

## 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	=	$22,4 \text{ L} \text{ (CNTP)}$
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases ( $R$ )	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Constante gravitacional ( $g$ )	=	$9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
Constante de Rydberg ( $R_{\infty hc}$ )	=	$2,18 \times 10^{-18} \text{ J} = 13,6 \text{ eV}$

## DEFINIÇÕES

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

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

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

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

Condições-padrão:  $25^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ atm}$ ; concentração 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. ( $\ell$ ) = líquido. ( $g$ ) = gás. ( $aq$ ) = aquoso. ( $CM$ ) = circuito metálico. ( $conc$ ) = concentrado.

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

## MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
H	1	1,01	Ca	20	40,08
Li	3	6,94	Cr	24	52,00
B	5	10,81	Fe	26	55,85
C	6	12,01	Cu	29	63,55
N	7	14,01	Zn	30	65,38
O	8	16,00	Ge	32	72,63
F	9	19,00	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Ag	47	107,90
Mg	12	24,31	I	53	126,90
Al	13	26,98	Xe	54	131,30
P	15	30,97	Ba	56	137,30
S	16	32,07	Pt	78	195,10
Cl	17	35,45	Hg	80	200,60
K	19	39,10	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** ( )  $\text{AgBr}$

**B** ( )  $\text{AgCl}$

**C** ( )  $\text{AgF}$

**D** ( )  $\text{AgI}$

**E** ( )  $\text{AgBr}$  e  $\text{AgCl}$

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

- A ( )  $CaCl_2$       B ( )  $CrCl_3$       C ( )  $NaOH$       D ( )  $KBr$       E ( )  $Pb(NO_3)_2$

**Questão 3.** Assinale a alternativa CORRETA para o líquido puro com a maior pressão de vapor a  $25^\circ C$ .

- A ( ) n-Butano,  $C_4H_{10}$       B ( ) n-Octano,  $C_8H_{18}$       C ( ) Propanol,  $C_3H_7OH$   
D ( ) Glicerol,  $C_3H_5(OH)_3$       E ( ) Água,  $H_2O$

**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 ( )  $Cl_2$       B ( )  $H_2$       C ( )  $HCl$       D ( )  $NH_3$       E ( )  $O_2$

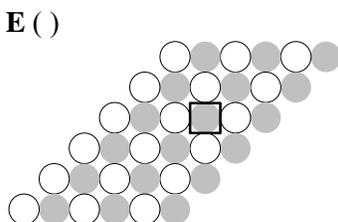
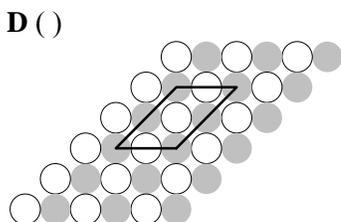
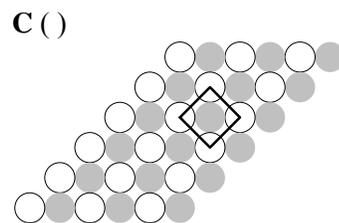
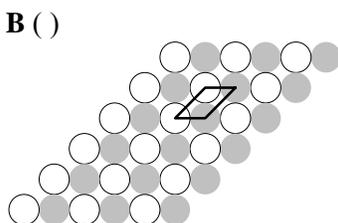
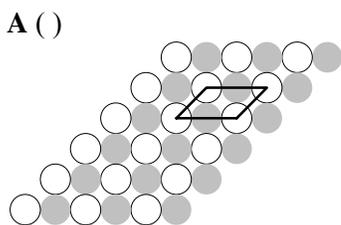
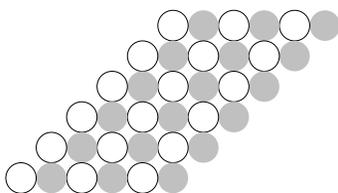
**Questão 5.** Assinale a alternativa CORRETA para o par de substâncias cujas soluções aquosas, ao serem misturadas, produz um precipitado amarelo.

