

## CONSTANTES

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

## DEFINIÇÕES

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

**Condições ambientes:** 25 °C e 1 atm.

**Condições-padrão:** 25 °C, 1 atm, concentração das soluções: 1 mol L<sup>-1</sup> (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) = (ℓ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (CM) = circuito metálico; [A] = concentração da espécie química A em mol L<sup>-1</sup> e (ua) = unidades arbitrárias.

## 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	Ti	22	47,88
C	6	12,01	Cr	24	52,00
N	7	14,01	Mn	25	54,94
O	8	16,00	Fe	26	55,85
F	9	19,00	Zn	30	65,37
Na	11	22,99	Br	35	79,91
Al	13	26,98	Ag	47	107,87
Si	14	28,09	Sb	51	121,75
P	15	30,97	I	53	126,90
S	16	32,06	Xe	54	131,30
Cl	17	35,45	Ba	56	137,34
Ar	18	39,95	Pt	78	195,09
K	19	39,10	Hg	80	200,59
Ca	20	40,08	Pb	82	207,21

As questões de **01 a 20 NÃO devem ser resolvidas no caderno de soluções**. Para respondê-las, marque a opção escolhida para cada questão na **folha de leitura óptica** e na **reprodução da folha de leitura óptica** (que se encontra na última página do caderno de soluções).

**Questão 1.** O abaixamento da temperatura de congelamento da água numa solução aquosa com concentração molar de soluto igual a 0,100 mol kg<sup>-1</sup> é 0,55 °C. Sabe-se que a constante crioscópica da água é igual a 1,86 °C kg mol<sup>-1</sup>. Qual das opções abaixo contém a fórmula molecular **CORRETA** do soluto?

- A ( )  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]\text{Cl}$ .      B ( )  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ .      C ( )  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ .  
D ( )  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .      E ( )  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

**Questão 2.** Qual das opções apresenta uma substância que ao reagir com um agente oxidante ([O]), em excesso, produz um ácido carboxílico?

- A ( ) 2-propanol.      B ( ) 2-metil-2-propanol.      C ( ) ciclobutano.  
D ( ) propanona.      E ( ) etanol.

**Questão 3.** Uma solução líquida é constituída de 1,2-dibromo etileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>) e 2,3-dibromo propeno (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>). A 85 °C, a concentração do 1,2-dibromo etileno nesta solução é igual a 0,40 (mol/mol). Nessa temperatura as pressões de vapor saturantes do 1,2-dibromo etileno e do 2,3-dibromo propeno puros são, respectivamente, iguais a 173 mmHg e 127 mmHg. Admitindo que a solução tem comportamento ideal, é **CORRETO** afirmar que a concentração (em mol/mol) de 2,3-dibromo propeno na fase gasosa é igual a

- A ( ) 0,40.      B ( ) 0,42.      C ( ) 0,48.      D ( ) 0,52.      E ( ) 0,60.

**Questão 4.** Uma mistura de azoteto de sódio,  $\text{NaN}_3(\text{c})$ , e de óxido de ferro (III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{c})$ , submetida a uma centelha elétrica reage muito rapidamente produzindo, entre outras substâncias, nitrogênio gasoso e ferro metálico. Na reação entre o azoteto de sódio e o óxido de ferro (III) misturados em proporções estequiométricas, a relação (em mol/mol)  $\text{N}_2(\text{g})/\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{c})$  é igual a

- A ( )  $\frac{1}{2}$ .      B ( ) 1.      C ( )  $\frac{3}{2}$ .      D ( ) 3.      E ( ) 9.

**Questão 5.** Uma determinada substância cristaliza no sistema cúbico. A aresta da célula unitária dessa substância é representada por  $Z$ , a massa específica por  $\mu$  e a massa molar por  $\bar{M}$ . Sendo  $N_{\text{av}}$  igual ao número de Avogadro, qual é a expressão algébrica que permite determinar o número de espécies que formam a célula unitária desta substância?

- A ( )  $\frac{Z^3 \mu}{\bar{M}}$ .      B ( )  $\frac{Z^3 \bar{M}}{\mu}$ .      C ( )  $\frac{Z^3}{\mu}$ .      D ( )  $\frac{Z^3 \bar{M} N_{\text{av}}}{\mu}$ .      E ( )  $\frac{Z^3 \mu N_{\text{av}}}{\bar{M}}$ .

