

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

## DEFINIÇÕES

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

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

**Condições-padrão:**  $25^\circ\text{C}$ ,  $1 \text{ bar}$ , concentração das soluções:  $1 \text{ mol L}^{-1}$  (rigorosamente: atividade unitária das espécies).

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) ou ( $\ell$ ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (graf) = grafite; (CM) = circuito metálico; (conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias; [A] = concentração da espécie química A em  $\text{mol L}^{-1}$ .

## MASSAS MOLARES

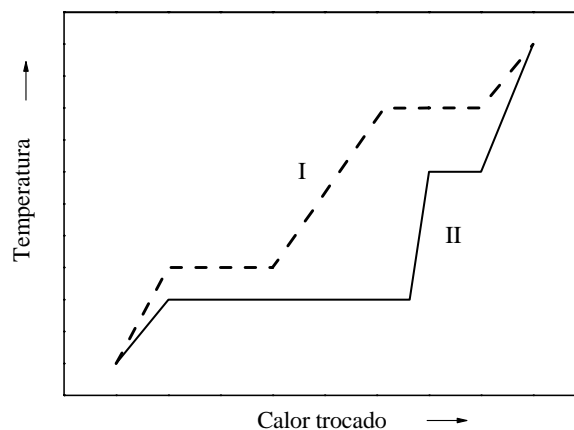
Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )
H	1	1,01	K	19	39,10
He	2	4,00	Ca	20	40,08
Li	3	6,94	Fe	26	55,85
Be	4	9,01	Ni	28	58,69
C	6	12,01	Cu	29	63,55
N	7	14,01	Zn	30	65,41
O	8	16,00	Br	35	79,91
F	9	19,00	Kr	36	83,80
Na	11	22,99	Ag	47	107,87
Mg	12	24,31	Sn	50	118,71
Si	14	28,09	I	53	126,90
P	15	30,97	Ba	56	137,33
S	16	32,07	Hg	80	200,59
Cl	17	35,45	Pb	82	207,21

**Questão 1.** Amostras de massas iguais de duas substâncias, I e II, foram submetidas independentemente a um processo de aquecimento em atmosfera inerte e a pressão constante. O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura em função do calor trocado entre cada uma das amostras e a vizinhança.

Dados:  $\Delta H_f$  e  $\Delta H_v$  representam as variações de entalpia de fusão e de vaporização, respectivamente, e  $c_p$  é o calor específico.

Assinale a opção **ERRADA** em relação à comparação das grandezas termodinâmicas.

- A** ( )  $\Delta H_f(\text{I}) < \Delta H_f(\text{II})$
- B** ( )  $\Delta H_v(\text{I}) < \Delta H_v(\text{II})$
- C** ( )  $c_{p,\text{I}(\text{s})} < c_{p,\text{II}(\text{s})}$
- D** ( )  $c_{p,\text{II}(\text{g})} < c_{p,\text{I}(\text{g})}$
- E** ( )  $c_{p,\text{II}(\text{l})} < c_{p,\text{I}(\text{l})}$



**Questão 2.** Um recipiente aberto contendo inicialmente 30 g de um líquido puro a 278 K, mantido à pressão constante de 1 atm, é colocado sobre uma balança. A seguir, é imersa no líquido uma resistência elétrica de  $3 \Omega$  conectada, por meio de uma chave S, a uma fonte que fornece uma corrente elétrica constante de 2 A. No instante em que a chave S é fechada, dispara-se um cronômetro. Após 100 s, a temperatura do líquido mantém-se constante a 330 K e verifica-se que a massa do líquido começa a diminuir a uma velocidade constante de 0,015 g/s. Considere a massa molar do líquido igual a M. Assinale a opção que apresenta a variação de entalpia de vaporização (em J/mol) do líquido.

