

## CONSTANTES

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

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

Volume molar de gás ideal =  $22,4 \text{ L (CNTP)}$

Carga elementar =  $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante dos gases (R) =  $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

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

## DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg =  $101\,325 \text{ N m}^{-2} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$

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

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

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

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

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

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

## MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g.mol}^{-1}$ )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
H	1	1,01	K	19	39,10
Li	3	6,94	Ca	20	40,08
B	5	10,81	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Mn	25	54,94
N	7	14,01	Fe	26	55,85
O	8	16,00	Zn	30	65,38
F	9	19,00	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Ag	47	107,90
P	15	30,97	Pt	78	195,08
S	16	32,07	Hg	80	200,59
Cl	17	35,45	Pu	94	238

**Questão 1.** Assinale a opção que apresenta os instrumentos de medição de volume mais indicados para a realização de uma titulação.

- A ( ) Bureta e erlenmeyer      B ( ) Proveta e erlenmeyer  
C ( ) Pipeta volumétrica e erlenmeyer      D ( ) Proveta e béquer  
E ( ) Pipeta volumétrica e béquer

**Questão 2.** Cinco amostras idênticas de um mesmo metal são aquecidas a diferentes temperaturas até à incandescência. Assinale a opção que apresenta a cor da amostra submetida a uma maior temperatura.

- A ( ) Vermelho      B ( ) Laranja      C ( ) Amarelo      D ( ) Verde      E ( ) Branco

**Questão 3.** O elemento Plutônio-238 é utilizado para a geração de eletricidade em sondas espaciais. Fundamenta-se essa utilização porque esse isótopo tem

- A ( ) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas beta.  
B ( ) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas gama.  
C ( ) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas alfa.  
D ( ) longo tempo de meia-vida e é emissor de partículas delta.  
E ( ) tempo de meia-vida curto e é emissor de partículas alfa.

**Questão 4.** Sendo o pK do  $\text{NH}_4\text{OH}$  igual a 4,74, o pH de uma solução aquosa  $0,10\text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{NH}_4\text{Cl}$  é

- A** ( ) 1,00.      **B** ( ) 3,74.      **C** ( ) 4,74.      **D** ( ) 5,13.      **E** ( ) 8,87.

**Questão 5.** Considere uma reação química hipotética representada pela equação  $X \rightarrow \text{Produtos}$ . São feitas as seguintes proposições relativas a essa reação:

- I. Se o gráfico de  $[X]$  em função do tempo for uma curva linear, a lei de velocidade da reação dependerá somente da constante de velocidade.  
II. Se o gráfico de  $\frac{1}{[X]}$  em função do tempo for uma curva linear, a ordem de reação será 2.  
III. Se o gráfico da velocidade da reação em função de  $[X]$  for uma curva linear, a ordem de reação será 1.  
IV. Se o gráfico da velocidade de reação em função de  $[X]^2$  for uma curva linear, a ordem de reação será 2.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

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

**Questão 6.** Considere as seguintes comparações entre as respectivas temperaturas de fusão dos polímeros representados pelas suas unidades repetitivas:

I. A do  $\text{H} \left[ \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO} \right]_n \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  é maior que a do  $\text{H} \left[ \text{OOC} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{COOCH}_2\text{CH}_2 \right]_n \text{OH}$

II. A do  $\left[ \text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$  é maior que a do  $\left[ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n$

III. A do  $\left[ \text{CH}_2 \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{CH}_2 \right]_n$  é maior que a do  $\left[ \text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$

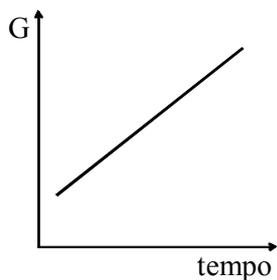
IV. A do  $\left[ \text{NH}(\text{CH}_2)_7\text{CO} \right]_n$  é maior que a do  $\left[ \text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CO} \right]_n$

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) ERRADA(S).