**Questão 6.** Sabendo que o estado fundamental do átomo de hidrogênio tem energia igual a  $-13,6 \text{ eV}$ , considere as seguintes afirmações:

- I. O potencial de ionização do átomo de hidrogênio é igual a  $13,6 \text{ eV}$ .
- II. A energia do orbital  $1s$  no átomo de hidrogênio é igual a  $-13,6 \text{ eV}$ .
- III. A afinidade eletrônica do átomo de hidrogênio é igual a  $-13,6 \text{ eV}$ .
- IV. A energia do estado fundamental da molécula de hidrogênio,  $\text{H}_2(\text{g})$ , é igual a  $-(2 \times 13,6) \text{ eV}$ .
- V. A energia necessária para excitar o elétron do átomo de hidrogênio do estado fundamental para o orbital  $2s$  é menor do que  $13,6 \text{ eV}$ .

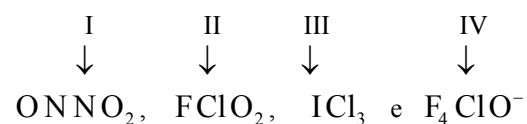
Das afirmações feitas, estão **ERRADAS**

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

**Questão 7.** Qual das substâncias abaixo apresenta o menor valor de pressão de vapor saturante na temperatura ambiente?

- A ( )  $\text{CCl}_4$ .      B ( )  $\text{CHCl}_3$ .      C ( )  $\text{C}_2\text{Cl}_6$ .      D ( )  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .      E ( )  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ .

**Questão 8.** Considere as seguintes espécies químicas no estado gasoso, bem como os respectivos átomos assinalados pelos algarismos romanos:



Os orbitais híbridos dos átomos assinalados por I, II, III e IV são respectivamente:

- A ( )  $\text{sp}^2$ ,  $\text{sp}^3$ ,  $\text{dsp}^3$  e  $\text{d}^2\text{sp}^3$ .  
 B ( )  $\text{sp}^2$ ,  $\text{sp}^2$ ,  $\text{sp}^3$  e  $\text{dsp}^3$ .  
 C ( )  $\text{sp}^3$ ,  $\text{dsp}^3$ ,  $\text{d}^2\text{sp}^3$  e  $\text{sp}^3$ .  
 D ( )  $\text{sp}^3$ ,  $\text{sp}^2$ ,  $\text{dsp}^3$  e  $\text{d}^2\text{sp}^3$ .  
 E ( )  $\text{sp}$ ,  $\text{dsp}^3$ ,  $\text{sp}^3$  e  $\text{dsp}^3$ .

**Questão 9.** Na pressão de  $1 \text{ atm}$ , a temperatura de sublimação do  $\text{CO}_2$  é igual a  $195 \text{ K}$ . Na pressão de  $67 \text{ atm}$ , a temperatura de ebulição é igual a  $298 \text{ K}$ . Assinale a opção que contém a afirmação **CORRETA** sobre as propriedades do  $\text{CO}_2$ .

- A ( ) A pressão do ponto triplo está acima de  $1 \text{ atm}$ .  
 B ( ) A temperatura do ponto triplo está acima de  $298 \text{ K}$ .  
 C ( ) A uma temperatura acima de  $298 \text{ K}$  e na pressão de  $67 \text{ atm}$ , tem-se que o estado mais estável do  $\text{CO}_2$  é o líquido.  
 D ( ) Na temperatura de  $195 \text{ K}$  e pressões menores do que  $1 \text{ atm}$ , tem-se que o estado mais estável do  $\text{CO}_2$  é o sólido.  
 E ( ) Na temperatura de  $298 \text{ K}$  e pressões maiores do que  $67 \text{ atm}$ , tem-se que o estado mais estável do  $\text{CO}_2$  é o gasoso.