- A ( ) 500 M      B ( ) 600 M      C ( ) 700 M      D ( ) 800 M      E ( ) 900 M

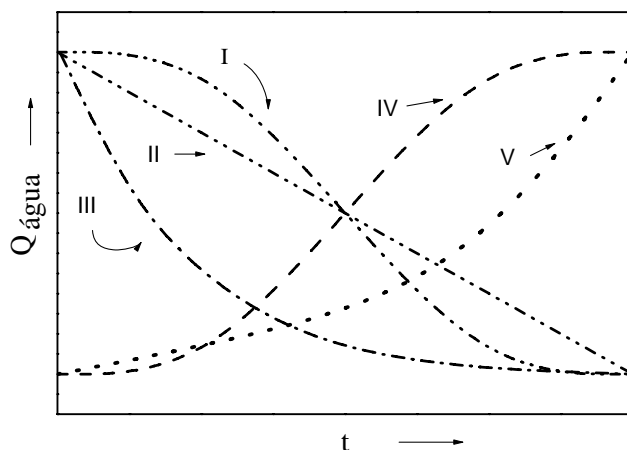
**Questão 3.** Utilizando o enunciado da questão anterior, assinale a opção que apresenta o valor do trabalho em módulo (em kJ) realizado no processo de vaporização após 180 s de aquecimento na temperatura de 330 K.

- A ( ) 4,4 / M      B ( ) 5,4 / M      C ( ) 6,4 / M      D ( ) 7,4 / M      E ( ) 8,4 / M

**Questão 4.** Dois béqueres, X e Y, contêm, respectivamente, volumes iguais de soluções aquosas: concentrada e diluída de cloreto de sódio na mesma temperatura. Dois recipientes hermeticamente fechados, mantidos à mesma temperatura constante, são interconectados por uma válvula, inicialmente fechada, cada qual contendo um dos béqueres. Aberta a válvula, após o restabelecimento do equilíbrio químico, verifica-se que a pressão de vapor nos dois recipientes é  $P_f$ . Assinale a opção que indica, respectivamente, as comparações **CORRETAS** entre os volumes inicial ( $VX_i$ ) e final ( $VX_f$ ), da solução no béquer X e entre as pressões de vapor inicial ( $PY_i$ ) e final ( $P_f$ ) no recipiente que contém o béquer Y.

- A ( )  $VX_i < VX_f$  e  $PY_i = P_f$   
 B ( )  $VX_i < VX_f$  e  $PY_i > P_f$   
 C ( )  $VX_i < VX_f$  e  $PY_i < P_f$   
 D ( )  $VX_i > VX_f$  e  $PY_i > P_f$   
 E ( )  $VX_i > VX_f$  e  $PY_i < P_f$

**Questão 5.** Utilizando o enunciado da questão anterior, assinale a opção que indica a curva no gráfico abaixo que melhor representa a quantidade de massa de água transferida ( $Q_{\text{água}}$ ) ao longo do tempo (t) de um recipiente para o outro desde o instante em que a válvula é aberta até o restabelecimento do equilíbrio químico.



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

**Questão 6.** Considere duas placas X e Y de mesma área e espessura. A placa X é constituída de ferro com uma das faces recoberta de zinco. A placa Y é constituída de ferro com uma das faces recoberta de cobre. As duas placas são mergulhadas em béqueres, ambos contendo água destilada aerada. Depois de um certo período, observa-se que as placas passaram por um processo de corrosão, mas não se verifica a corrosão total de nenhuma das faces dos metais. Considere sejam feitas as seguintes afirmações a respeito dos íons formados em cada um dos béqueres:

- I. Serão formados íons  $Zn^{2+}$  no béquer contendo a placa X.
- II. Serão formados íons  $Fe^{2+}$  no béquer contendo a placa X.
- III. Serão formados íons  $Fe^{2+}$  no béquer contendo a placa Y.
- IV. Serão formados íons  $Fe^{3+}$  no béquer contendo a placa Y.
- V. Serão formados íons  $Cu^{2+}$  no béquer contendo a placa Y.

Então, das afirmações acima, estão **CORRETAS**

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

**Questão 7.** Embrulhar frutas verdes em papel jornal favorece o seu processo de amadurecimento devido ao acúmulo de um composto gasoso produzido pelas frutas.

Assinale a opção que indica o composto responsável por esse fenômeno.

- A ( ) Eteno.
- B ( ) Metano.
- C ( ) Dióxido de carbono.
- D ( ) Monóxido de carbono.
- E ( ) Amônia.

