

## CONSTANTES

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

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

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

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

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

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

## DEFINIÇÕES

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

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

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 =  $1 \text{ mol L}^{-1}$  (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.  $[A]$  = 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	S	16	32,07
Li	3	6,94	Cl	17	35,45
C	6	12,01	K	19	39,10
N	7	14,01	Ca	20	40,08
O	8	16,00	Mn	25	54,94
F	9	19,00	As	33	74,92
Na	11	22,99	Br	35	79,90
Mg	12	24,30	Ag	47	107,90
Al	13	26,98	I	53	126,90
Si	14	28,08	Pt	78	195,08
P	15	30,97	Hg	80	200,59

**Questão 1.** Uma amostra de  $2 \times 10^{-2} \text{ g}$  de um determinado composto orgânico é dissolvida em  $300 \text{ mL}$  de água a  $25^\circ\text{C}$ , resultando numa solução de pressão osmótica  $0,027 \text{ atm}$ . Pode-se afirmar, então, que o composto orgânico é o(a)

**A** ( ) ácido etanoico (ácido acético).

**B** ( ) 1,2-etanodiol (etileno glicol).

**C** ( ) etanol (álcool etílico).

**D** ( ) metanodiamida (ureia).

**E** ( ) tri-fluor-carbono.

**Questão 2.** Considere as seguintes afirmações:

I. Aldeídos podem ser oxidados a ácidos carboxílicos.

II. Alcanos reagem com haletos de hidrogênio.

III. Aminas formam sais quando reagem com ácidos.

IV. Alcenos reagem com álcoois para formar ésteres.

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

**A** ( ) I.

**B** ( ) I e III.

**C** ( ) II.

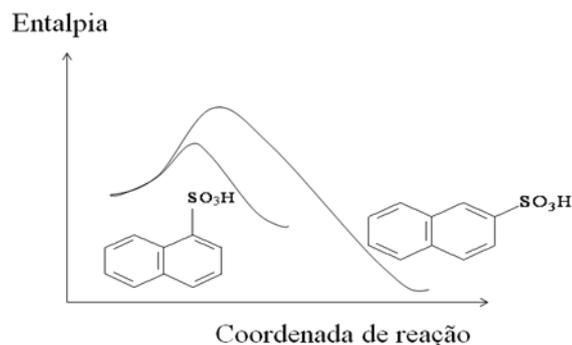
**D** ( ) II e IV.

**E** ( ) IV.

**Questão 3.** A reação de sulfonação do naftaleno ocorre por substituição eletrofílica nas posições  $\alpha$  e  $\beta$  do composto orgânico, de acordo com o diagrama de coordenada de reação a 50 °C.

Com base neste diagrama, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A reação de sulfonação do naftaleno é endotérmica.
- II. A posição  $\alpha$  do naftaleno é mais reativa do que a de  $\beta$ .
- III. O isômero  $\beta$  é mais estável que o isômero  $\alpha$ .



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

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

**Questão 4.** Assinale a opção que corresponde, aproximadamente, ao produto de solubilidade do  $AgCl(c)$  em água nas condições-padrão, sendo dados:



em que  $E^{\circ}$  é o potencial do eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão.

- A ( )  $1 \times 10^{-18}$                       B ( )  $1 \times 10^{-10}$                       C ( )  $1 \times 10^{-5}$                       D ( )  $1 \times 10^5$                       E ( )  $1 \times 10^{10}$

**Questão 5.** Considere as seguintes misturas (soluto/solvente) na concentração de 10 % em mol de soluto:

- I. acetona/clorofórmio
- II. água/etanol
- III. água/metanol
- IV. benzeno/tolueno
- V. *n*-hexano/*n*-heptano

Assinale a opção que apresenta a(s) mistura(s) para a(s) qual(is) a pressão de vapor do solvente na mistura é aproximadamente igual à sua pressão de vapor quando puro multiplicada pela sua respectiva fração molar.

