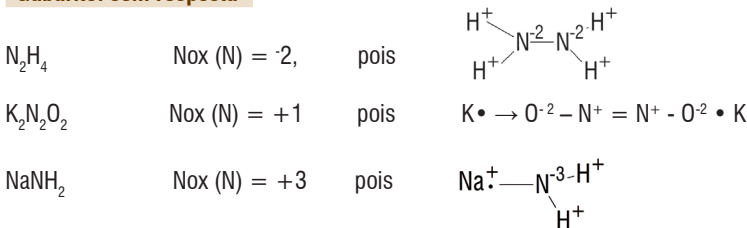


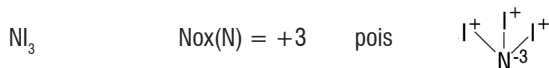
**Questão 15**

Assinale a opção que apresenta os compostos nitrogenados em ordem crescente de número de oxidação do átomo de nitrogénio.

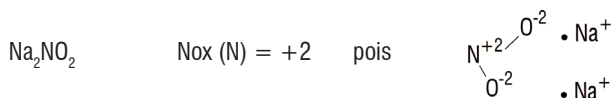
- (A)  $\text{N}_2\text{H}_4 < \text{K}_2\text{N}_2\text{O}_2 < \text{NaNH}_2 < \text{NI}_3 < \text{Na}_2\text{NO}_2$
- (B)  $\text{K}_2\text{N}_2\text{O}_2 < \text{Na}_2\text{NO}_2 < \text{NI}_3 < \text{NaNH}_2 < \text{N}_2\text{H}_4$
- (C)  $\text{NaNH}_2 < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{K}_2\text{N}_2\text{O}_2 < \text{Na}_2\text{NO}_2 < \text{NI}_3$
- (D)  $\text{NI}_3 < \text{NaNH}_2 < \text{Na}_2\text{NO}_2 < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{K}_2\text{N}_2\text{O}_2$
- (E)  $\text{Na}_2\text{NO}_2 < \text{NI}_3 < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{K}_2\text{N}_2\text{O}_2 < \text{NaNH}_2$

**Gabarito: sem resposta**



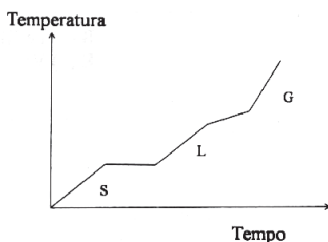


O Nitrogênio é mais eletronegativo que o iodo.



**Questão 16**

A figura representa a curva de aquecimento de uma amostra, em que S, L e G significam, respectivamente, sólido, líquido e gasoso. Com base nas informações da figura é CORRETO afirmar que a amostra consiste em uma



- (A) substância pura.
- (B) mistura coloidal.
- (C) mistura heterogênea.
- (D) mistura homogênea azeotrópica.
- (E) mistura homogênea eutética.

**Gabarito: Letra E**

Gráfico correspondente a uma mistura eutética, pois apresenta temperatura de fusão constante e ponto de ebulição variável.

**Questão 17**

Considere os seguintes pares de moléculas:

- I.  $\text{LiCl}$  e  $\text{KCl}$
- II.  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{PCl}_3$
- III.  $\text{NCl}_3$  e  $\text{AsCl}_3$

Assinale a opção com as três moléculas que, cada uma no seu respectivo par, apresentam ligações com o maior caráter covalente.

- (A)  $\text{LiCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{NCl}_3$
- (B)  $\text{LiCl}$ ,  $\text{PCl}_3$  e  $\text{NCl}_3$
- (C)  $\text{KCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{AsCl}_3$
- (D)  $\text{KCl}$ ,  $\text{PCl}_3$  e  $\text{NCl}_3$
- (E)  $\text{KCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{NCl}_3$



**Gabarito: Letra B**

- I - Como o Li é mais eletronegativo que o K (ou menos eletropositivo), então, entre LiCl e KCl, o LiCl tem mais caráter covalente.
- II - P é mais eletronegativo que o Al, logo, o  $\text{PCl}_3$  tem maior caráter covalente
- III - N é mais eletronegativo que o As, logo,  $\text{NCl}_3$  tem mais caráter covalente