**Questão 10.** Considere os equilíbrios químicos abaixo e seus respectivos valores de pK ( $pK = -\log K$ ), válidos para a temperatura de 25 °C (K representa constante de equilíbrio químico).

		pK
Fenol:	$C_6H_5OH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + C_6H_5O^-(aq)$	9,89
Anilina:	$C_6H_5NH_2(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$	9,34
Ácido acético:	$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$	4,74
Amônia:	$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$	4,74

Na temperatura de 25 °C e numa razão de volumes  $\leq 10$ , misturam-se pares de soluções aquosas de mesma concentração. Assinale a opção que apresenta o par de soluções aquosas que ao serem misturadas formam uma solução tampão com pH próximo de 10.

- A ( )**  $C_6H_5OH(aq) / C_6H_5NH_2(aq)$ .      **B ( )**  $C_6H_5NH_2(aq) / C_6H_5NH_3Cl(aq)$ .  
**C ( )**  $CH_3COOH(aq) / NaCH_3COO(aq)$ .      **D ( )**  $NH_3(aq) / NH_4Cl(aq)$ .  
**E ( )**  $NaCH_3COO(aq) / NH_4Cl(aq)$ .

**Questão 11.** A decomposição química de um determinado gás  $A(g)$  é representada pela equação:  $A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$ . A reação pode ocorrer numa mesma temperatura por dois caminhos diferentes (I e II), ambos com lei de velocidade de primeira ordem. Sendo  $v$  a velocidade da reação,  $k$  a constante de velocidade,  $\Delta H$  a variação de entalpia da reação e  $t_{1/2}$  o tempo de meia-vida da espécie A, é **CORRETO** afirmar que

- A ( )**  $\Delta H_I < \Delta H_{II}$ .      **B ( )**  $\frac{k_I}{k_{II}} = \frac{(t_{1/2})_{II}}{(t_{1/2})_I}$ .      **C ( )**  $k_I = \frac{[B][C]}{[A]}$ .  
**D ( )**  $v_{II} = k_{II} \frac{[B][C]}{[A]}$ .      **E ( )**  $\frac{v_I}{v_{II}} = \frac{k_{II}}{k_I}$ .

**Questão 12.** Para minimizar a possibilidade de ocorrência de superaquecimento da água durante o processo de aquecimento, na pressão ambiente, uma prática comum é adicionar pedaços de cerâmica porosa ao recipiente que contém a água a ser aquecida. Os poros da cerâmica são preenchidos com ar atmosférico, que é vagarosamente substituído por água antes e durante o aquecimento. A respeito do papel desempenhado pelos pedaços de cerâmica porosa no processo de aquecimento da água são feitas as seguintes afirmações:

- I. a temperatura de ebulição da água é aumentada.  
 II. a energia de ativação para o processo de formação de bolhas de vapor de água é diminuída.  
 III. a pressão de vapor da água não é aumentada.  
 IV. o valor da variação de entalpia de vaporização da água é diminuído.

Das afirmações acima está(ão) **ERRADA(S)**

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

**Questão 13.** Considere as seguintes comparações de calores específicos dos respectivos pares das substâncias indicadas.

- I. tetracloreto de carbono ( $\ell$ , 25 °C) > metanol ( $\ell$ , 25 °C).  
 II. água pura ( $\ell$ , -5 °C) > água pura ( $s$ , -5 °C).  
 III. alumina ( $s$ , 25 °C) > alumínio ( $s$ , 25 °C).  
 IV. isopor ( $s$ , 25 °C) > vidro de janela ( $s$ , 25 °C).

Das comparações feitas, está(ão) **CORRETA(S)**

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

**Questão 14.** Considere a reação representada pela equação química  $3A(g) + 2B(g) \rightarrow 4E(g)$ . Esta reação ocorre em várias etapas, sendo que a etapa mais lenta corresponde à reação representada pela seguinte equação química:  $A(g) + C(g) \rightarrow D(g)$ . A velocidade inicial desta última reação pode ser expressa por  $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = 5,0 \text{ mol s}^{-1}$ . Qual é a velocidade inicial da reação ( $\text{mol s}^{-1}$ ) em relação à espécie E?

- A ( ) 3,8.                      B ( ) 5,0.                      C ( ) 6,7.                      D ( ) 20.                      E ( ) 60.

**Questão 15.** Indique a opção que contém a equação química de uma reação ácido-base na qual a água se comporta como base.