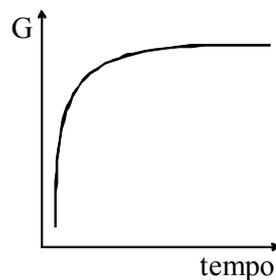
- A** ( ) Apenas I  
**B** ( ) Apenas I e IV  
**C** ( ) Apenas II e III  
**D** ( ) Apenas III e IV  
**E** ( ) Apenas IV

**Questão 7.** Considere a reação química hipotética realizada em sistema fechado a pressão e temperatura constantes representada pela equação  $X+Y \rightleftharpoons W+Z$ . Supondo que no início da reação haja apenas os reagentes X e Y, e considerando um intervalo de tempo que se estende de  $t = 0$  até um instante  $t$  após o equilíbrio ter sido atingido, assinale a opção que apresenta a variação da energia livre de Gibbs.

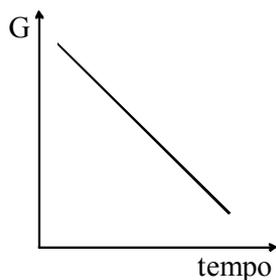
**A ( )**



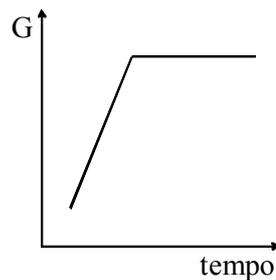
**B ( )**



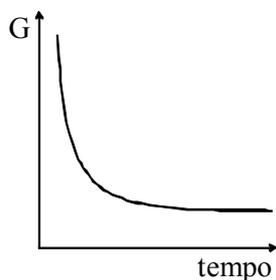
**C ( )**



**D ( )**



**E ( )**



**Questão 8.** Borbulha-se gás cloro em solução aquosa diluída de hidróxido de sódio a 25 °C. Assinale a opção que contém apenas produtos clorados resultantes.

**A ( )**  $Cl^-$ ,  $ClO_3^-$

**B ( )**  $OCl^-$ ,  $Cl^-$

**C ( )**  $ClO_3^-$ ,  $ClO_4^-$ ,  $Cl^-$

**D ( )**  $ClO_3^-$ ,  $OCl^-$

**E ( )**  $ClO_4^-$ ,  $ClO_3^-$

**Questão 9.** O grau de dissociação,  $\alpha$ , do ácido acético em solução aquosa  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$  é 100 vezes menor que o do ácido clorídrico também em solução aquosa  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ . Com base nestas informações, pode-se afirmar que o pH da solução aquosa do ácido acético  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$  é

- A ( ) zero.      B ( ) um.      C ( ) dois.      D ( ) três.      E ( ) quatro.

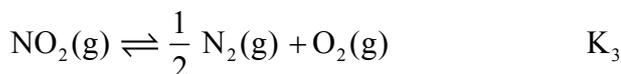
**Questão 10.** Para determinar a entalpia de vaporização do composto hipotético  $\text{MX}_4(\ell)$ , o mesmo foi colocado num recipiente equipado com uma serpentina de aquecimento resistivo, a  $80^\circ\text{C}$  e sob pressão de 1,0 bar. Para a manutenção da temperatura, foi utilizada uma fonte de 30 V com passagem de corrente de 900 mA durante 30 s, tendo sido vaporizados 2,0 g de  $\text{MX}_4(\ell)$ . Sabendo que a massa molar desse composto é  $200 \text{ g mol}^{-1}$ , assinale a opção que apresenta a entalpia molar de vaporização em  $\text{kJ mol}^{-1}$ , a  $80^\circ\text{C}$ .

- A ( ) 4,1      B ( ) 8,1      C ( ) 81      D ( ) 405      E ( ) 810

**Questão 11.** Os óxidos de metais de transição podem ter caráter ácido, básico ou anfótero. Assinale a opção que apresenta o caráter dos seguintes óxidos:  $\text{CrO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e  $\text{CrO}_3$ .