**Questão 18**

São descritos três experimentos (I, II e III) utilizando-se em cada um 30 mL de uma solução aquosa saturada, com corpo de fundo de cloreto de prata, em um béquer de 50 mL a 25°C e 1 atm:

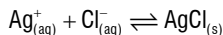
- I. Adiciona-se certa quantidade de uma solução aquosa 1 mol.L<sup>-1</sup> em cloreto de sódio.
- II. Borbulha-se sulfeto de hidrogênio gasoso na solução por certo período de tempo.
- III. Adiciona-se certa quantidade de uma solução aquosa 1 mol.L<sup>-1</sup> em nitrato de prata.

Em relação aos resultados observados após atingir o equilíbrio, assinale a opção que apresenta o(s) experimento(s) no(s) qual (is) houve aumento da quantidade de sólido.

- (A) Apenas I
- (B) Apenas I e II
- (C) Apenas I e III
- (D) Apenas II e III
- (E) Apenas I, II e III

**Gabarito: Letra E**

- I. Por efeito do íon comum, neste caso Cl<sup>-</sup>, há maior formação de precipitado por deslocamento de equilíbrio para a direita, conforme a reação:



- II. O sulfeto de hidrogênio reage com o Ag<sup>+</sup> em solução, deslocando o equilíbrio  $\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{AgCl}_{(s)}$  para a esquerda, logo, há diminuição do corpo de fundo.  
Contudo, o H<sub>2</sub>S reage com o Ag<sup>+</sup> formando Ag<sub>2</sub>S, que precipita (é mais insolúvel que o AgCl). Assim, o total de sólido precipitado aumenta no béquer.
- III. O nitrato de prata, AgNO<sub>3</sub>, é muito solúvel e o excesso de Ag<sup>+</sup> no meio desloca o equilíbrio para a formação de precipitado, ocorrendo aumento na quantidade de AgCl(s).

**Questão 19**

Assinale a opção com a resina polimérica que mais reduz o coeficiente de atrito entre duas superfícies sólidas.

- (A) Acrílica
- (B) Epoxídica
- (C) Estirênica
- (D) Poliuretânica
- (E) Poli (dimetil siloxano)

**Gabarito: Letra E**

O silicone (Poli (Dimetil siloxano)) é empregado comercialmente como lubrificante, cujas resinas poliméricas apresentam propriedades tais como anti-aderência, baixa viscosidade e boa resistência a ataques químicos, sendo a mais eficiente na redução do coeficiente de atrito.

**Questão 20**

Considere uma amostra aquosa em equilíbrio a 60°C, com pH de 6,5, a respeito da qual são feitas as seguintes afirmações:

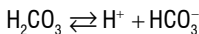
- I. A amostra pode ser composta de água pura.
- II. A concentração molar de  $H_3O^+$  é igual à concentração de  $OH^-$ .
- III. O pH da amostra não varia com a temperatura.
- IV. A constante de ionização da amostra depende da temperatura.
- V. A amostra pode ser uma solução aquosa 0,1 mol.L<sup>-1</sup> em  $H_2CO_3$ , considerando que a constante de dissociação do  $H_2CO_3$  é da ordem de  $1 \times 10^{-7}$ .

Das afirmações acima está (ão) CORRETA(S) apenas

- (A) I, II e IV.
- (B) I e III.
- (C) II e IV.
- (D) III e V.
- (E) V.

**Gabarito: A**

- I. Verdadeira. Sob temperaturas maiores que 25°C.  $K_w$  aumenta e assim é possível ter água pura com  $pH = pOH = 6,5$ .
- II. Verdadeira. Considerando a amostra como água pura, teremos uma solução neutra com  $pH = pOH$ .
- III. Falsa. A concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$  na água pura é função da temperatura.
- IV. Verdadeira. O produto iônico da água ( $K_w$ ) é função da temperatura.
- V. Falsa. Considerando somente a 1ª ionização:



$$0,1 - x \quad x \quad x$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x}$$

$$10^{-7} = \frac{x^2}{0,1 - x}, \quad \text{considerando } x \ll 0,1$$

$$x^2 = 10^{-8}, \text{ logo } x = [H^+] = 10^{-4} \text{ mol/L, } pH = 4$$

**Questão 21**

A tabela mostra a variação de entalpia de formação nas condições-padrão a 25°C de algumas substâncias. Calcule a variação de energia interna de formação, em KJ.mol<sup>-1</sup>, nas condições-padrão dos compostos tabelados. Mostre os cálculos realizados.