- A ( )  $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH$ .                      B ( )  $NaNH_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + NaOH$ .  
 C ( )  $Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaOH$ .                      D ( )  $P_2O_5 + 3H_2O \rightleftharpoons 2H_3PO_4$ .  
 E ( )  $TiCl_4 + 2H_2O \rightleftharpoons TiO_2 + 4HCl$ .

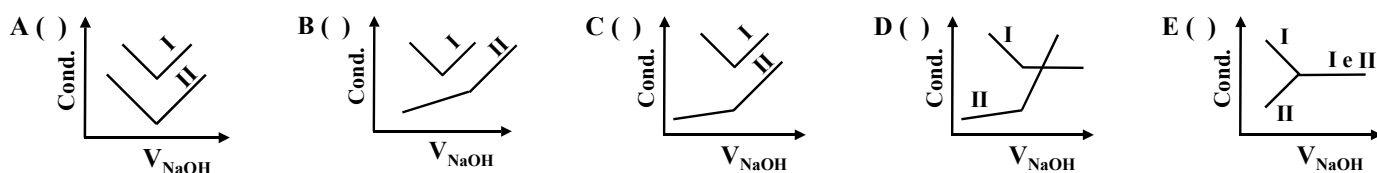
**Questão 16.** Dois compartimentos, 1 e 2, têm volumes iguais e estão separados por uma membrana de paládio, permeável apenas à passagem de hidrogênio. Inicialmente, o compartimento 1 contém hidrogênio puro (gasoso) na pressão  $P_{H_2, \text{puro}} = 1 \text{ atm}$ , enquanto que o compartimento 2 contém uma mistura de hidrogênio e nitrogênio, ambos no estado gasoso, com pressão total  $P_{\text{mist}} = (P_{H_2} + P_{N_2}) = 1 \text{ atm}$ . Após o equilíbrio termodinâmico entre os dois compartimentos ter sido atingido, é **CORRETO** afirmar que:

- A ( )  $P_{H_2, \text{puro}} = 0$ .  
 B ( )  $P_{H_2, \text{puro}} = P_{N_2, \text{mist}}$ .  
 C ( )  $P_{H_2, \text{puro}} = P_{\text{mist}}$ .  
 D ( )  $P_{H_2, \text{puro}} = P_{H_2, \text{mist}}$ .  
 E ( )  $P_{\text{compartimento 2}} = 2 \text{ atm}$ .

**Questão 17.** A uma determinada quantidade de dióxido de manganês sólido, adicionou-se um certo volume de ácido clorídrico concentrado até o desaparecimento completo do sólido. Durante a reação química do sólido com o ácido observou-se a liberação de um gás (Experimento 1). O gás liberado no Experimento 1 foi borbulhado em uma solução aquosa ácida de iodeto de potássio, observando-se a liberação de um outro gás com coloração violeta (Experimento 2). Assinale a opção que contém a afirmação **CORRETA** relativa às observações realizadas nos experimentos acima descritos.

- A ( ) No Experimento 1, ocorre formação de  $H_2(g)$ .  
 B ( ) No Experimento 1, ocorre formação de  $O_2(g)$ .  
 C ( ) No Experimento 2, o pH da solução aumenta.  
 D ( ) No Experimento 2, a concentração de iodeto na solução diminui.  
 E ( ) Durante a realização do Experimento 1, a concentração de íons manganês presentes no sólido diminui.

**Questão 18.** Duas soluções aquosas (I e II) contêm, respectivamente, quantidades iguais (em mol) e desconhecidas de um ácido forte,  $K \gg 1$ , e de um ácido fraco,  $K \cong 10^{-10}$  ( $K$  = constante de dissociação do ácido). Na temperatura constante de  $25^\circ\text{C}$ , essas soluções são tituladas com uma solução aquosa  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $NaOH$ . A titulação é acompanhada pela medição das respectivas condutâncias elétricas das soluções resultantes. Qual das opções abaixo contém a figura com o par de curvas que melhor representa a variação da condutância elétrica (Cond.) com o volume de  $NaOH$  ( $V_{NaOH}$ ) adicionado às soluções I e II, respectivamente?



