

## ITA 2013

### DADOS EVENTUALMENTE NECESSÁRIOS

#### CONSTANTES

Constante de Avogadro =  $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Faraday (F) =  $9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Volume molar de gás ideal = 22,4 L (CNTP)

Constante dos gases (R) =  $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; (R) =  $8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

(R) =  $1,98 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ; (R) =  $62,4 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Constante gravitacional =  $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Constante de Rydberg ( $R_{\infty}hc$ ) =  $2,18 \times 10^{-18} \text{ J} = 13,6 \text{ eV}$

#### DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg =  $101325 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 760 \text{ Torr}$

$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ;  $1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):  $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e 760 mmHg.

Condições ambientes:  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e 1 atm.

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

(s) = sólido cristalino; (l) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (CM) = Circuito Metálico;

(conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias;

[A] = concentração da espécie química A em  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Elemento químico	Número atômico	Massa molar ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
H	1	1,01
Li	3	6,94
B	5	10,81
C	6	12,01
N	7	14,01
O	8	16,00
F	9	19,00
Na	11	22,99
Mg	12	24,30
Al	13	26,98
P	15	30,97
S	16	32,06
Cl	17	35,45
K	19	39,10
Ca	20	40,08
Cr	24	52,00
Fe	26	55,85
Cu	29	63,55
Zn	30	65,38
Ge	32	72,63
Br	35	79,90
Ag	47	107,90
I	53	126,90
Xe	54	131,30

Elemento químico	Número atômico	Massa molar (g.mol <sup>-1</sup> )
Ba	56	137,30
Pt	78	195,08
Hg	80	200,59
Pb	82	207,20

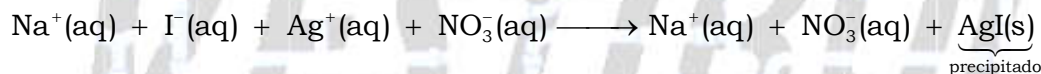
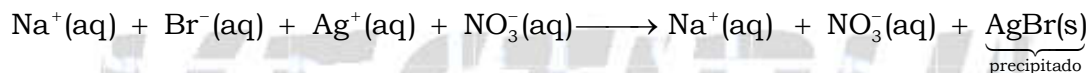
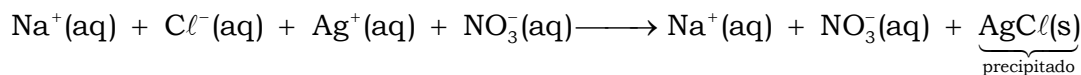
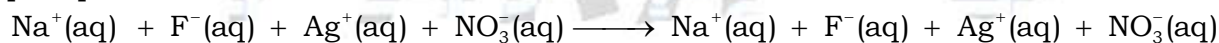
**Questão 1.** Uma alíquota de uma solução aquosa constituída de haletos de sódio foi adicionada a uma solução aquosa de nitrato de prata, com formação de um precipitado. À mistura contendo o precipitado, foi adicionada uma alíquota de solução aquosa diluída de hidróxido de amônio, com dissolução parcial do precipitado. Ao precipitado remanescente, foi adicionada uma alíquota de solução aquosa concentrada de hidróxido de amônio, verificando-se uma nova dissolução parcial do precipitado.

Sabendo que a mistura de haletos é constituída pelo fluoreto, brometo, cloreto e iodeto de sódio, assinale a alternativa CORRETA para o(s) haleto(s) de prata presente(s) no precipitado não dissolvido.

- A ( ) AgBr  
 B ( ) AgCl  
 C ( ) AgF  
 D ( ) AgI  
 E ( ) AgBr e AgCl

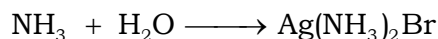
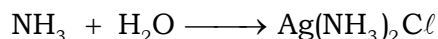
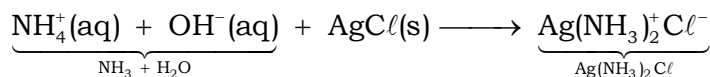
**Resolução: Alternativa D**

Uma alíquota de uma solução aquosa constituída de haletos (Na<sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>) de sódio foi adicionada a uma solução aquosa de nitrato de prata (Ag<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), com formação de um precipitado:



Ordem crescente de solubilidade: AgI < AgBr < AgCl.

À mistura contendo o precipitado, foi adicionada uma alíquota de solução aquosa diluída de hidróxido de amônio, que dissolve o AgCl:



Conclusão: O AgI é o haleto presente no precipitado.

**Questão 2.** Assinale a alternativa CORRETA para a substância química que dissolvida em água pura produz uma solução colorida.

- A ( )  $\text{CaCl}_2$     B ( )  $\text{CrCl}_3$     C ( )  $\text{NaOH}$     D ( )  $\text{KBr}$     E ( )  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

**Resolução: Alternativa B**

Sais derivados de elementos de transição produzem soluções coloridas, neste caso o  $\text{CrCl}_3$  (Cr é elemento de transição).

**Questão 3.** Assinale a alternativa CORRETA para o líquido puro com a maior pressão de vapor a 25 °C.

- A ( ) n-Butano,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$   
B ( ) n-Octano,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$   
C ( ) Propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$   
D ( ) Glicerol,  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$   
E ( ) Água,  $\text{H}_2\text{O}$

**Resolução: Alternativa A**

Quanto menores as forças atrativas, maior a pressão de vapor. Dos líquidos apresentados (25°C) o n-butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; hidrocarboneto) se encaixa nesta descrição.

Ordem crescente de forças atrativas:

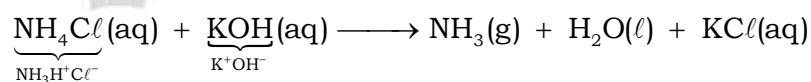
$\text{C}_4\text{H}_{10}$  (hidrocarboneto) <  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  (hidrocarboneto de cadeia mais longa)  
<  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  (1 hidroxila) <  $\text{H}_2\text{O}$  <  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ .

**Questão 4.** Na temperatura ambiente, hidróxido de potássio sólido reage com o cloreto de amônio sólido, com a liberação de um gás. Assinale a alternativa CORRETA para o gás liberado nesta reação.

- A ( )  $\text{Cl}_2$     B ( )  $\text{H}_2$     C ( )  $\text{HCl}$     D ( )  $\text{NH}_3$     E ( )  $\text{O}_2$

**Resolução: Alternativa D**

Teremos:

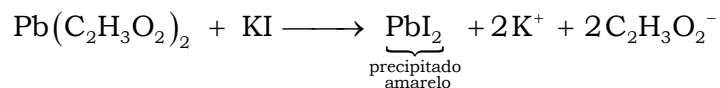


**Questão 5.** Assinale a alternativa CORRETA para o par de substâncias cujas soluções aquosas, ao serem misturadas, produz um precipitado amarelo.

- A ( )  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{KOH}$   
B ( )  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
C ( )  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{NaClO}_4$   
D ( )  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$  e  $\text{KI}$   
E ( )  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{NH}_4\text{OH}$

**Resolução: Alternativa D**

O precipitado amarelo citado no texto do enunciado é o  $\text{PbI}_2$ .