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

**Questão 6.** Considere que a reação hipotética representada pela equação química  $X + Y \rightarrow Z$  ocorra em três condições diferentes ( $a$ ,  $b$  e  $c$ ), na mesma temperatura, pressão e composição total (número de moléculas de  $X+Y$ ), a saber:

- a- O número de moléculas de  $X$  é igual ao número de moléculas de  $Y$ .
- b- O número de moléculas de  $X$  é  $1/3$  do número de moléculas de  $Y$ .
- c- O número de moléculas de  $Y$  é  $1/3$  do número de moléculas de  $X$ .

Baseando nestas informações, considere que sejam feitas as seguintes afirmações:

- I. Se a lei de velocidade da reação for  $v = k[X].[Y]^2$ , então  $v_c < v_a < v_b$ .
- II. Se a lei de velocidade da reação for  $v = k[X].[Y]$ , então  $v_b = v_c < v_a$ .
- III. Se a lei de velocidade da reação for  $v = k[X]$ , então  $t_{1/2(c)} > t_{1/2(b)} > t_{1/2(a)}$ , em que  $t_{1/2}$  = tempo de meia-vida.

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

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

**Questão 7.** Considere os seguintes potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão ( $E^\circ$ ):  $E^\circ_{M^{3+}/M^{2+}} = 0,80\text{ V}$  e  $E^\circ_{M^{2+}/M^0} = -0,20\text{ V}$ . Assinale a opção que apresenta o valor, em V, de  $E^\circ_{M^{3+}/M^0}$ .

- A ( )  $-0,33$       B ( )  $-0,13$       C ( )  $+0,13$       D ( )  $+0,33$       E ( )  $+1,00$

**Questão 8.** Considere as seguintes afirmações a respeito dos haletos de hidrogênio  $HF$ ,  $HCl$ ,  $HBr$  e  $HI$ :

- I. A temperatura de ebulição do  $HI$  é maior do que a dos demais.
- II. À exceção do  $HF$ , os haletos de hidrogênio dissociam-se completamente em água.
- III. Quando dissolvidos em ácido acético glacial puro, todos se comportam como ácidos, conforme a seguinte ordem de força ácida:  $HI > HBr > HCl \gg HF$ .

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

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

**Questão 9.** Considere volumes iguais dos gases  $NH_3$ ,  $CH_4$  e  $O_2$  nas CNTP. Assinale a opção que apresenta o(s) gás(es) que se comporta(m) idealmente.

- A ( ) Apenas  $NH_3$       B ( ) Apenas  $CH_4$       C ( ) Apenas  $O_2$   
D ( ) Apenas  $NH_3$  e  $CH_4$       E ( ) Apenas  $CH_4$  e  $O_2$

**Questão 10.** A  $25^\circ\text{C}$ , a força eletromotriz da seguinte célula eletroquímica é de  $0,45\text{ V}$ :  
 $Pt(s) | H_2(g, 1\text{ atm}) | H^+(x\text{ mol.L}^{-1}) || KCl(0,1\text{ mol.L}^{-1}) | Hg_2Cl_2(s) | Hg(l) | Pt(s)$ .

Sendo o potencial do eletrodo de calomelano –  $KCl(0,1\text{ mol.L}^{-1}) | Hg_2Cl_2(s) | Hg(l)$  – nas condições-padrão igual a  $0,28\text{ V}$  e  $x$  o valor numérico da concentração dos íons  $H^+$ , assinale a opção com o valor aproximado do pH da solução.

- A ( ) 1,0      B ( ) 1,4      C ( ) 2,9      D ( ) 5,1      E ( ) 7,5

**Questão 11.** São feitas as seguintes afirmações a respeito dos produtos formados preferencialmente em eletrodos eletroquimicamente inertes durante a eletrólise de sais inorgânicos fundidos ou de soluções aquosas de sais inorgânicos:

- I. Em  $CaCl_2(l)$  há formação de  $Ca(s)$  no catodo.
- II. Na solução aquosa  $1 \times 10^{-3}\text{ mol.L}^{-1}$  em  $Na_2SO_4$  há aumento do pH ao redor do anodo.
- III. Na solução aquosa  $1\text{ mol.L}^{-1}$  em  $AgNO_3$  há formação de  $O_2(g)$  no anodo.
- IV. Em  $NaBr(l)$  há formação de  $Br_2(l)$  no anodo.