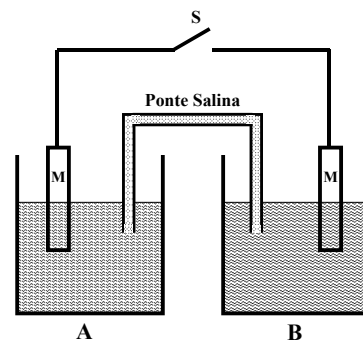
**Questão 19.** Num cilindro, provido de um pistão móvel sem atrito, é realizada a combustão completa de carbono (grafita). A temperatura no interior do cilindro é mantida constante desde a introdução dos reagentes até o final da reação. Considere as seguintes afirmações:

- I. A variação da energia interna do sistema é igual a zero.
- II. O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero.
- III. A quantidade de calor trocada entre o sistema e a vizinhança é igual a zero.
- IV. A variação da entalpia do sistema é igual à variação da energia interna.

Destas afirmações, está(ão) **CORRETA(S)**

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

**Questão 20.** Considere o elemento galvânico mostrado na figura ao lado. O semi-elemento A contém uma solução aquosa, isenta de oxigênio,  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{2+}$  e  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{3+}$ . O semi-elemento B contém uma solução aquosa, também isenta de oxigênio,  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{2+}$  e  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{3+}$ . M é um condutor metálico (platina). A temperatura do elemento galvânico é mantida constante num valor igual a  $25^\circ\text{C}$ . A partir do instante em que a chave “S” é fechada, considere as seguintes afirmações:



- I. O sentido convencional de corrente elétrica ocorre do semi-elemento B para o semi-elemento A.
- II. Quando a corrente elétrica for igual a zero, a relação de concentrações  $[\text{Fe}^{3+}(\text{aq})] / [\text{Fe}^{2+}(\text{aq})]$  tem o mesmo valor tanto no semi-elemento A como no semi-elemento B.
- III. Quando a corrente elétrica for igual a zero, a concentração de  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  no semi-elemento A será menor do que  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ .
- IV. Enquanto o valor da corrente elétrica for diferente de zero, a diferença de potencial entre os dois semi-elementos será maior do que  $0,118 \log(3/2)$ .
- V. Enquanto corrente elétrica flui pelo circuito, a relação entre as concentrações  $[\text{Fe}^{3+}(\text{aq})] / [\text{Fe}^{2+}(\text{aq})]$  permanece constante nos dois semi-elementos.

Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

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

**As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser respondidas no caderno de soluções.**

**Questão 21.** Quando submersos em “águas profundas”, os mergulhadores necessitam voltar lentamente à superfície para evitar a formação de bolhas de gás no sangue.

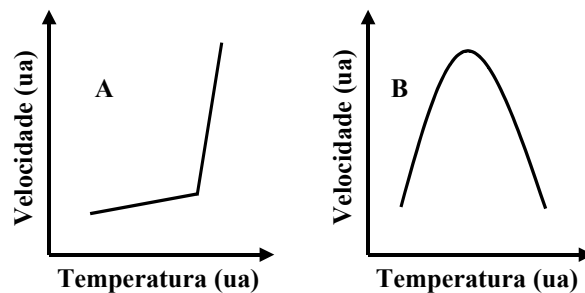
- i) Explique o motivo da **NÃO** formação de bolhas de gás no sangue quando o mergulhador desloca-se de regiões próximas à superfície para as regiões de “águas profundas”.
- ii) Explique o motivo da **NÃO** formação de bolhas de gás no sangue quando o mergulhador desloca-se muito lentamente de regiões de “águas profundas” para as regiões próximas da superfície.
- iii) Explique o motivo da **FORMAÇÃO** de bolhas de gás no sangue quando o mergulhador desloca-se muito rapidamente de regiões de “águas profundas” para as regiões próximas da superfície.