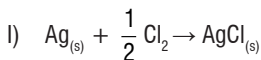




Substância	$\Delta H_f^\circ$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )
AgCl(s)	-127
CaCO <sub>3</sub> (s)	-1207
H <sub>2</sub> O(l)	-286
H <sub>2</sub> S(g)	-20
NO <sub>2</sub> (g)	+34

**Gabarito**

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT \Rightarrow \Delta U = \Delta H - \Delta nRT$$

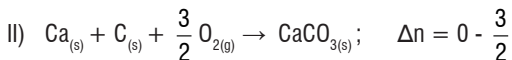


$$\Delta n = n_p - n_r$$

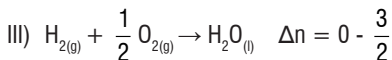
$$\Delta n = 0 - \frac{1}{2}$$

$$-127 = \Delta U + \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{8,31.298}{1000} \Rightarrow \Delta U = 1,23 - 127$$

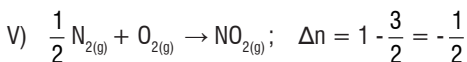
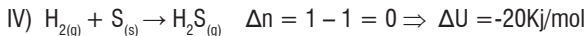
$$\Delta U = -125,76 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta U = 120 + \frac{3}{2} \cdot \frac{8,31.298}{1000} \Rightarrow \Delta U = -1203,28 \text{ KJ/mol}$$



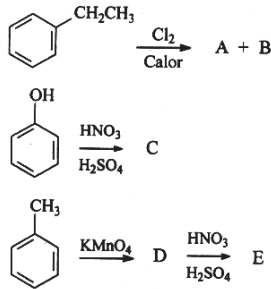
$$\Delta U = -286 - \left(-\frac{3}{2}\right) \cdot \frac{8,31.298}{1000} \Rightarrow \Delta U = -282,28 \text{ kJ/mol}$$



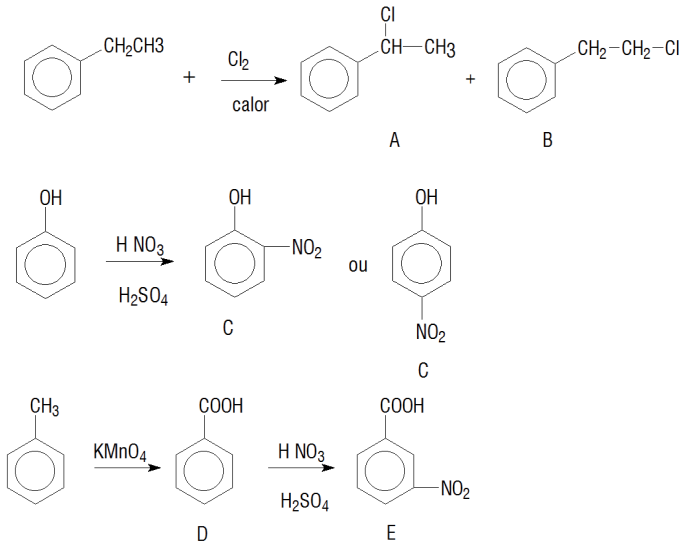
$$\Delta U = 34 - \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{8,31.298}{1000} \Rightarrow \Delta U = 35,24 \text{ kJ/mol}$$

**Questão 22**

Apresente os respectivos produtos (A, B, C, D e E) das reações químicas representadas pelas seguintes equações:



**Gabarito**



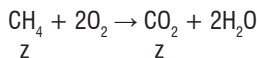
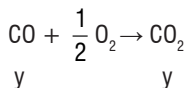
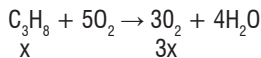
**Observação:** O composto C preferencialmente deve ser o orto, pois temos o dobro de possibilidade de formação, mas destacamos a possibilidade de formação em para.