Das afirmações acima, está(ão) ERRADA(S) apenas

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

**Questão 12.** São feitas as seguintes afirmações em relação à isomeria de compostos orgânicos:

- I. O 2-cloro-butano apresenta dois isômeros óticos.
- II. O *n*-butano apresenta isômeros conformacionais.
- III. O metil-ciclo-propano e o ciclo-butano são isômeros estruturais.
- IV. O alceno de fórmula molecular  $C_4H_8$  apresenta um total de três isômeros.
- V. O alceno de fórmula molecular  $C_5H_{12}$  apresenta um total de dois isômeros.

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

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

**Questão 13.** Considere as reações representadas pelas seguintes equações químicas:

- I.  $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$
- II.  $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + 1/2 O_2(g)$
- III.  $2NI_3(s) \rightarrow N_2(g) + 3I_2(g)$
- IV.  $2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$

Assinale a opção que apresenta a(s) reação(ões) química(s) na(s) qual(is) há uma variação negativa de entropia.

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

**Questão 14.** Assinale a opção que indica o polímero da borracha natural.

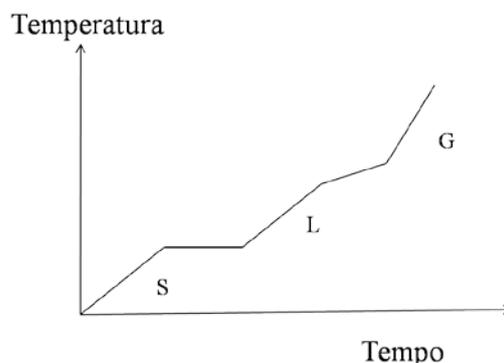
- A ( ) Poliestireno                      B ( ) Poliisopreno                      C ( ) Poli (metacrilato de metila)  
D ( ) Polipropileno                      E ( ) Poliuretano

**Questão 15.** Assinale a opção que apresenta os compostos nitrogenados em ordem crescente de número de oxidação do átomo de nitrogênio.

- A ( )  $N_2H_4 < K_2N_2O_2 < NaNH_2 < NI_3 < Na_2NO_2$
- B ( )  $K_2N_2O_2 < Na_2NO_2 < NI_3 < NaNH_2 < N_2H_4$
- C ( )  $NaNH_2 < N_2H_4 < K_2N_2O_2 < Na_2NO_2 < NI_3$
- D ( )  $NI_3 < NaNH_2 < Na_2NO_2 < N_2H_4 < K_2N_2O_2$
- E ( )  $Na_2NO_2 < NI_3 < N_2H_4 < K_2N_2O_2 < NaNH_2$

**Questão 16.** A figura representa a curva de aquecimento de uma amostra, em que S, L e G significam, respectivamente, sólido, líquido e gasoso. Com base nas informações da figura é CORRETO afirmar que a amostra consiste em uma

- A ( ) substância pura.  
B ( ) mistura coloidal.  
C ( ) mistura heterogênea.  
D ( ) mistura homogênea azeotrópica.  
E ( ) mistura homogênea eutética.



**Questão 17.** Considere os seguintes pares de moléculas:

I.  $LiCl$  e  $KCl$

II.  $AlCl_3$  e  $PCl_3$

III.  $NCl_3$  e  $AsCl_3$

Assinale a opção com as três moléculas que, cada uma no seu respectivo par, apresentam ligações com o maior caráter covalente.