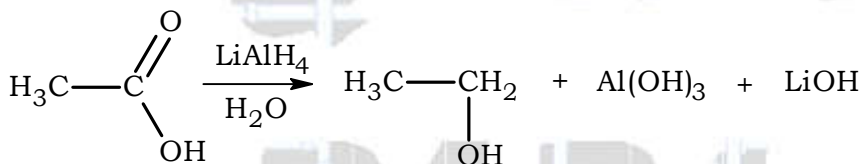


**Questão 6.** Um álcool primário, como o etanol, pode ser obtido pela redução de um ácido carboxílico. Assinale a alternativa CORRETA para o agente redutor que pode ser utilizado nesta reação.

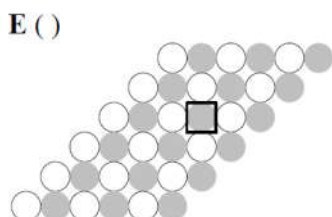
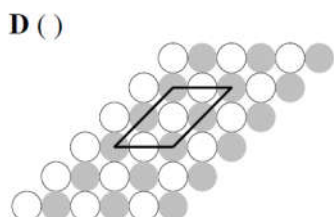
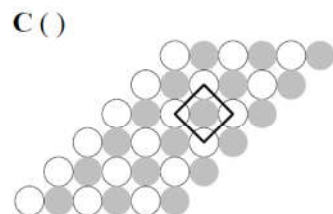
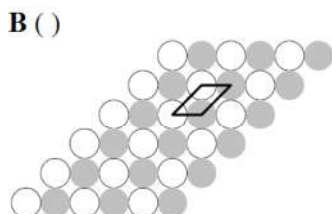
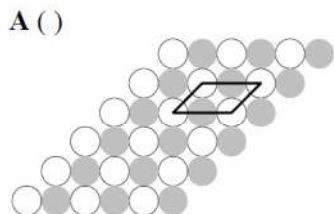
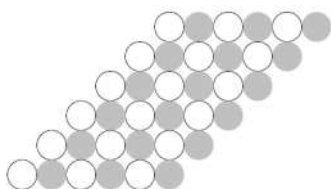
- A ( )  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- B ( )  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- C ( )  $\text{LiAlH}_4$
- D ( )  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado
- E ( )  $\text{HNO}_3$  concentrado

**Resolução: Alternativa C**

O agente redutor que pode ser utilizado nesta reação é o  $\text{LiAlH}_4$ .



**Questão 7.** Na figura abaixo é apresentada uma disposição bidimensional de bolinhas brancas e cinzas formando um “cristal”. Assinale a opção que apresenta a reprodução CORRETA para a célula unitária (caixa em destaque) do “cristal” em questão.



**Resolução: Alternativa C**

Os metais, ametais e alguns semimetais se posicionam geometricamente de maneira organizada dentro do retículo cristalino originando células, grades ou reticulados cristalinos.

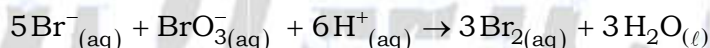
Três "conceitos de simetria" correlatos estão presentes em toda estrutura cristalina, seja em um metal, polímero ou cerâmica.

O primeiro conceito é de que o esqueleto da estrutura cristalina é um arranjo de pontos matemáticos conhecido como rede espacial.

O segundo conceito é o da base, existe uma repetição da base em cada ponto da rede espacial (que é o caso da abordagem desta questão).

O terceiro conceito é a existência da estrutura cristalina.

**Questão 8.** A reação entre os íons brometo e bromato, em meio aquoso e ácido, pode ser representada pela seguinte equação química balanceada:

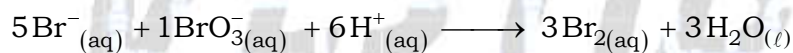


Sabendo que a velocidade de desaparecimento do íon bromato é igual a  $5,63 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO para a velocidade de aparecimento do bromo,  $\text{Br}_2$ , expressa em  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

- A ( )  $1,69 \times 10^{-5}$
- B ( )  $5,63 \times 10^{-6}$
- C ( )  $1,90 \times 10^{-6}$
- D ( )  $1,13 \times 10^{-6}$
- E ( )  $1,80 \times 10^{-16}$

**Resolução: Alternativa A**

Teremos, a partir da equação química, balanceada, fornecida no enunciado:



$$\frac{v_{\text{Br}^-}}{5} \quad \frac{v_{\text{BrO}_3^-}}{1} \quad \frac{v_{\text{H}^+}}{6} \quad \frac{v_{\text{Br}_2}}{3} \quad \frac{v_{\text{H}_2\text{O}}}{3}$$

$$\frac{v_{\text{BrO}_3^-}}{1} = \frac{v_{\text{Br}_2}}{3}$$

$$\frac{5,63 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{1} = \frac{v_{\text{Br}_2}}{3}$$

$$v_{\text{Br}_2} = 16,89 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 1,689 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{\text{Br}_2} = 1,69 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



**Questão 9.** 100 gramas de água líquida foram aquecidos utilizando o calor liberado na combustão completa de 0,25 gramas de etanol. Sabendo que a variação da temperatura da água foi de 12,5°C, assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO para a entalpia molar de combustão do etanol. Considere que a capacidade calorífica da água é igual a 4,18 kJ·kg<sup>-1</sup>·°C<sup>-1</sup> e que a energia liberada na combustão do etanol foi utilizada exclusivamente no aquecimento da água.

- A ( ) - 961 kJ  
 B ( ) - 5,2 kJ  
 C ( ) + 4,2 kJ  
 D ( ) + 5,2 kJ  
 E ( ) + 961 kJ

**Resolução: Alternativa A**

A partir da massa água aquecida, da capacidade calorífica da água e da variação da temperatura, calcula-se a quantidade de energia liberada na combustão do etanol:

$$m = 100 \text{ g}; c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}; \Delta T = 12,5 \text{ °C}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 100 \text{ g} \times 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1} \times 12,5 \text{ °C}$$

$$Q = 5225 \text{ g} \times \text{kJ} \times 10^{-3} \text{ g}^{-1} \times \text{°C}^{-1} \times \text{°C} = 5,225 \text{ kJ}$$

$$Q = 5,225 \text{ kJ}$$

5,225 kJ equivale ao valor da energia absorvida pela água na queima de 0,25 g de etanol. Para um mol de etanol, ou seja, 46 g, vem:

$$5,225 \text{ kJ} \text{ ——— } 0,25 \text{ g (etanol)}$$

$$E \text{ ——— } 46 \text{ g}$$

$$E = 961,4 \text{ kJ}$$

**Questão 10.** Considere Y a quantidade (em mol) de iodo dissolvido em 100 mL de água, X um solvente praticamente imiscível em água e K (=120) a constante de partição do iodo entre o solvente X e a água a 25°C. Assinale a alternativa CORRETA para o volume do solvente X necessário para extrair 90 % do iodo contido inicialmente em 100 mL de água.