**Questão 23**

Uma mistura gasosa é constituída de  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{CH}_4$ . A combustão de 100 L desta mistura em excesso de oxigênio produz 190 L de  $\text{CO}_2$ . Determine o valor numérico do volume, em L, de propano na mistura gasosa original.



**Gabarito**



$$x + y + z = 100$$

$$3x + y + z = 190$$

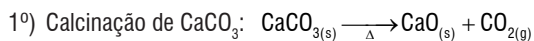
$$x = 45\text{L}$$

Volume de propano:  $V = 45\text{L}$

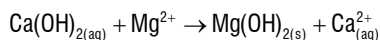
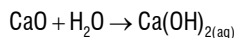
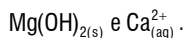
**Questão 24**

Descreva por meio de equações as reações químicas envolvidas no processo de obtenção de magnésio metálico a partir de carbonato de cálcio e água do mar.

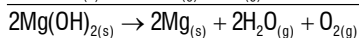
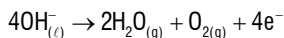
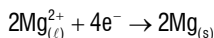
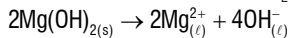
**Gabarito**



2º) Acrescenta-se o  $\text{CaO}$  na água do mar, formando  $\text{Ca(OH)}_2$  que, em seguida, reage com o  $\text{Mg}^{2+}$  formando:

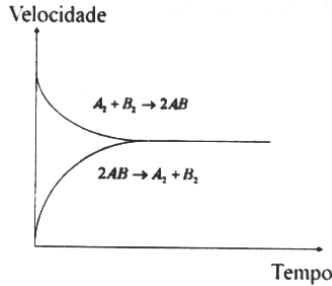


3º) Filtra-se a mistura e o  $\text{Mg(OH)}_2$  é eletrolisado (eletrólise ígnea).

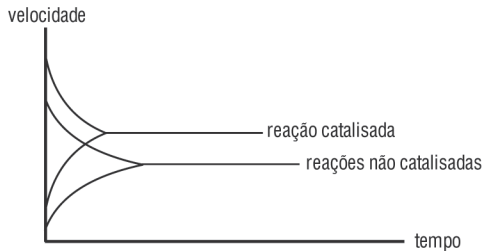


**Questão 25**

A figura apresenta a variação de velocidade em função do tempo para a reação química hipotética não catalisada representada pela equação  $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ . Reproduza esta figura no caderno de soluções, incluindo no mesmo gráfico, além das curvas da reação catalisada, as da reação não catalisada, explicitando ambas as condições.

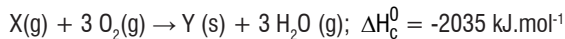


**Gabarito**



**Questão 26**

Considere a reação de combustão do composto X, de massa molar igual a  $27,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , representada pela seguinte equação química balanceada:

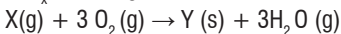


Calcule o valor numérico, em kJ, da quantidade de calor liberado na combustão de:

- (A)  $1,0 \times 10^3 \text{ g}$  de X
- (B)  $1,0 \times 10^2 \text{ mol}$  de X
- (C)  $2,6 \times 10^{22}$  moléculas de X
- (D) uma mistura de  $10,0 \text{ g}$  de X e  $10,0 \text{ g}$  de  $O_2$

**Gabarito**

$$MM_x = 27,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_c^\circ = -2035 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$