**Questão 22.** Descreva um processo que possa ser utilizado na preparação de álcool etílico absoluto,  $99,5 \%$  (m/m), a partir de álcool etílico comercial,  $95,6 \%$  (m/m). Sua descrição deve conter:

- i) A justificativa para o fato da concentração de álcool etílico comercial ser  $95,6 \%$  (m/m).
- ii) O esquema da aparelhagem utilizada e a função de cada um dos componentes desta aparelhagem.
- iii) Os reagentes utilizados na obtenção do álcool etílico absoluto.
- iv) As equações químicas balanceadas para as reações químicas envolvidas na preparação do álcool etílico absoluto.
- v) Sequência das etapas envolvidas no processo de obtenção do álcool etílico absoluto.

**Questão 23.** Determine a massa específica do ar úmido, a  $25^\circ\text{C}$  e pressão de  $1 \text{ atm}$ , quando a umidade relativa do ar for igual a  $60 \%$ . Nessa temperatura, a pressão de vapor saturante da água é igual a  $23,8 \text{ mmHg}$ . Assuma que o ar seco é constituído por  $\text{N}_2(\text{g})$  e  $\text{O}_2(\text{g})$  e que as concentrações dessas espécies no ar seco são iguais a  $79$  e  $21 \%$  (v/v), respectivamente.

**Questão 24.** A figura ao lado apresenta esboços de curvas representativas da dependência da velocidade de reações químicas com a temperatura. Na Figura A é mostrado como a velocidade de uma reação de combustão de explosivos depende da temperatura. Na Figura B é mostrado como a velocidade de uma reação catalisada por enzimas depende da temperatura. Justifique, para cada uma das Figuras, o efeito da temperatura sobre a velocidade das respectivas reações químicas.

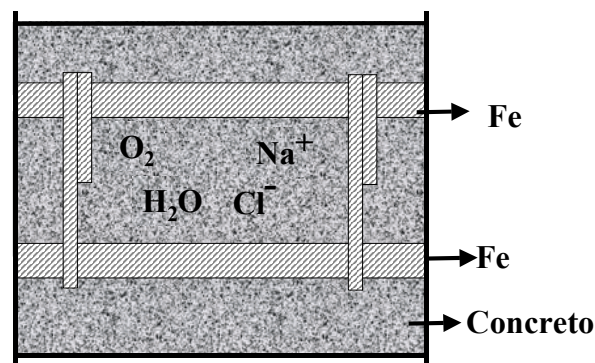


**Questão 25.** A corrosão da ferragem de estruturas de concreto ocorre devido à penetração de água através da estrutura, que dissolve cloretos e/ou sais provenientes da atmosfera ou da própria decomposição do concreto. Essa solução eletrolítica em contacto com a ferragem forma uma célula de corrosão.

A Figura A, ao lado, ilustra esquematicamente a célula de corrosão formada.

No caderno de soluções, faça uma cópia desta figura no espaço correspondente à resposta a esta questão. Nesta cópia

- identifique os componentes da célula de corrosão que funcionam como anodo e catodo durante o processo de corrosão e
- escreva as meia-reações balanceadas para as reações anódicas e catódicas.

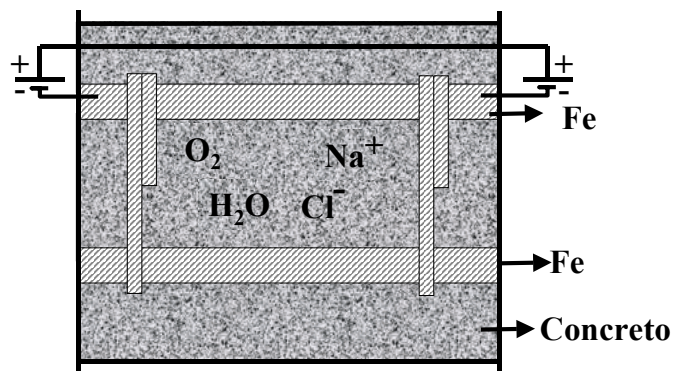


**Figura A**

A Figura B, ao lado, ilustra um dos métodos utilizados para a proteção da ferragem metálica contra corrosão.

No caderno de soluções, faça uma cópia desta figura, no espaço correspondente à resposta a esta questão. Nesta cópia

- identifique os componentes da célula eletrolítica que funcionam como anodo e catodo durante o processo de proteção contra corrosão e
- escreva as meia-reações balanceadas para as reações anódicas e catódicas.