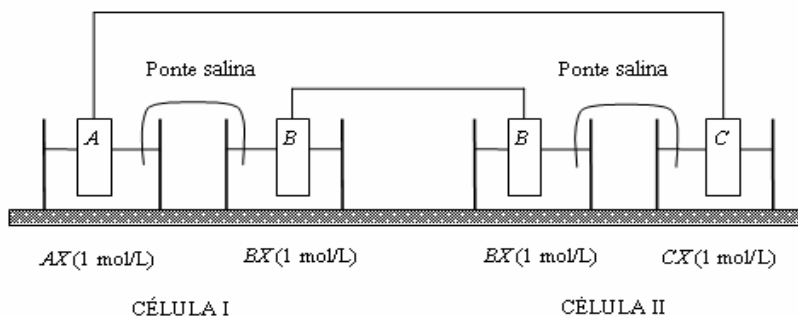
**Questão 8.** Assinale a opção que apresenta um sal que, quando dissolvido em água, produz uma solução aquosa ácida.

- A ( )  $Na_2CO_3$
- B ( )  $CH_3COONa$
- C ( )  $CH_3NH_3Cl$
- D ( )  $Mg(ClO_4)_2$
- E ( )  $NaF$

**Questão 9.** Duas células (I e II) são montadas como mostrado na figura. A célula I consiste de uma placa A(c) mergulhada em uma solução aquosa  $1 \text{ mol L}^{-1}$  em AX, que está interconectada por uma ponte salina a uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  em BX, na qual foi mergulhada a placa B(c). A célula II consiste de uma placa B(c) mergulhada em uma solução aquosa  $1 \text{ mol L}^{-1}$  em BX, que está interconectada por uma ponte salina à solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  em CX, na qual foi mergulhada a placa C(c). Considere que durante certo período as duas células são interconectadas por fios metálicos, de resistência elétrica desprezível.

Assinale a opção que apresenta a afirmação **ERRADA** a respeito de fenômenos que ocorrerão no sistema descrito.

Dados eventualmente necessários:  $E^\circ_{A+(aq)/A(c)} = 0,400 \text{ V}$ ;  $E^\circ_{B+(aq)/B(c)} = -0,700 \text{ V}$  e  $E^\circ_{C+(aq)/C(c)} = 0,800 \text{ V}$ .



- A ( ) A massa da placa C aumentará.
- B ( ) A polaridade da semicélula B/B<sup>+</sup>(aq) da célula II será negativa.
- C ( ) A massa da placa A diminuirá.
- D ( ) A concentração de B<sup>+</sup>(aq) na célula I diminuirá.
- E ( ) A semicélula A/A<sup>+</sup>(aq) será o cátodo.

**Questão 10.** Realizaram-se testes de solubilidade de pequenas porções de compostos orgânicos constituídos de cinco átomos de carbono, denominados de *A*, *B*, *C*, *D* e *E*.

São fornecidos os seguintes resultados dos testes de solubilidade em vários solventes:

- Teste 1. Os compostos *A*, *B*, *C*, *D* e *E* são solúveis em éter etílico.  
Teste 2. Somente os compostos *B*, *C* e *D* são solúveis em água pura.  
Teste 3. Somente os compostos *B*, *C* e *E* são solúveis em uma solução aquosa diluída de hidróxido de sódio.  
Teste 4. Somente os compostos *D* e *E* são solúveis em uma solução aquosa diluída de ácido clorídrico.

Considere sejam feitas as seguintes identificações:

- I. O composto *A* é o *n*-pentano.  
II. O composto *B* é o 1-pentanol.  
III. O composto *C* é o propionato de etila.  
IV. O composto *D* é a pentilamina.  
V. O composto *E* é o ácido pentanóico.

Então, das identificações acima, estão **ERRADAS**

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

**Questão 11.** Considere sejam feitas as seguintes afirmações a respeito das formas cristalinas do carbono:

- I. As formas polimórficas do carbono são: diamante, grafite e fulerenos.  
II. O monocristal de grafite é bom condutor de corrente elétrica em uma direção, mas não o é na direção perpendicular à mesma.  
III. O diamante é uma forma polimórfica metaestável do carbono nas condições normais de temperatura e pressão.  
IV. No grafite, as ligações químicas entre os átomos de carbono são tetraédricas.

Então, das afirmações acima, está(ão) **CORRETA(S)**

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

**Questão 12.** Em junho deste ano, foi noticiado que um caminhão transportando cilindros do composto *t*-butil mercaptana (2-metil-2-propanotiol) tombou na Marginal Pinheiros – cidade de São Paulo. Devido ao acidente, ocorreu o vazamento da substância. Quando adicionada ao gás de cozinha, tal substância fornece-lhe um odor desagradável. Assinale a opção que indica a fórmula molecular **CORRETA** desse composto.