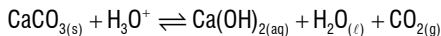
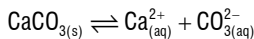
- a)  $\Delta H_c^\circ = -2035 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 27,7g liberam -2035 kJ na reação de combustão  
 $1,0 \times 10^3 \text{g} \text{ liberam } Q_1 = \frac{1,0 \times 10^3 \text{g} (-2035 \text{kJ})}{27,7 \text{g}}$   
 $Q_1 = -7,346 \cdot 10^3 \text{ kJ}$
- b) 1 mol libera 2035 kJ  
 $1 \times 10^2 \text{ mols} \text{ — } Q_2$   
 $Q_2 = -2035 \cdot 10^2 \text{ kJ}$   
 $Q_2 = -2035 \cdot 10^5 \text{ kJ}$
- c)  $6,02 \times 10^{23}$  moléculas — -2035kJ  
 $2,6 \times 10^{22}$  moléculas —  $Q_3$   
 $Q_3 = -87,89 \text{ kJ}$
- d) 27,7g de x reagem com 96g de  $\text{O}_2$   
 $m_x \text{ reagem com } 10 \text{g de } \text{O}_2$   
 $m_x = 2,885 \text{g (reagente em excesso)}$   
 $27,7 \text{ — } -2035 \text{ KJ}$   
 $2,885 \text{g — } Q_4$   
 $Q_4 = -211,95 \text{ kJ}$

### Questão 27

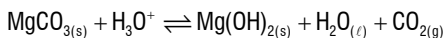
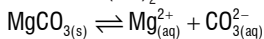
Considere dois lagos naturais, um dos quais contendo rocha calcárea ( $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ ) em contato com a água.

Discuta o que acontecerá quando houver precipitação de grande quantidade de chuva ácida ( $\text{pH} < 5,6$ ) em ambos os lagos. Devem constar de sua resposta os equilíbrios químicos envolvidos.

#### Gabarito



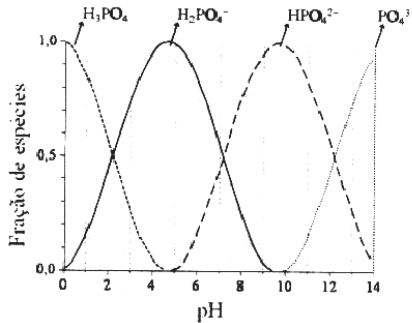
Como o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  é solúvel em água, o pH do lago tornar-se-á básico.



Como o  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  é pouco solúvel em água, então, o pH ficará levemente básico.

**Questão 28**

A figura apresenta o diagrama de distribuição de espécies para o ácido fosfórico em função do pH

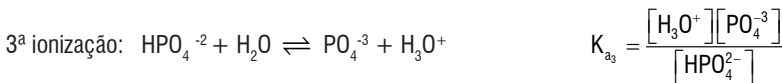
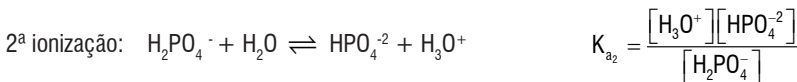
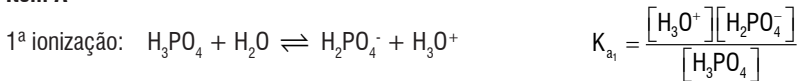


Com base nesta figura, pedem-se:

- (A) Os valores de  $pK_{a1}$ ,  $pK_{a2}$  e  $pK_{a3}$ , sendo  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$  e  $K_{a3}$ , respectivamente, a primeira, segunda e terceira constantes de dissociação do ácido fosfórico.
- (B) As substâncias necessárias para preparar uma solução tampão de pH 7,4, dispondo-se do ácido fosfórico e respectivos sais de sódio. Justifique.
- (C) A razão molar das substâncias escolhidas no item b).
- (D) O procedimento experimental para preparar a solução tampão do item b),

**Gabarito**

**Item A**



De acordo com o diagrama, podemos perceber que em  $pH = 2$  ( $[H^+] = 1,0 \times 10^{-2}$ ). A concentração das espécies  $H_3PO_4$  e  $H_2PO_4^-$  é igual, pois a fração dessas espécies possui o mesmo valor em  $pH = 2$ . Observando a expressão da constante da primeira ionização, vemos que  $K_{a1}$  é igual à concentração de íons  $H^+$ .

$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}$$

Em  $pH = 2$   $[H_3PO_4] = [H_2PO_4^-]$

$K_{a1} = [H_3O^+]$  (em  $pH = 2$ )

$K_{a1} = 1,0 \times 10^{-2}$

$pK_{a1} = 2$

Utilizando um raciocínio análogo, é possível obter os valores de  $K_{a2}$ ,  $K_{a3}$ ,  $pK_{a2}$  e  $pK_{a3}$ .