- A ( ) Ácido, anfótero, básico      B ( ) Ácido, básico, anfótero      C ( ) Anfótero, ácido, básico  
D ( ) Básico, ácido, anfótero      E ( ) Básico, anfótero, ácido

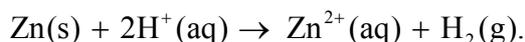
**Questão 12.** Considere as seguintes reações químicas e respectivas constantes de equilíbrio:



Então,  $K_3$  é igual a

- A ( )  $\frac{1}{(K_1 K_2)}$ .      B ( )  $\frac{1}{(2K_1 K_2)}$ .      C ( )  $\frac{1}{(4K_1 K_2)}$ .      D ( )  $\left(\frac{1}{K_1 K_2}\right)^{\frac{1}{2}}$ .      E ( )  $\left(\frac{1}{K_1 K_2}\right)^2$ .

**Questão 13.** É de 0,76 V a força eletromotriz padrão,  $E^\circ$ , de uma célula eletroquímica, conforme a reação



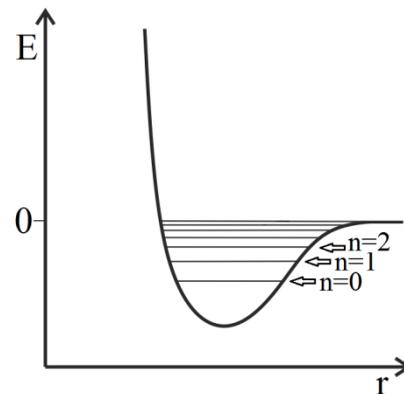
Na concentração da espécie de  $\text{Zn}^{2+}$  igual a  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  e pressão de  $\text{H}_2$  de 1,0 bar, a  $25^\circ\text{C}$ , foi verificado que a força eletromotriz da célula eletroquímica é de 0,64 V. Nestas condições, assinale a concentração de íons  $\text{H}^+$  em  $\text{mol L}^{-1}$ .

- A ( )  $1,0 \times 10^{-12}$       B ( )  $4,2 \times 10^{-4}$       C ( )  $1,0 \times 10^{-4}$       D ( )  $1,0 \times 10^{-2}$       E ( )  $2,0 \times 10^{-2}$

**Questão 14.** Uma mistura de metanol e água a  $25^\circ\text{C}$  apresenta o volume parcial molar de água igual a  $17,8 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$  e o volume parcial molar do metanol igual a  $38,4 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ . Com base nestas informações e sendo a massa específica do metanol de  $0,791 \text{ g cm}^{-3}$  e a da água igual a  $1,000 \text{ g cm}^{-3}$ , assinale a opção CORRETA do volume total (em  $\text{cm}^3$ ) quando se adicionam  $15 \text{ cm}^3$  de metanol em  $250 \text{ cm}^3$  de água nessa temperatura.

- A ( ) 250      B ( ) 255      C ( ) 262      D ( ) 270      E ( ) 280

**Questão 15.** Para uma molécula diatômica, a energia potencial em função da distância internuclear é representada pela figura ao lado. As linhas horizontais representam os níveis de energia vibracional quanticamente permitidos para uma molécula diatômica. Uma amostra contendo um mol de moléculas diatômicas idênticas, na forma de um sólido cristalino, pode ser modelada como um conjunto de osciladores para os quais a energia potencial também pode ser representada qualitativamente pela figura. Em relação a este sólido cristalino, são feitas as seguintes proposições:



- I. À temperatura de 0 K, a maioria dos osciladores estará no estado vibracional fundamental, cujo número quântico vibracional,  $n$ , é igual a zero.
- II. À temperatura de 0 K, todos os osciladores estarão no estado vibracional fundamental, cujo número quântico vibracional,  $n$ , é igual a zero.
- III. O movimento vibracional cessa a 0 K.
- IV. O movimento vibracional não cessa a 0 K.
- V. O princípio de incerteza de Heisenberg será violado se o movimento vibracional cessar.