- A ( ) 7,5 mL  
 B ( ) 9,0 mL  
 C ( ) 12 mL  
 D ( ) 100 mL  
 E ( ) 120 mL

**Resolução: Alternativa A**

Teremos:

$$Y \text{ ——— } 100 \%$$

$$n_{I_2} \text{ ——— } 90 \%$$

$$n_{I_2} = 0,9 Y \text{ mol}$$

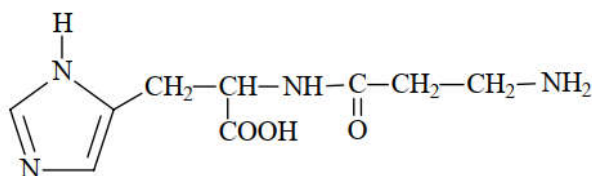
Aplicando a fórmula da constante de partição (relação entre a concentração do iodo no solvente X e a concentração do iodo na água), vem:

$$K = \frac{\left[ \frac{n_{I_2}}{V_X} \right]}{\left[ \frac{n_{I_2}}{V_{H_2O}} \right]}; V_{H_2O} = 100 \text{ mL}; (0,9 Y + 0,1 Y = Y)$$

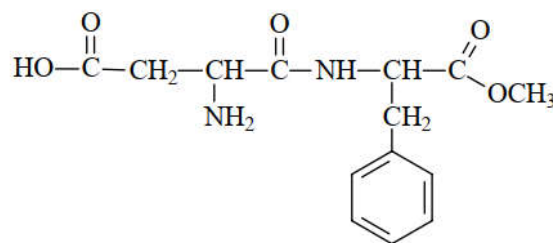
$$120 = \frac{\left[ \frac{0,9 Y \text{ mol}}{V_X} \right]}{\left[ \frac{0,1 Y \text{ mol}}{100 \text{ mL}} \right]}$$

$$V_X = \frac{900}{120} = 7,5 \text{ mL}$$

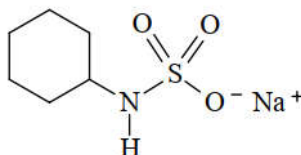
**Questão 11.** Considere as substâncias I, II e III e representadas pelas seguintes fórmulas estruturais:



I.  $\beta$ -alanil L-histidina



II. L-alfa-aspartil-L-fenilalanil metil-éster



III. ciclohexilsulfamato de sódio

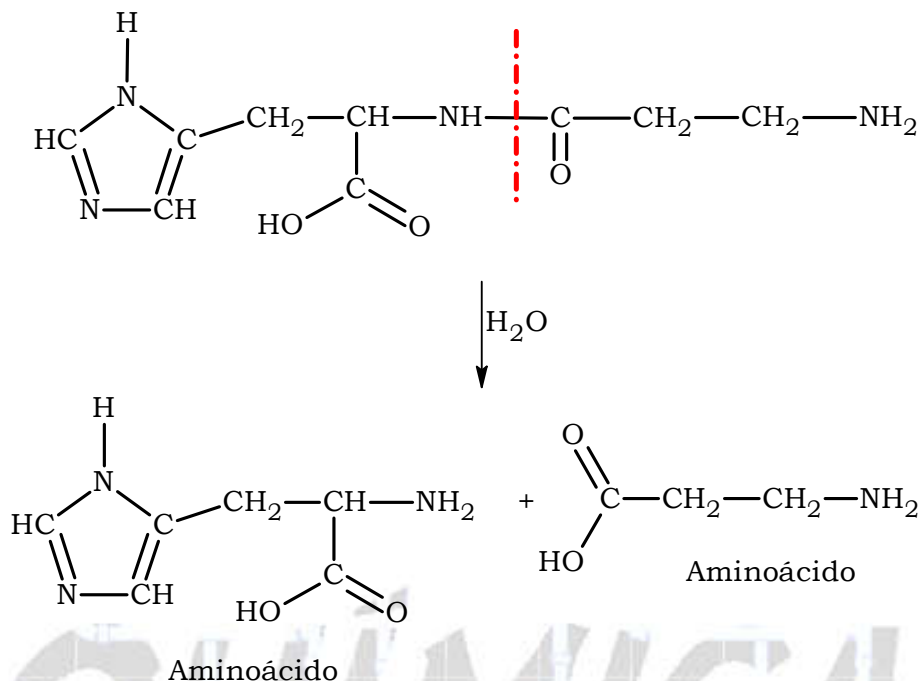
Sob certas condições de umidade, temperatura, pH e/ou presença de determinadas enzimas, estas substâncias são hidrolisadas. Assinale a opção CORRETA para o(s) produto(s) formado(s) na reação de hidrólise das respectivas substâncias.

- A ( ) Somente aminoácido é formado em I.  
 B ( ) Somente aminoácido é formado em II.  
 C ( ) Amina aromática é formada em I e II.  
 D ( ) Amina é formada em I e III.  
 E ( ) Aminoácido é formado em II e III.

**Resolução: Alternativa A**

Reação de hidrólise (“quebra” na presença de água):

Substância I



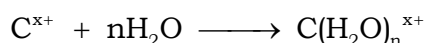
**Questão 12.** A tabela ao lado apresenta os números de cargas elétricas ( $Z$ ) e o raio iônico ( $r$ ) apresentados por alguns cátions metálicos. Para as mesmas condições de temperatura e pressão é CORRETO afirmar que o pH de soluções aquosas, com concentração  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dos nitratos de cada um dos cátions apresentados na tabela, aumenta na sequência:

Cátion metálico	$Z$	$r$ (pm)
$\text{Na}^+$	+1	95
$\text{Fe}^{2+}$	+2	76
$\text{Mg}^{2+}$	+2	65
$\text{Fe}^{3+}$	+3	64
$\text{Al}^{3+}$	+3	50

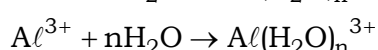
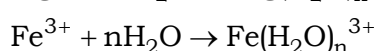
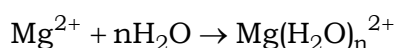
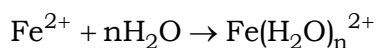
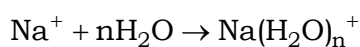
- A ( )  $\text{Na}^+ < \text{Fe}^{2+} < \text{Mg}^{2+} \cong \text{Fe}^{3+} < \text{Al}^{3+}$   
 B ( )  $\text{Na}^+ < \text{Fe}^{2+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Fe}^{3+} < \text{Al}^{3+}$   
 C ( )  $\text{Al}^{3+} \cong \text{Fe}^{3+} < \text{Mg}^{2+} \cong \text{Fe}^{2+} < \text{Na}^+$   
 D ( )  $\text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+} \cong \text{Mg}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Na}^+$   
 E ( )  $\text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Na}^+$

**Resolução: Alternativa E**

A hidratação de um íon é considerada um tipo de complexação (o íon formado é um aquo-complexo):

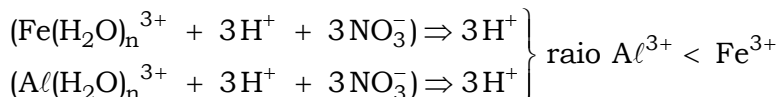
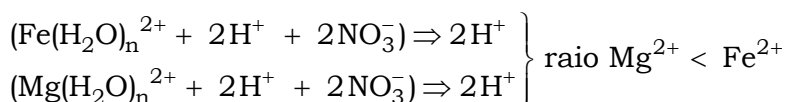
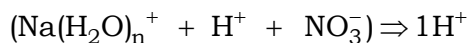


Para os cátions da tabela, teremos:





Acrescentando ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), vem:



A distribuição de cargas tem a ver com o raio do cátion, ou seja, quanto menor o raio do cátion, maior será a distribuição de carga positiva ao seu redor. Consequentemente a facilidade de formação de íons H<sup>+</sup> será maior e o pH da solução será menor.