- A** ( )  $(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2$                       **B** ( )  $(\text{CH}_3)_3\text{CSH}$                       **C** ( )  $(\text{CH}_3)_3\text{CNHCH}_3$   
**D** ( )  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{NH}_2$                       **E** ( )  $(\text{CH}_3)_3\text{CSCH}_2\text{OH}$

**Questão 13.** Assinale a opção que nomeia o cientista responsável pela descoberta do oxigênio.

- A** ( ) Dalton                      **B** ( ) Mendeleev                      **C** ( ) Gay-Lussac                      **D** ( ) Lavoisier                      **E** ( ) Proust

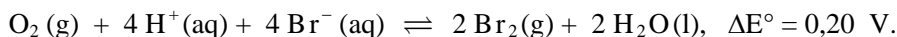
**Questão 14.** Assinale a opção que indica a variação **CORRETA** de entalpia, em kJ/mol, da reação química a 298,15 K e 1 bar, representada pela seguinte equação:  $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ .

Dados eventualmente necessários:  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_8(\text{g})) = -11,4$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8$  e  $\Delta H_c^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})) = -2.877,6$ , em que  $\Delta H_f^\circ$  e  $\Delta H_c^\circ$ , em kJ/mol, representam as variações de entalpia de formação e de combustão a 298,15 K e 1 bar, respectivamente.

- A** ( ) -3.568,3                      **B** ( ) -2.186,9                      **C** ( ) +2.186,9                      **D** ( ) +125,4                      **E** ( ) +114,0



**Questão 20.** Considere a reação química representada pela equação abaixo e sua respectiva força eletromotriz nas condições-padrão:



Agora, considere que um recipiente contenha todas as espécies químicas dessa equação, de forma que todas as concentrações sejam iguais às das condições-padrão, exceto a de  $\text{H}^+$ . Assinale a opção que indica a faixa de pH na qual a reação química ocorrerá espontaneamente.

A ( )  $2,8 < \text{pH} < 3,4$

B ( )  $3,8 < \text{pH} < 4,4$

C ( )  $4,8 < \text{pH} < 5,4$

D ( )  $5,8 < \text{pH} < 6,4$

E ( )  $6,8 < \text{pH} < 7,4$

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

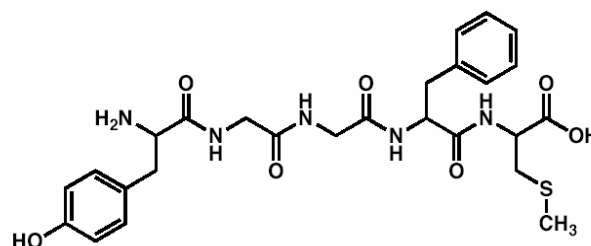
**Questão 21.** Uma amostra de 1,222 g de cloreto de bário hidratado ( $\text{BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) é aquecida até a eliminação total da água de hidratação, resultando em uma massa de 1,042 g.

Com base nas informações fornecidas e mostrando os cálculos efetuados, determine:

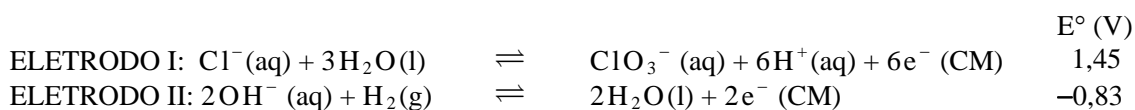
- o número de mols de cloreto de bário,
- o número de mols de água e
- a fórmula molecular do sal hidratado.

**Questão 22.** O composto mostrado abaixo é um tipo de endorfina, um dos neurotransmissores produzidos pelo cérebro.

- Transcreva a fórmula estrutural da molécula.
- Circule todos os grupos funcionais.
- Nomeie cada um dos grupos funcionais circulados.



**Questão 23.** Um dos métodos de síntese do clorato de potássio ( $\text{KClO}_3$ ) é submeter uma solução de cloreto de potássio ( $\text{KCl}$ ) a um processo eletrolítico, utilizando eletrodos de platina. São mostradas abaixo as semi-equações que representam as semi-reações em cada um dos eletrodos e os respectivos potenciais elétricos na escala do eletrodo de hidrogênio nas condições-padrão ( $E^\circ$ ):



- Faça um esquema da célula eletrolítica.
- Indique o cátodo.
- Indique a polaridade dos eletrodos.
- Escreva a equação que representa a reação química global balanceada.