Das proposições acima estão CORRETAS

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

**Questão 16.** Dois béqueres, denominados “X” e “Y”, encontram-se dentro de um recipiente hermeticamente fechado, à pressão de 1 bar e temperatura de 298 K. O béquer “X” contém 100 mL de uma solução aquosa de cloreto de sódio cuja concentração é  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ . O béquer “Y” contém 100 mL de uma solução aquosa de cloreto de sódio cuja concentração é  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . Se o recipiente for mantido fechado e em repouso até alcançar o equilíbrio termodinâmico, assinale o volume final (em mL) da solução no béquer “Y”:

- A ( ) 25                      B ( ) 50                      C ( ) 100                      D ( ) 150                      E ( ) 200

**Questão 17.** São feitas as seguintes comparações sobre as capacidades caloríficas de diferentes substâncias puras, todas à temperatura ambiente:

- I. A capacidade calorífica da água é menor que a do peróxido de hidrogênio.
- II. A capacidade calorífica do bromo é menor que a do tetracloreto de carbono.
- III. A capacidade calorífica do metanol é menor que a do mercúrio.

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) CORRETA(S).

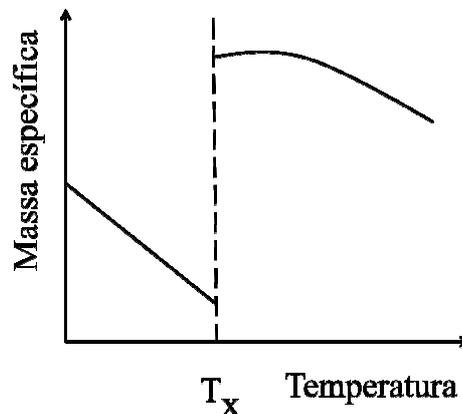
- A ( ) Apenas I                      B ( ) Apenas I e II                      C ( ) Apenas II  
D ( ) Apenas II e III                      E ( ) Apenas III

**Questão 18.** Considere a reação química representada pela equação  $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{NBF}_3$ . Pode-se afirmar que o  $\text{BF}_3$  age

- A ( ) como ácido de Bronsted.                      B ( ) como ácido de Lewis.                      C ( ) como base de Bronsted.  
D ( ) como base de Lewis.                      E ( ) tanto como ácido como base.

**Questão 19.** A figura mostra a variação da massa específica de uma substância pura com a temperatura à pressão de 1 bar. Então, é CORRETO afirmar que  $T_x$  pode representar a temperatura de

- A ( ) ebulição da água.
- B ( ) ebulição do benzeno.
- C ( ) fusão da água.
- D ( ) fusão do benzeno.
- E ( ) fusão do dióxido de carbono.



**Questão 20.** Contribuíram de forma direta para o desenvolvimento do conceito de pressão atmosférica

- A ( ) Friedrich August Kekulé e John Dalton.
- B ( ) Michael Faraday e Fritz Haber.
- C ( ) Galileu Galilei e Evangelista Torricelli.
- D ( ) Jöns Jacob Berzelius e Eduard Büchner.
- E ( ) Robert Bunsen e Henry Louis Le Chatelier.

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

**AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.**

**Questão 21.** 3,64 gramas de fosfeto de cálcio foram adicionados a uma certa quantidade de água. Após a reação completa, todo o produto gasoso formado foi recolhido em um recipiente de 8,2 mL. Calcule o valor numérico da pressão, em atm, exercida pelo produto gasoso a 27 °C.

**Questão 22.** Considere uma solução saturada do sal MX que é pouco solúvel em água destilada a 25 °C. Seja  $y$  a condutância da água destilada e  $(y + 2,0 \cdot 10^{-7}) \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  a condutância da solução. Sabendo que as condutividades iônicas molares dos íons  $M^+$  e  $X^-$  são, respectivamente,  $60 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$  e  $40 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ , determine a solubilidade do MX em água em  $\text{mol dm}^{-3}$ .