Cátion metálico	r (pm)
Na <sup>+</sup>	95
Fe <sup>2+</sup>	76
Mg <sup>2+</sup>	65
Fe <sup>3+</sup>	64
Al <sup>3+</sup>	50

Conclusão (ordem crescente de pH): Al<sup>3+</sup> < Fe<sup>3+</sup> < Mg<sup>2+</sup> < Fe<sup>2+</sup> < Na<sup>+</sup>.

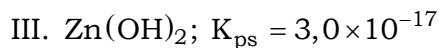
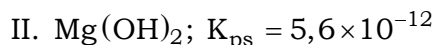
**Questão 13.** Assinale a opção que apresenta a afirmação CORRETA.

- A ( ) Um paciente com calor de 42 °C apresenta-se febril.
- B ( ) A adição de energia térmica à água líquida em ebulição sob pressão ambiente causa um aumento na sua capacidade calorífica.
- C ( ) Na temperatura de -4 °C e pressão ambiente, 5 g de água no estado líquido contêm uma quantidade de energia maior do que a de 5 g de água no estado sólido.
- D ( ) A quantidade de energia necessária para aquecer 5 g de água de 20°C até 25 °C é igual àquela necessária para aquecer 25 g de água no mesmo intervalo de temperatura e pressão ambiente.
- E ( ) Sob pressão ambiente, a quantidade de energia necessária para aquecer massas iguais de alumínio (calor específico 0,89 J·g<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>) e de ferro (calor específico 0,45 J·g<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>), respectivamente, de um mesmo incremento de temperatura, ΔT, é aproximadamente igual.

**Resolução: Alternativa C**

A mesma massa de uma substância, nas mesmas condições de pressão e temperatura, conterà maior energia no estado líquido do que no estado sólido. X(s) + Energia → X(l).

**Questão 14.** Considere o produto de solubilidade ( $K_{ps}$ ), a 25°C, das substâncias I, II e III:



Assinale a opção que contém a ordem CORRETA da condutividade elétrica, à temperatura de 25°C, de soluções aquosas não saturadas, de mesma concentração, dessas substâncias.

A ( ) I < II < III

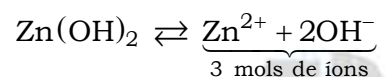
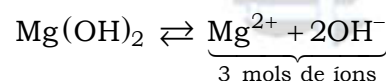
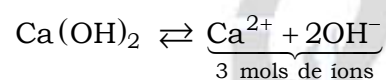
B ( ) I = II = III

C ( ) II < I < III

D ( ) III < I < II

E ( ) III < II < I

**Resolução: Alternativa B**



Como a concentração é a mesma, as soluções não estão saturadas e o número de mols de íons formados é o mesmo, conclui-se que a condutividade elétrica será a mesma (I = II = III).

**Questão 15.** É ERRADO afirmar que, à temperatura de 25°C, o potencial de um eletrodo de cobre construído pela imersão de uma placa de cobre em solução aquosa  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  de cloreto de cobre

A ( ) diminui se amônia é acrescentada à solução eletrolítica.

B ( ) diminui se a concentração do cloreto de cobre na solução eletrolítica for diminuída.

C ( ) duplica se a área da placa de cobre imersa na solução eletrolítica for duplicada.

D ( ) permanece inalterado se nitrato de potássio for adicionado à solução eletrolítica tal que sua concentração nesta solução seja  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

E ( ) aumenta se a concentração de íons de cobre for aumentada na solução eletrolítica.

**Resolução: Alternativa C**

A ddp de uma pilha pode mudar se alterarmos a quantidade de soluto nas cubas eletrolíticas, ou seja, se alterarmos as concentrações molares das soluções eletrolíticas.

Existe uma equação matemática, denominada **equação de Nernst** que relaciona a ddp com as concentrações molares das soluções.

A equação de Nernst é dada por:

$$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{0,059}{n} \log Q$$

Na qual:

$\Delta E$  = ddp da pilha (25 °C; solução de qualquer concentração molar)

$\Delta E^\circ$  = ddp da pilha (25 °C; solução de concentração 1 molar ou 1 mol/L)

0,059 = valor constante a 25° C, se a temperatura mudar este valor sofrerá alteração.

n = número de mols de elétrons transferidos durante o processo eletroquímico.

Q = quociente entre concentrações que sofrem alteração durante o funcionamento da pilha.

Conclusão: O potencial eletroquímico não depende da área da placa, de acordo com a equação de Nernst.

**Questão 16.** Uma solução líquida constituída por dois componentes A e B e apresentando comportamento ideal, conforme Lei de Raoult, está em equilíbrio com seu vapor. Utilizando a notação:

$x_A$  e  $x_B$  para as respectivas frações em *mol* das substâncias A e B na solução líquida,

$p_A$  e  $p_B$  para as respectivas pressões de vapor de A e B no vapor em equilíbrio com a solução líquida, e

$p_A^0$  e  $p_B^0$  para as respectivas pressões de vapor de A puro e B puro numa mesma temperatura,

assinale a opção que apresenta a relação CORRETA para a pressão de vapor de A ( $p_A$ ) em equilíbrio com a solução líquida.

A ( )  $p_A = p_A^0 \cdot (1 - x_A)$

B ( )  $p_A = p_B^0 \cdot (1 - x_B)$

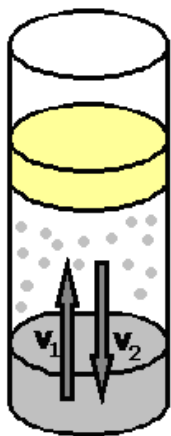
C ( )  $p_A = p_B^0 \cdot x_A$

D ( )  $p_A = p_A^0 \cdot x_A$

E ( )  $p_A = p_B^0 \cdot x_B$

**Resolução: Alternativa D**

Pressão de vapor de uma substância no estado líquido é a pressão exercida pelo vapor desta substância quando ele entra em equilíbrio com a fase líquida.



$V_1$ : velocidade de evaporação da fase líquida.

$V_2$ : velocidade de condensação da fase gasosa.

$$V_1 = V_2$$

No equilíbrio líquido-vapor o nível da fase líquida é constante.

A pressão exercida pela fase gasosa é chamada de pressão de vapor.

A pressão de vapor de A ( $p_A$ ) em equilíbrio com a solução líquida será dada por:

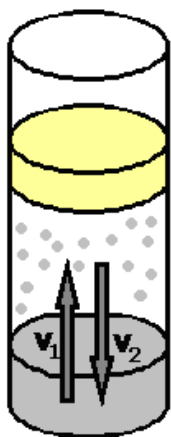
$$x_A = \frac{p_A}{p_A^0} \Rightarrow p_A = x_A \cdot p_A^0$$

**Questão 17.** Assinale a opção CORRETA para a propriedade físico-química cujo valor diminui com o aumento de forças intermoleculares.