**Questão 24.** Em um recipiente que contém 50,00 mL de uma solução aquosa 0,100 mol/L em  $\text{HCN}$  foram adicionados 8,00 mL de uma solução aquosa 0,100 mol/L em  $\text{NaOH}$ . Dado:  $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$ .

- Calcule a concentração de íons  $\text{H}^+$  da solução resultante, deixando claros os cálculos efetuados e as hipóteses simplificadoras.
- Escreva a equação química que representa a reação de hidrólise dos íons  $\text{CN}^-$ .

**Questão 25.** Prepara-se, a 25 °C, uma solução por meio da mistura de 25 mL de *n*-pentano e 45 mL de *n*-hexano. Dados: massa específica do *n*-pentano = 0,63 g/mL; massa específica do *n*-hexano = 0,66 g/mL; pressão de vapor do *n*-pentano = 511 torr; pressão de vapor do *n*-hexano = 150 torr.

Determine os seguintes valores, mostrando os cálculos efetuados:

- Fração molar do *n*-pentano na solução.
- Pressão de vapor da solução.
- Fração molar do *n*-pentano no vapor em equilíbrio com a solução.

**Questão 26.** A tabela abaixo apresenta os valores das temperaturas de fusão ( $T_f$ ) e de ebulição ( $T_e$ ) de halogênios e haletos de hidrogênio.

	$T_f$ (°C)	$T_e$ (°C)
F <sub>2</sub>	-220	-188
Cl <sub>2</sub>	-101	-35
Br <sub>2</sub>	-7	59
I <sub>2</sub>	114	184
HF	-83	20
HCl	-115	-85
HBr	-89	-67
HI	-51	-35

- Justifique a escala crescente das temperaturas  $T_f$  e  $T_e$  do F<sub>2</sub> ao I<sub>2</sub>.
- Justifique a escala decrescente das temperaturas  $T_f$  e  $T_e$  do HF ao HCl.
- Justifique a escala crescente das temperaturas  $T_f$  e  $T_e$  do HCl ao HI.

**Questão 27.** Utilizando uma placa polida de cobre puro, são realizados os seguintes experimentos:

- A placa é colocada diretamente na chama do bico de Bunsen. Após um certo período, observa-se o escurecimento da superfície dessa placa.
- Em seguida, submete-se a placa ainda quente a um fluxo de hidrogênio puro, verificando-se que a placa volta a apresentar a aparência original.
- A seguir, submete-se a placa a um fluxo de sulfeto de hidrogênio puro, observando-se novamente o escurecimento da placa, devido à formação de Cu<sub>2</sub>S.
- Finalmente, a placa é colocada novamente na chama do bico de Bunsen, readquirindo a sua aparência original.

Por meio das equações químicas balanceadas, explique os fenômenos observados nos quatro experimentos descritos.

**Questão 28.** Um cilindro de volume  $V$  contém as espécies  $A$  e  $B$  em equilíbrio químico representado pela seguinte equação:  $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ . Inicialmente, os números de mols de  $A$  e de  $B$  são, respectivamente, iguais a  $nA_1$  e  $nB_1$ . Realiza-se, então, uma expansão isotérmica do sistema até que o seu volume duplique ( $2V$ ) de forma que os números de mols de  $A$  e de  $B$  passem a ser, respectivamente,  $nA_2$  e  $nB_2$ . Demonstrando o seu raciocínio, apresente a expressão algébrica que relaciona o número final de mols de  $B$  ( $nB_2$ ) unicamente com  $nA_1$ ,  $nA_2$  e  $nB_1$ .

**Questão 29.** Dois recipientes contêm soluções aquosas diluídas de estearato de sódio (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>COONa). Em um deles é adicionada uma porção de *n*-octano e no outro, uma porção de glicose, ambos sob agitação. Faça um esquema mostrando as interações químicas entre as espécies presentes em cada um dos recipientes.

**Questão 30.** Dois frascos,  $A$  e  $B$ , contêm soluções aquosas concentradas em HCl e NH<sub>3</sub>, respectivamente. Os frascos são mantidos aproximadamente a um metro de distância entre si, à mesma temperatura ambiente. Abertos os frascos, observa-se a formação de um aerossol branco entre os mesmos. Descreva o fenômeno e justifique por que o aerossol branco se forma em uma posição mais próxima a um dos frascos do que ao outro.