A ( )  $LiCl$ ,  $AlCl_3$  e  $NCl_3$

B ( )  $LiCl$ ,  $PCl_3$  e  $NCl_3$

C ( )  $KCl$ ,  $AlCl_3$  e  $AsCl_3$

D ( )  $KCl$ ,  $PCl_3$  e  $NCl_3$

E ( )  $KCl$ ,  $AlCl_3$  e  $NCl_3$

**Questão 18.** São descritos três experimentos (I, II e III) utilizando-se em cada um 30 mL de uma solução aquosa saturada, com corpo de fundo de cloreto de prata, em um béquer de 50 mL a 25 °C e 1 atm:

I. Adiciona-se certa quantidade de uma solução aquosa 1 mol.L<sup>-1</sup> em cloreto de sódio.

II. Borbulha-se sulfeto de hidrogênio gasoso na solução por certo período de tempo.

III. Adiciona-se certa quantidade de uma solução aquosa 1 mol.L<sup>-1</sup> em nitrato de prata.

Em relação aos resultados observados após atingir o equilíbrio, assinale a opção que apresenta o(s) experimento(s) no(s) qual(is) houve aumento da quantidade de sólido.

A ( ) Apenas I

B ( ) Apenas I e II

C ( ) Apenas I e III

D ( ) Apenas II e III

E ( ) Apenas I, II e III

**Questão 19.** Assinale a opção com a resina polimérica que mais reduz o coeficiente de atrito entre duas superfícies sólidas.

A ( ) Acrílica

B ( ) Epoxídica

C ( ) Estirênica

D ( ) Poliuretânica

E ( ) Poli (dimetil siloxano)

**Questão 20.** Considere uma amostra aquosa em equilíbrio a 60 °C, com pH de 6,5, a respeito da qual são feitas as seguintes afirmações:

I. A amostra pode ser composta de água pura.

II. A concentração molar de  $H_3O^+$  é igual à concentração de  $OH^-$ .

III. O pH da amostra não varia com a temperatura.

IV. A constante de ionização da amostra depende da temperatura.

V. A amostra pode ser uma solução aquosa 0,1 mol.L<sup>-1</sup> em  $H_2CO_3$ , considerando que a constante de dissociação do  $H_2CO_3$  é da ordem de  $1 \times 10^{-7}$ .

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

A ( ) I, II e IV.

B ( ) I e III.

C ( ) II e IV.

D ( ) III e V.

E ( ) V.

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

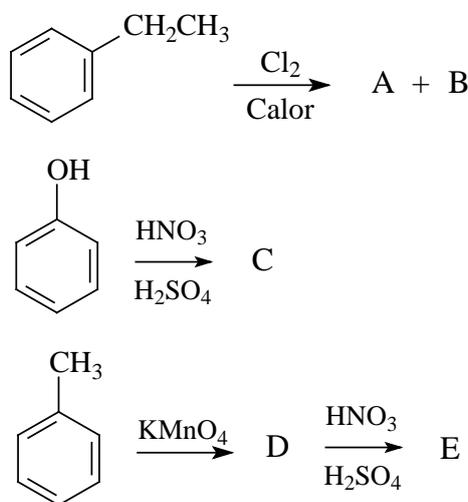
AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.

**Questão 21.** A tabela mostra a variação de entalpia de formação nas condições-padrão a 25 °C de algumas substâncias.

Calcule a variação da energia interna de formação, em  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , nas condições-padrão dos compostos tabelados. Mostre os cálculos realizados.