- A ( ) Tensão superficial
- B ( ) Viscosidade
- C ( ) Temperatura de ebulição
- D ( ) Temperatura de solidificação
- E ( ) Pressão de vapor

**Resolução: Alternativa E**

Quanto maior a força intermolecular, menor a quantidade de vapor que se forma no equilíbrio líquido-vapor, ou seja, a propriedade físico-química cujo valor diminui com o aumento de forças intermoleculares é a pressão de vapor.



$V_1$ : velocidade de evaporação da fase líquida.

$V_2$ : velocidade de condensação da fase gasosa.

$$V_1 = V_2$$

No equilíbrio líquido-vapor o nível da fase líquida é constante.

A pressão exercida pela fase gasosa é chamada de pressão de vapor.

**Questão 18.** Um átomo  $A$  com  $n$  elétrons, após  $(n-1)$  sucessivas ionizações, foi novamente ionizado de acordo com a equação  $A^{(n-1)+} \longrightarrow A^{n+} + 1e^-$ . Sabendo o valor experimental da energia de ionização deste processo, pode-se conhecer o átomo  $A$  utilizando o modelo proposto por

- A ( ) E. Rutherford.
- B ( ) J. Dalton.
- C ( ) J. Thomson.
- D ( ) N. Bohr.
- E ( ) R. Mulliken.

**Resolução: Alternativa D**

Em 1913, Niels Böhrr propôs um modelo quântico de átomo. Os postulados podem ser reunidos da seguinte forma:

1. Um átomo é constituído de um núcleo e elétrons extranucleares, cujas interações elétricas seguem a lei de Coulomb.
2. Os elétrons se movem ao redor do núcleo, em órbitas circulares, e obedecem todos às leis da mecânica clássica.
3. Quando um elétron está numa órbita determinada, não ganha nem perde energia; diz-se que se acha num estado estacionário.

4. Os elétrons só podem apresentar variações de energia saltando de uma órbita para outra.

5. Um átomo só pode ganhar ou perder energia por quantidades equivalentes a um múltiplo inteiro de quanta.

Logo após a proposta de Böhr, o postulado (2) foi modificado pelo físico Sommerfeld, que substituiu o termo órbitas circulares por órbitas elípticas; trataremos aqui do modelo mais geral, chamado de Böhr-Sommerfeld.

Este modelo permite conhecer o átomo A e suas transições eletrônicas.

**Questão 19.** Os átomos A e B do segundo período da tabela periódica têm configurações eletrônicas da camada de valência representadas por  $ns^2 np^3$  e  $ns^2 np^5$ , respectivamente. Com base nessas informações, são feitas as seguintes afirmações para as espécies gasosas no estado fundamental:

I. O átomo A deve ter maior energia de ionização que o átomo B.

II. A distância da ligação entre os átomos na molécula  $A_2$  deve ser menor do que aquela na molécula  $B_2$ .

III. A energia de ionização do elétron no orbital 1s do átomo A deve ser maior do que aquela do elétron no orbital 1s do átomo de hidrogênio.

IV. A energia de ligação dos átomos na molécula  $B_2$  deve ser menor do que aquela dos átomos na molécula de hidrogênio ( $H_2$ ).

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

A ( ) I, II e IV.

B ( ) I e III.

C ( ) II e III.

D ( ) III e IV.

E ( ) IV.

**Resolução: Questão anulada no gabarito oficial.**

**SEM RESPOSTA.**

Análise das afirmações:

I. Incorreta. O átomo A deve ter menor energia de ionização que o átomo B, pois se estes átomos estiverem posicionados na mesma linha (período) da tabela periódica o átomo B apresentará maior número de prótons, logo seu raio será menor e sua energia de ionização será maior.

II. Correta. O átomo A ( $ns^2 np^3$ ) tem cinco elétrons na camada de valência e faz ligação tripla na molécula  $A_2$ .

O átomo B ( $ns^2 np^5$ ) tem cinco elétrons na camada de valência e faz ligação simples na molécula  $B_2$ .

A distância da ligação tripla é menor do que a distância na ligação simples.

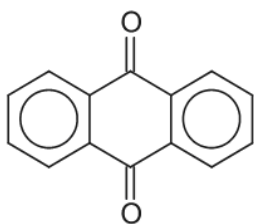
III. Correta. A energia de ionização do elétron no orbital 1s do átomo A deve ser maior do que aquela do elétron no orbital 1s do átomo de hidrogênio, pois sua carga nuclear é maior.

IV. Correta. A energia de ligação dos átomos na molécula B<sub>2</sub> (maior distância interatômica; elemento da família 7A) deve ser menor do que aquela dos átomos na molécula de hidrogênio (H<sub>2</sub>) (menor distância interatômica).

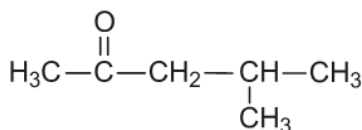
\* Obs: a questão 19 da prova de química, por falta de alternativa válida, foi considerada correta para todos os candidatos.

**Questão 20.** Considere as seguintes substâncias:

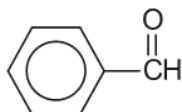
I.



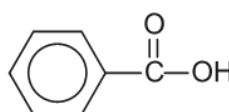
II.



III.



IV.



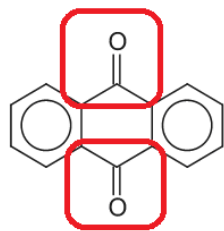
Dessas substâncias, é(são) classificada(s) como cetona(s) apenas

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

**Resolução: Alternativa A**

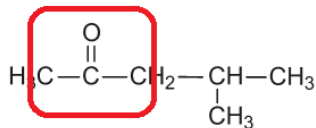
Teremos:

**I. Cetona**

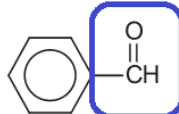


**Cetona**

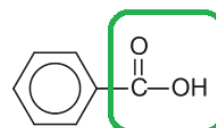
**II. Cetona**



**III. Aldeído**



**IV. Ácido carboxílico**





AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

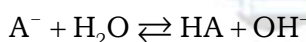
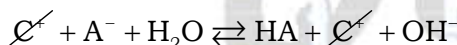
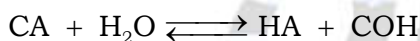
AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL, COM APRESENTAÇÃO DO VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO.

**Questão 21.** A reação química de um ácido fraco (com um hidrogênio dissociável) com uma base forte produziu um sal. Uma solução aquosa  $0,050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  desse sal puro é mantida à temperatura constante de  $25^\circ\text{C}$ . Admitindo-se que a constante de hidrólise do sal é  $K_{h, 25^\circ\text{C}} = 5,0 \times 10^{-10}$ , determine o valor numérico da concentração, em  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , do íon hidróxido nessa solução aquosa.

**Resolução:**

A reação química de um ácido fraco (com um hidrogênio dissociável; HA) com uma base forte (COH) produziu um sal (CA), então teremos uma hidrólise do tipo sal derivado de ácido fraco + base forte.