**Figura B**

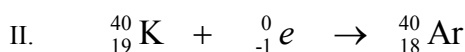
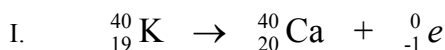
Sugira um método alternativo para proteção da ferragem de estruturas de concreto contra corrosão.

**Questão 26.** Escreva a estrutura de Lewis para cada uma das moléculas abaixo, prevendo a geometria molecular (incluindo os ângulos de ligação) e os orbitais híbridos no átomo central.

- (a)  $XeOF_4$                       (b)  $XeOF_2$                       (c)  $XeO_4$                       (d)  $XeF_4$

**Questão 27.** Explique por que a temperatura de hidrogenação de ciclo-alcanos, catalisada por níquel metálico, aumenta com o aumento da quantidade de átomos de carbono presentes nos ciclo-alcanos.

**Questão 28.** O tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) do decaimento radioativo do potássio  $^{40}_{19}K$  é igual a  $1,27 \times 10^9$  anos. Seu decaimento envolve os dois processos representados pelas equações seguintes:



O processo representado pela equação I é responsável por 89,3 % do decaimento radioativo do  $^{40}_{19}K$ , enquanto que o representado pela equação II contribui com os 10,7 % restantes. Sabe-se, também, que a razão em massa de  $^{40}_{18}Ar$  e  $^{40}_{19}K$  pode ser utilizada para a datação de materiais geológicos.

Determine a idade de uma rocha, cuja razão em massa de  $^{40}_{18}Ar/^{40}_{19}K$  é igual a 0,95. Mostre os cálculos e raciocínios utilizados.

**Questão 29.** Os seguintes experimentos foram realizados para determinar se os cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  eram espécies constituintes de um sólido de origem desconhecida e solúvel em água.

A) Uma porção do sólido foi dissolvida em água, obtendo-se uma solução aquosa chamada de **X**.

B) A uma alíquota de **X** foram adicionadas algumas gotas de solução aquosa concentrada em ácido clorídrico, não sendo observada nenhuma alteração visível na solução.

C) Sulfeto de hidrogênio gasoso, em quantidade suficiente para garantir a saturação da mistura, foi borbulhado na mistura resultante do Experimento B, não sendo observada nenhuma alteração visível nessa mistura.

D) A uma segunda alíquota de **X** foi adicionada, gota a gota, solução aquosa concentrada em hidróxido de amônio. Inicialmente, foi observada a turvação da mistura e posterior desaparecimento dessa turvação por adição de mais gotas da solução de hidróxido de amônio.

A respeito da presença ou ausência dos cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$ , o que se pode concluir após as observações realizadas no

- i) Experimento B?
- ii) Experimento C?
- iii) Experimento D?

Sua resposta deve incluir equações químicas balanceadas para as reações químicas observadas e mostrar os raciocínios utilizados. Qual(ais) dentre os cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  está(ão) presente(s) no sólido?

**Questão 30.** Um elemento galvânico, chamado de I, é constituído pelos dois eletrodos seguintes, separados por uma membrana porosa:

IA. Chapa de prata metálica, praticamente pura, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de nitrato de prata.

IB. Chapa de zinco metálico, praticamente puro, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de zinco.

Um outro elemento galvânico, chamado de II, é constituído pelos dois seguintes eletrodos, também separados por uma membrana porosa:

IIA. Chapa de cobre metálico, praticamente puro, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de cobre.

IIB. Chapa de zinco metálico, praticamente puro, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de zinco.

Os elementos galvânicos I e II são ligados em série de tal forma que o eletrodo IA é conectado ao IIA, enquanto que o eletrodo IB é conectado ao IIB. As conexões são feitas através de fios de cobre. A respeito desta montagem

- i) faça um desenho esquemático dos elementos galvânicos I e II ligados em série. Neste desenho indique:
- ii) quem é o elemento ativo (aquele que fornece energia elétrica) e quem é o elemento passivo (aquele que recebe energia elétrica),
- iii) o sentido do fluxo de elétrons,
- iv) a polaridade de cada um dos eletrodos: IA, IB, IIA e IIB e
- v) as meia-reações eletroquímicas balanceadas para cada um dos eletrodos.