- A ( )  $AlCl_3$  e  $KOH$       B ( )  $Ba(NO_3)_2$  e  $Na_2SO_4$       C ( )  $Cu(NO_3)_2$  e  $NaClO_4$   
D ( )  $Pb(C_2H_3O_2)_2$  e  $KI$       E ( )  $AgNO_3$  e  $NH_4OH$

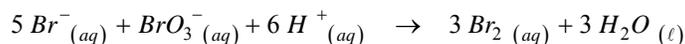
**Questão 6.** Um álcool primário, como o etanol, pode ser obtido pela redução de um ácido carboxílico. Assinale a alternativa CORRETA para o agente redutor que pode ser utilizado nesta reação.

- A ( )  $K_2Cr_2O_7$       B ( )  $K_2CrO_4$       C ( )  $LiAlH_4$       D ( )  $H_2SO_4$  concentrado      E ( )  $HNO_3$  concentrado

**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.



**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 ( )  $1,80 \times 10^{-16}$

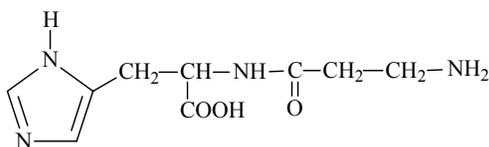
**Questão 9.** 100 gramas de água líquida foram aquecidos utilizando o calor liberado na combustão completa de 0,25 gramas de etanol. Sabendo que a variação da temperatura da água foi de  $12,5^\circ\text{C}$ , assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO para a entalpia molar de combustão do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

- A ( )  $-961 \text{ kJ}$       B ( )  $-5,2 \text{ kJ}$       C ( )  $+4,2 \text{ kJ}$       D ( )  $+5,2 \text{ kJ}$       E ( )  $+961 \text{ kJ}$

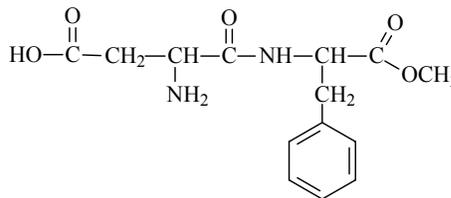
**Questão 10.** Considere  $Y$  a quantidade (em mol) de iodo dissolvido em 100 mL de água,  $X$  um solvente praticamente imiscível em água e  $K (= 120)$  a constante de partição do iodo entre o solvente  $X$  e a água a  $25^\circ\text{C}$ . Assinale a alternativa CORRETA para o volume do solvente  $X$  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

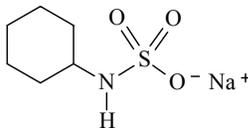
**Questão 11.** Considere as substâncias  $I$ ,  $II$  e  $III$  representadas pelas seguintes fórmulas estruturais:



*I*.  $\beta$ -alanil L-histidina



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



*III*. ciclohexilsulfamato de sódio

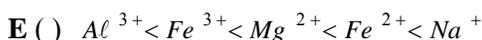
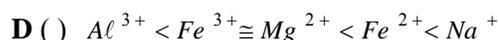
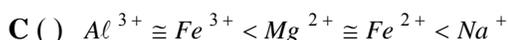
Sob certas condições de umidade, temperatura,  $pH$  e/ou presença de determinadas enzimas, estas substâncias são hidrolisadas. Assinale a opção CORRETA para o(s) produto(s) formado(s) na reação de hidrólise das respectivas substâncias.

- 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*.

**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



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

**A** ( ) Um paciente com calor de  $42^\circ\text{C}$  apresenta-se febril.

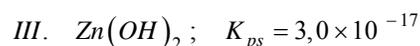
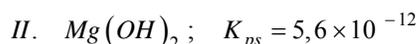
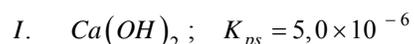
**B** ( ) A adição de energia térmica à água líquida em ebulição sob pressão ambiente causa um aumento na sua capacidade calorífica.

**C** ( ) Na temperatura de  $-4^\circ\text{C}$  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.

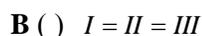
**D** ( ) A quantidade de energia necessária para aquecer 5 g de água de  $20^\circ\text{C}$  até  $25^\circ\text{C}$  é igual àquela necessária para aquecer 25 g de água no mesmo intervalo de temperatura e pressão ambiente.