Generalizando:



$$K_h = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$$

M = mol / L



$$0,050 \text{ M} \qquad \qquad 0 \qquad 0 \qquad \text{(início)}$$

$$-x \qquad \qquad +x \qquad +x \qquad \text{(durante)}$$

$$(0,050 - x) \qquad \qquad +x \qquad +x \qquad \text{(equilíbrio)}$$

(x deve ser desprezado, pois seu valor é muito pequeno)

Como,



$$K_h = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$$

Vem:

$$K_{h, 25^\circ\text{C}} = 5,0 \times 10^{-10}$$

$$5,0 \times 10^{-10} = \frac{\eta \times \eta}{0,050}$$

$$\eta^2 = 0,25 \times 10^{-10} = 25 \times 10^{-12}$$

$$\eta = \sqrt{25 \times 10^{-12}} = 5,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\eta = [\text{OH}^-] = 5,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

**Questão 22.** Nas condições ambientes, uma placa de ferro metálico puro é mergulhada numa solução aquosa, com pH 9 e isenta de oxigênio, preparada pelo borbulhamento de sulfeto de hidrogênio gasoso em solução alcalina. Nesta solução, o ferro é oxidado (corroído) pelo íon hidrogenossulfeto com formação de uma camada sólida aderente e protetora sobre a superfície desse material metálico. A adição de cianeto de potássio à solução aquosa em contato com o substrato metálico protegido desestabiliza sua proteção promovendo a dissolução da camada protetora formada.

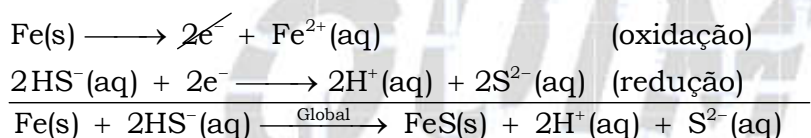
Com base nessas informações, escreva as equações químicas balanceadas das reações que representam:

a) a corrosão eletroquímica do ferro pelo íon hidrogenossulfeto, produzindo hidrogênio atômico.

b) a dissolução da camada passiva sobre o ferro pelo íon cianeto.

**Resolução:**

a) Equação química que representa a corrosão eletroquímica do ferro pelo íon hidrogenossulfeto, produzindo hidrogênio atômico:

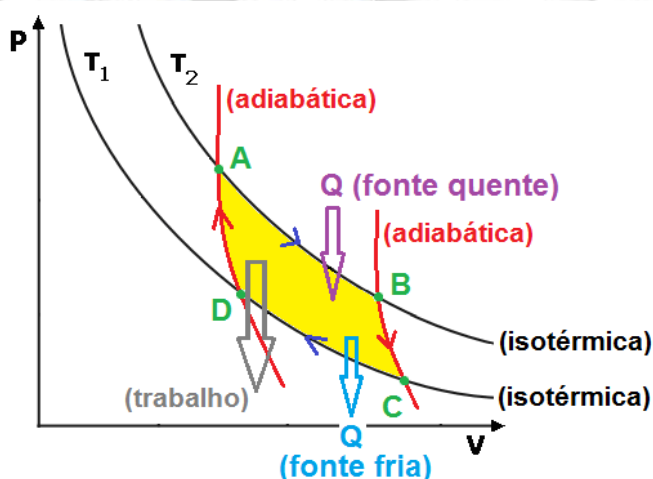


b) Equação química que representa a dissolução da camada passiva sobre o ferro pelo íon cianeto:  $\text{FeS(s)} + 6\text{CN}^-(\text{aq}) \longrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$ .

**Questão 23.** Em um gráfico de pressão *versus* volume, represente o diagrama do ciclo idealizado por Carnot (máquina térmica) para uma transformação cíclica, ininterrupta, e sem perdas de calor e de trabalho, e vice-versa. Identifique e denomine as quatro etapas dessa transformação cíclica.

**Resolução:**

Gráfico:



Temos duas transformações adiabáticas e duas transformações isotérmicas.

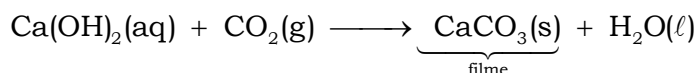
- A - B: isotérmica.
- C - D: isotérmica.
- D - A: adiabática.
- B - C: adiabática.

**Questão 24.** Por exposição à atmosfera ambiente, o hidróxido de cálcio hidratado (cal hidratada) produz um filme que é utilizado na proteção de superfícies de alvenaria em um processo denominado “caiação”. Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) da(s) reação(ões) que representa(m), respectivamente,:

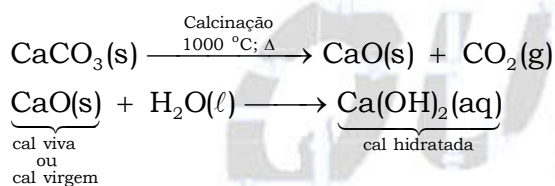
- a) a formação do filme acima citado, e  
 b) o processo de produção industrial da cal hidratada.

**Resolução:**

a) O hidróxido de cálcio hidratado (cal hidratada) produz um filme que é utilizado na proteção de superfícies de alvenaria, de acordo com a seguinte equação química:



b) Equação química do processo de produção industrial da cal hidratada:



**Questão 25.** A hidrazina (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) e o tetróxido de dinitrogênio (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) são utilizados na propulsão líquida de foguete. A equação química não-balanceada que representa a reação global entre esses dois reagentes químicos é

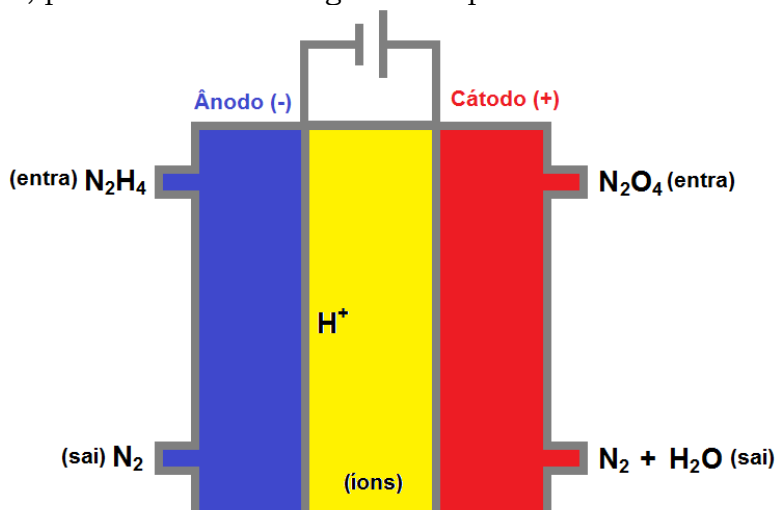


Analisando esta reação do ponto de vista eletroquímico:

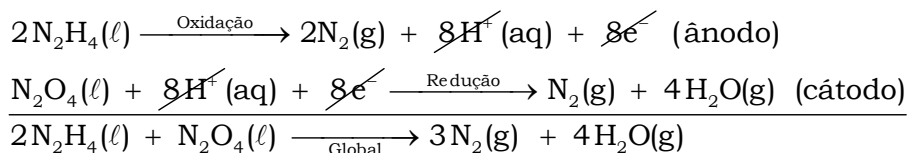
- a) esquematize um dispositivo eletroquímico (célula de combustível) no qual é possível realizar a reação química representada pela equação do enunciado.  
 b) escreva as equações químicas balanceadas das semirreações anódica e catódica que ocorrem no dispositivo eletroquímico.