Substância	$\Delta H_f^0$ ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
$\text{AgCl}(s)$	-127
$\text{CaCO}_3(s)$	-1207
$\text{H}_2\text{O}(l)$	-286
$\text{H}_2\text{S}(g)$	-20
$\text{NO}_2(g)$	+34

**Questão 22.** Apresente os respectivos produtos (A, B, C, D e E) das reações químicas representadas pelas seguintes equações:



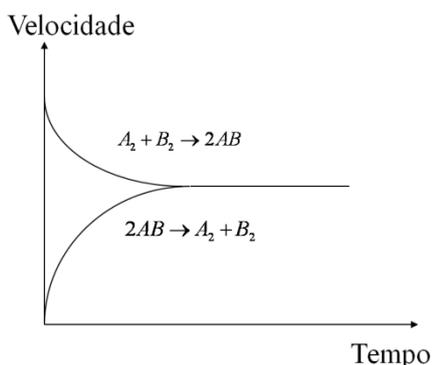
**Questão 23.** Uma mistura gasosa é constituída de  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{CH}_4$ . A combustão de 100 L desta mistura em excesso de oxigênio produz 190 L de  $\text{CO}_2$ .

Determine o valor numérico do volume, em L, de propano na mistura gasosa original.

**Questão 24.** Descreva por meio de equações as reações químicas envolvidas no processo de obtenção de magnésio metálico a partir de carbonato de cálcio e água do mar.

**Questão 25.** A figura apresenta a variação de velocidade em função do tempo para a reação química hipotética não catalisada representada pela equação  $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{AB}$ .

Reproduza esta figura no caderno de soluções, incluindo no mesmo gráfico, além das curvas da reação catalisada, as da reação não catalisada, explicitando ambas as condições.



**Questão 26.** Considere a reação de combustão do composto X, de massa molar igual a  $27,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , representada pela seguinte equação química balanceada:



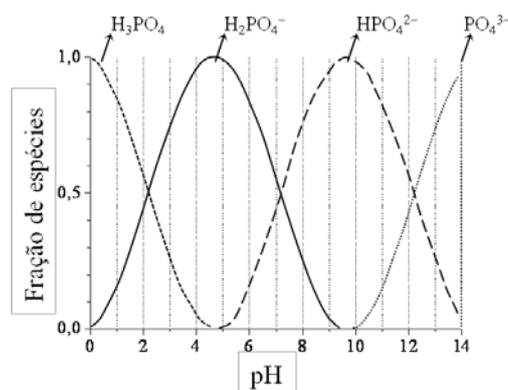
Calcule o valor numérico, em kJ, da quantidade de calor liberado na combustão de:

- $1,0 \times 10^3 \text{ g}$  de X
- $1,0 \times 10^2 \text{ mol}$  de X
- $2,6 \times 10^{22}$  moléculas de X
- uma mistura de  $10,0 \text{ g}$  de X e  $10,0 \text{ g}$  de  $O_2$

**Questão 27.** Considere dois lagos naturais, um dos quais contendo rocha calcárea ( $CaCO_3$  e  $MgCO_3$ ) em contato com a água.

Discuta o que acontecerá quando houver precipitação de grande quantidade de chuva ácida ( $\text{pH} < 5,6$ ) em ambos os lagos. Devem constar de sua resposta os equilíbrios químicos envolvidos.

**Questão 28.** A figura apresenta o diagrama de distribuição de espécies para o ácido fosfórico em função do pH.



Com base nesta figura, pedem-se:

- Os valores de  $pK_a^1$ ,  $pK_a^2$  e  $pK_a^3$ , sendo  $K_a^1$ ,  $K_a^2$  e  $K_a^3$ , respectivamente, a primeira, segunda e terceira constantes de dissociação do ácido fosfórico.
- As substâncias necessárias para preparar uma solução tampão de  $\text{pH} 7,4$ , dispondo-se do ácido fosfórico e respectivos sais de sódio. Justifique.
- A razão molar das substâncias escolhidas no item b).
- O procedimento experimental para preparar a solução tampão do item b).

**Questão 29.** A nitrocelulose é considerada uma substância química explosiva, sendo obtida a partir da nitração da celulose. Cite outras cinco substâncias explosivas sintetizadas por processos de nitração.

**Questão 30.** Explique como diferenciar experimentalmente uma amina primária de uma secundária por meio da reação com o ácido nitroso. Justifique a sua resposta utilizando equações químicas para representar as reações envolvidas.