**Questão 23.** Considere uma reação genérica reversível  $A + B \rightleftharpoons 2C$  e os dados cinéticos para a reação direta (D) e inversa (I):

Sentido da reação	Constante de velocidade	Energia de ativação
$A + B \rightarrow 2C$	$k_D$	$E_{a,D}$
$2C \rightarrow A + B$	$k_I = \frac{3}{2} k_D$	$E_{a,I} = \frac{1}{2} E_{a,D}$

- a) Desenhe o gráfico de energia potencial versus coordenada da reação direta.
- b) Determine o valor numérico da constante de equilíbrio da reação.
- c) Qual sentido da reação é endotérmico?

**Questão 24.** Uma amostra de ferro foi totalmente dissolvida a Fe(II) em 25,0 mL de solução aquosa ácida. A seguir, a solução de Fe(II) foi titulada com 20 mL de uma solução aquosa  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em permanganato de potássio. Baseando-se nessas informações, responda os seguintes itens:

- a) Qual é a equação iônica balanceada que descreve a reação de titulação?
- b) É necessária a adição de indicador para visualização do ponto final da titulação? Por quê?
- c) Qual será a variação de cor e as espécies responsáveis por essa variação no ponto de viragem?
- d) Qual é o valor numérico da massa (em g) de ferro na amostra dissolvida, considerando que não há interferentes na solução?

**Questão 25.** Descreve-se o seguinte experimento:

- i. São dissolvidas quantidades iguais de ácido benzóico e ciclohexanol em diclorometano.
- ii. É adicionada uma solução aquosa 10% massa/massa em hidróxido de sódio à solução descrita no item (i) sob agitação. A seguir, a mistura é deixada em repouso até que o equilíbrio químico seja atingido.

Baseando-se nessas informações, pedem-se:

- a) Apresente a(s) fase(s) líquida(s) formada(s).
- b) Apresente o(s) componente(s) da(s) fase(s) formada(s).
- c) Justifique a sua resposta para o item b, utilizando a(s) equação(ões) química(s) que representa(m) a(s) reação(ões).

**Questão 26.** Considere um elemento galvânico formado por dois semielementos contendo soluções aquosas ácidas e cujos potenciais na escala do eletrodo de hidrogênio ( $E^\circ$ ) nas condições-padrão são

$$E^\circ(\text{Pt} / \text{PtO}_2) = 1,00 \text{ V} \text{ e } E^\circ(\text{Br}_2 / \text{BrO}_3^-) = 1,48 \text{ V} .$$

Baseando-se nessas informações, pedem-se:

- a) Calcule o valor numérico da força eletromotriz do elemento galvânico.
- b) Apresente as equações químicas que representam as semirreações do anodo e catodo.
- c) Apresente a equação química que representa a reação global.

**Questão 27.** Com base no modelo atômico de Bohr:

- a) Deduza a expressão para o módulo do momento angular orbital de um elétron na n-ésima órbita de Bohr, em termos da constante da Planck,  $h$ .
- b) O modelo de Bohr prevê corretamente o valor do módulo do momento angular orbital do elétron no átomo de hidrogênio em seu estado fundamental? Justifique.

**Questão 28.** Escreva a fórmula estrutural do produto majoritário formado na reação entre 0,1 mol de tolueno (metilbenzeno) e 0,1 mol de  $\text{Cl}_2$  nas seguintes condições:

- a) Ausência de luz e presença de pequena quantidade de  $\text{Fe}(s)$ .
- b) Presença de luz e ausência de  $\text{Fe}(s)$ .

**Questão 29.** Considere os compostos orgânicos metilfenilcetona e propanona.

- a) Apresente a equação química que representa o equilíbrio tautomérico para cada um dos compostos.
- b) Qual das duas cetonas acima tem maior conteúdo enólico? Justifique.

**Questão 30.** Desenhe a fórmula estrutural (IUPAC) das seguintes espécies químicas aromáticas.

- a) Naftaleno
- b) Fenantreno
- c) Antraceno
- d) Peróxido de benzoíla