**Resolução:**

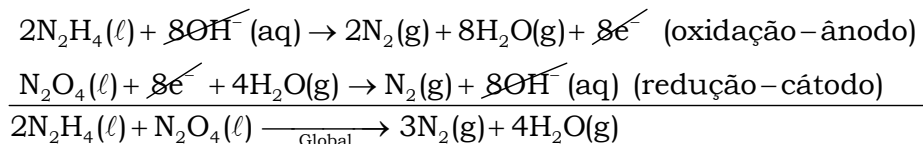
a) Esquemáticamente, poderíamos ter o seguinte dispositivo:



b) Equações químicas balanceadas das semirreações anódica e catódica que ocorrem no dispositivo eletroquímico para o meio ácido:



Equações químicas balanceadas das semirreações anódica e catódica que ocorrem no dispositivo eletroquímico para o meio básico:



**Questão 26.** Nas condições ambientes, qual dos cloretos é mais solúvel em etanol puro: cloreto de sódio ou cloreto de lítio? Justifique.

**Resolução:**

O cloreto de lítio é mais solúvel, pois o cátion lítio apresenta menor raio iônico (comparado ao cátion sódio) o que lhe confere maior a energia reticular e de solvatação (o  $\text{Li}^+$  interage melhor com o etanol devido ao menor raio).

**Observações teóricas:**

Energia reticular: energia absorvida na separação de dois íons.

Energia de solvatação: energia liberada na atração de um íon e a molécula do solvente.

**Questão 27.** Nas condições ambientes, 0,500 g de um resíduo sólido foi dissolvido completamente em aproximadamente 13 mL de uma mistura dos ácidos nítrico e fluorídrico ( $\text{HNO}_3 : \text{HF} = 10 : 3$ ). A solução aquosa ácida obtida foi quantitativamente transferida para um balão volumétrico com capacidade de 250 mL e o volume do balão completado com água desmineralizada. A análise quantitativa dos íons de ferro na solução do balão revelou que a quantidade de ferro nesta solução era igual a  $40,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Respeitando o número de algarismos significativos, determine a quantidade de ferro (em % em massa) presente no resíduo sólido. Mostre o raciocínio e os cálculos realizados para chegar à sua resposta.

**Resolução:**

A análise quantitativa dos íons de ferro na solução do balão revelou que a quantidade de ferro nesta solução era igual a  $40,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , então:

$$40,0 \text{ mg} \text{ ——— } 1000 \text{ mL}$$

$$m_{\text{Fe}} \text{ ——— } 250 \text{ mL}$$

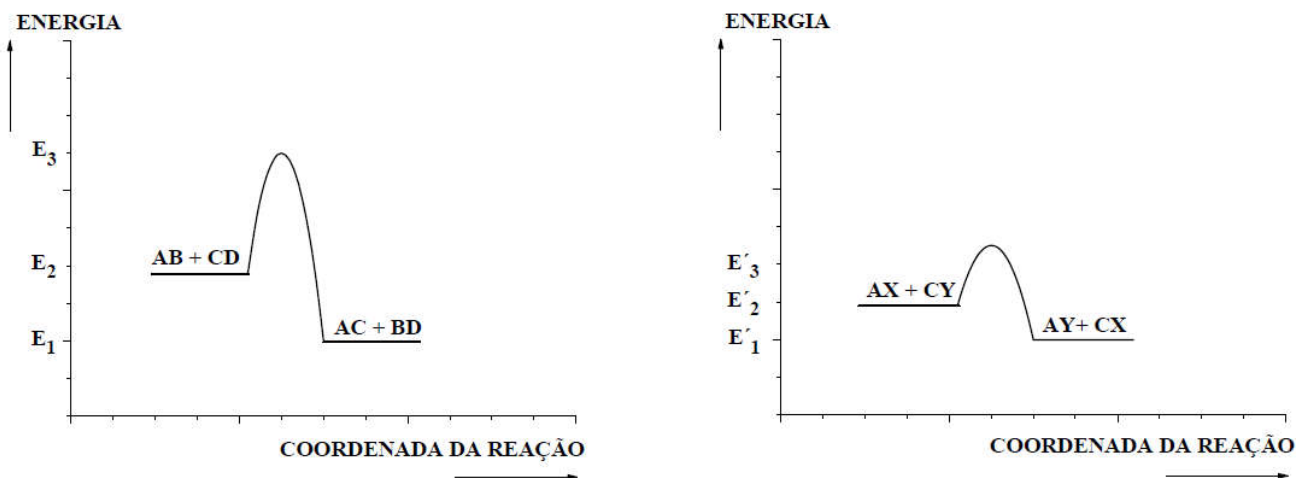
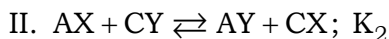
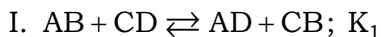
$$m_{\text{Fe}} = 10,0 \text{ mg} = 0,0100 \text{ g}$$
  

$$100 \% \text{ ——— } 0,500 \text{ g}$$

$$p \text{ ——— } 0,0100 \text{ g}$$

$$p = 2,00 \%$$

**Questão 28.** Os diagramas seguintes, traçados numa mesma escala, referem-se, respectivamente, aos equilíbrios, em fase gasosa e numa mesma temperatura, representados pelas seguintes equações químicas:



Comparando as informações apresentadas nos dois diagramas, pedem-se:

**a)** Qual das constantes de equilíbrio,  $K_1$  ou  $K_2$  terá valor maior? Justifique sua resposta. Dado eventualmente necessário: A relação entre a variação da Energia Livre de Gibbs padrão ( $\Delta G^0$ ) e a constante de equilíbrio ( $K$ ) de uma reação é dada por  $\Delta G^0 = -RT \cdot \ln k$ .

**b)** Para as seguintes misturas numa mesma temperatura:

Mistura 1		Mistura 2	
$[AB]_{\text{inicial}} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[AD]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$	$[AX]_{\text{inicial}} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[CY]_{\text{inicial}} = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
$[CD]_{\text{inicial}} = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[CB]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$	$[AY]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$	$[CX]_{\text{inicial}} = \text{ZERO}$

Qual das reações químicas, expressa pela equação I ou II, atinge o equilíbrio mais rapidamente? Justifique sua resposta.

**Resolução:**

**a)** Resumidamente:

Energia liberada na reação =  $\Delta H$

Energia gasta na organização =  $\Delta S \times T$

Saldo de energia =  $\Delta H - \Delta S \times T$

Este saldo de energia aproveitável é denominado ENERGIA LIVRE (OU ENERGIA LIVRE DE GIBBS OU ENERGIA ÚTIL), e é representado por  $\Delta G = \Delta H - \Delta S \times T$ .