$K_{a2}$

Em  $\text{pH} \approx 7,4$   $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}]$

Utilizando a expressão de  $K_{a2}$ :

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

Em  $\text{pH} = 7,4$

$$K_{a2} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \times 10^{-7,4} = K_{a2} = 1,0 \times 10^{-7,4} = \text{p}K_{a2} = 7,4$$

$K_{a3}$

Em  $\text{pH} = 12$   $[\text{HPO}_4^{2-}] = [\text{PO}_4^{3-}]$

Utilizando a expressão de  $K_{a3}$ :

$$K_{a3} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \times 10^{-12} = K_{a3} = 1,0 \times 10^{-12} = \text{p}K_{a3} = 12$$

**Item B:**

Utilizando a equação de Henderson – Hasselbach e sabendo que um tampão tem sua capacidade tamponante dada pela relação:

$$\text{p}K_a = \text{pH} \pm 1$$

Podemos perceber que o equilíbrio escolhido deve ser aquele que envolva os íons  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ , pois o  $\text{p}K_a$  desse equilíbrio é praticamente igual ao  $\text{pH}$  do tampão.

Partindo dos sais  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  e  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  é possível então preparar um tampão com  $\text{pH} = 7,4$ .

**Item C:**

$$\text{p}K_{a2} = \text{pH} + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \rightarrow 7,4 = 7,4 + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \rightarrow \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 0$$

$$\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 10^0 \rightarrow \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 1$$

**Item D:**

Para a preparação do tampão, deve-se determinar o volume a ser produzido. Feito isso, deve-se determinar a massa dos dois sais que será utilizada, lembrando que a concentração dos dois sais devem ser iguais.

Em uma balança previamente tarada, pesa-se em um vidro de relógio uma massa  $m_1$  do sal contendo o íon  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e uma massa  $m_2$  do sal, contendo o íon  $\text{HPO}_4^{2-}$ ; assegurando que o número de mols dos dois sais sejam iguais.

Transferem-se os dois sais para um balão volumétrica de volume  $V$ , onde  $V$  é o volume do tampão que deve ser preparado.

O conteúdo do balão volumétrico deve ser, então, armazenado em um frasco apropriado.

**Questão 29**

A nitrocelulose é considerada uma substância química explosiva, sendo obtida a partir da nitração da celulose. Cite outras cinco substâncias explosivas sintetizadas por processos de nitração.

**Gabarito**

Os explosivos podem ser:

- Ácido pícrico
- Trinitrotolueno (TNT)
- Ácido estifnicico
- Nitroglicerina
- Tetranitrato de pentaeritrina

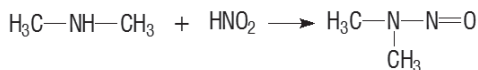
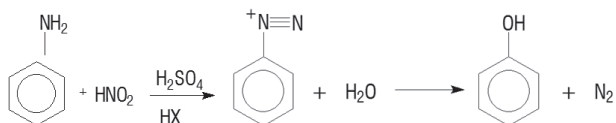
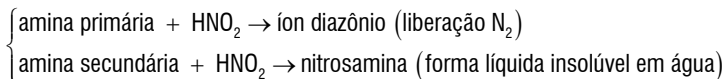
**Observação:** Essa questão cobrou conhecimento muito específico e pouco aplicado à realidade dos alunos.

**Questão 30**

Explique como diferenciar experimentalmente uma amina primária de uma secundária por meio da reação com o ácido nitroso. Justifique a sua resposta utilizando equações químicas para representar as reações envolvidas.

**Gabarito**

Neste caso temos:



A prova de Química deste ano foi, como sempre, bastante abrangente. Podemos dizer, também, que a prova exigiu do aluno um grande conhecimento da teoria de química e em algumas questões exigiu conteúdo muito específico e distante da realidade dos alunos (questões 19 e 29), mas no geral isso não comprometeu em nada a reconhecida qualidade deste concurso.

Parabenizamos, então, a banca de Química do vestibular do ITA pela prova deste ano.