**E** ( ) Sob pressão ambiente, a quantidade de energia necessária para aquecer massas iguais de alumínio (calor específico  $0,89 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) e de ferro (calor específico  $0,45 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), respectivamente, de um mesmo incremento de temperatura,  $\Delta T$ , é aproximadamente igual.

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



Assinale a opção que contém a ordem CORRETA da condutividade elétrica, à temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , de soluções aquosas não saturadas, de mesma concentração, dessas substâncias.



**Questão 15.** É ERRADO afirmar que, à temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , 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.

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

**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

**Questão 18.** Um átomo  $A$  com  $n$  elétrons, após  $(n-1)$  sucessivas ionizações, foi novamente ionizado de acordo com a equação  $A^{(n-1)+} \rightarrow A^{n+} + 1e^-$ . 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.

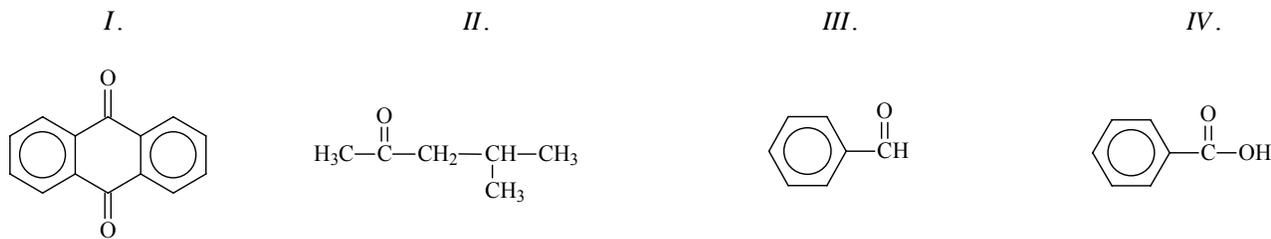
**Questão 19.** Os átomos  $A$  e  $B$  do segundo período da tabela periódica têm configurações eletrônicas da camada de valência representadas por  $ns^2np^3$  e  $ns^2np^5$ , respectivamente. Com base nessas informações, são feitas as seguintes afirmações para as espécies gasosas no estado fundamental:

- 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.*

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



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.*

**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.

**Questão 22.** Nas condições ambientes, uma placa de ferro metálico puro é mergulhada numa solução aquosa, com  $\text{pH } 9$  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.

**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.

**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.

**Questão 25.** A hidrazina ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) e o tetróxido de dinitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) são utilizados na propulsão líquida de foguete. A equação química não-balanceada que representa a reação global entre esses dois reagentes químicos é



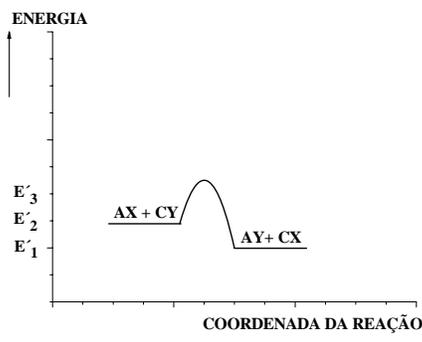
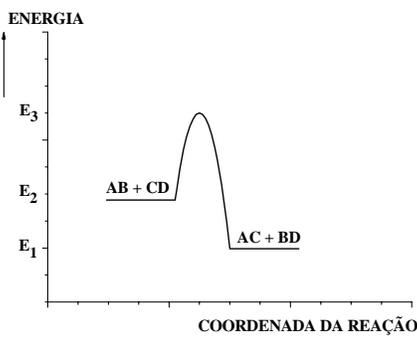
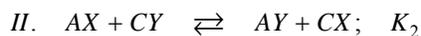
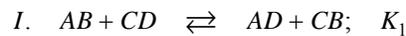
Analisando esta reação do ponto de vista eletroquímico:

- 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.

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

**Questão 27.** Nas condições ambientes,  $0,500 \text{ g}$  de um resíduo sólido foi dissolvido completamente em aproximadamente  $13 \text{ mL}$  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  $250 \text{ mL}$  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.

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

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

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

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

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