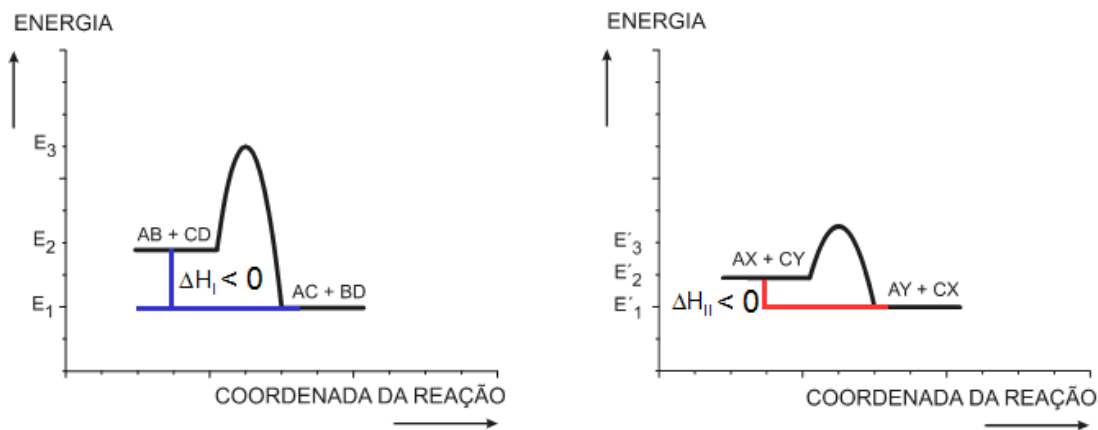
Onde:

$\Delta G$ : variação da energia livre de Gibbs;  $\Delta H$ : variação de entalpia;  $\Delta S$ : variação de entropia;  $T$ : temperatura (em Kelvin).

Para as reações I e II, teremos na mesma temperatura:

$$\Delta G_I = \Delta H_I - \Delta S \times T$$

$$\Delta G_{II} = \Delta H_{II} - \Delta S \times T$$



A partir dos diagramas, vem:

$$\Delta H_I < 0; \Delta H_{II} < 0$$

$$|\Delta H_I| > |\Delta H_{II}|$$

$$|\Delta G_I| > |\Delta G_{II}|$$

$$\Delta G_I < 0; \Delta G_{II} < 0$$

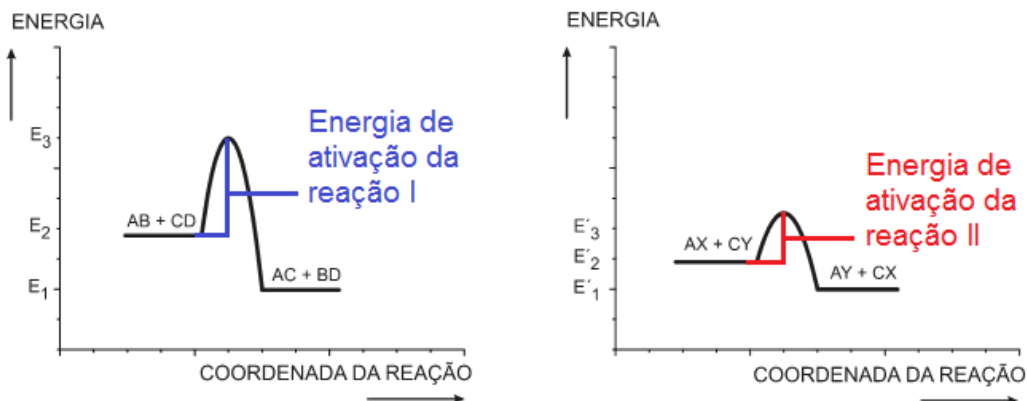
A constante de equilíbrio ( $K$ ) de uma reação é dada por  $\Delta G^0 = -RT \cdot \ln k$ , então:

$$\Delta G_I = -RT \cdot \ln K_1 \Rightarrow K_1 = e^{-\frac{\Delta G_I}{RT}}$$

$$\Delta G_{II} = -RT \cdot \ln K_2 \Rightarrow K_2 = e^{-\frac{\Delta G_{II}}{RT}}$$

$$-\frac{\Delta G_I}{RT} > -\frac{\Delta G_{II}}{RT} \Rightarrow K_1 > K_2$$

**b)** A partir dos diagramas verificamos que a energia de ativação da reação I é maior do que a de II.



Conclui-se que a reação II atingirá o equilíbrio antes, ou seja, num menor intervalo de tempo. **20**



**Questão 29.** Sabendo que a energia de ionização do processo descrito na Questão 18 é igual a 122,4 eV, determine qual é o átomo A utilizando equações e cálculos pertinentes.

**Resolução:**

Teremos, de acordo com o modelo de Bôhr:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \times Z^2$$

$$E_1 = -\frac{13,6}{1^2} \times Z^2$$

Então,

$$E_{\text{fóton}} = E_n - E_K \text{ ou } E_{\text{fóton}} = E_\infty - E_1$$

$$122,4 = -\underbrace{\frac{13,6}{\infty^2}}_{\text{tende a zero}} \times Z^2 - \left( -\frac{13,6}{1^2} \times Z^2 \right)$$

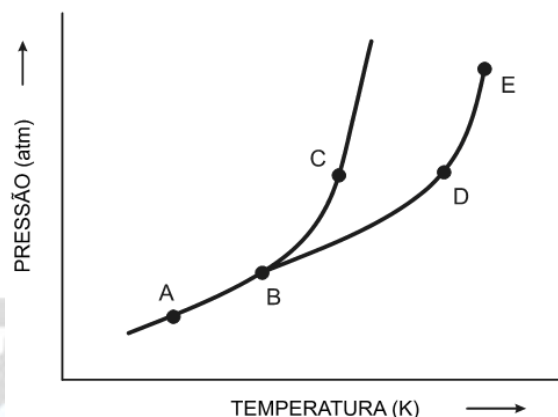
$$122,4 = -\left( -\frac{13,6}{1^2} \times Z^2 \right)$$

$$Z^2 = \frac{122,4}{13,6} \Rightarrow Z = \sqrt{\frac{122,4}{13,6}} = \sqrt{9}$$

Z = 3 (Lítio)

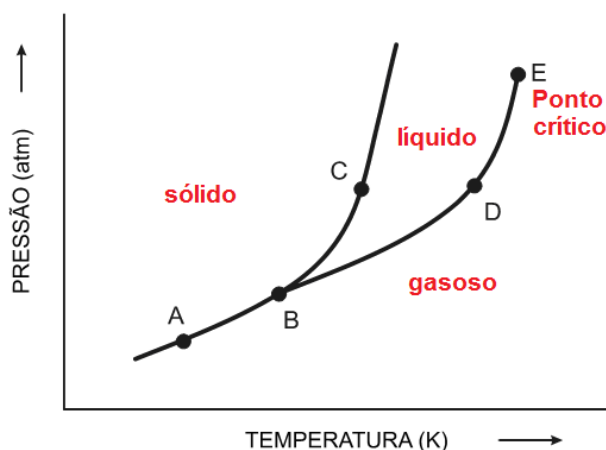
**Questão 30.** Considere o diagrama de fase hipotético representado esquematicamente na figura ao lado:

O que representam os pontos A, B, C, D e E?



**Resolução:**

Teremos:



A: Equilíbrio entre a fase sólida e gasosa ( $S \rightleftharpoons G$ ).

B: Ponto triplo: equilíbrio entre a fase sólida, líquida e gasosa ( $S \rightleftharpoons L \rightleftharpoons G$ ).

C: Equilíbrio entre a fase sólida e líquida ( $S \rightleftharpoons L$ ).

D: Equilíbrio entre a fase líquida e gasosa ( $L \rightleftharpoons G$ ).

E: Ponto crítico, no qual a temperatura é muito elevada e a pressão também. Neste ponto não se distingue mais gás líquido de gás.

# QUÍMICA PARA O VESTIBULAR