"A matemática é o alfabeto com que Deus escreveu o mundo"
Galileu Galilei

Informações de Tabela Periódica

Elemento	*H*	*C*	*N*	*O*	*F*	*Al*	*P*	*S*	*Cl*	*K*	*Ca*
Massa atômica (u)	1	12	14	16	19	27	31	32	35,5	39	40
Número atômico	1	6	7	8	9	13	15	16	17	19	20

Constantes:

Constante de Faraday $= 96500\ C \cdot \text{mol}^{-1}$

$R = 2{,}00\,\text{cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1} = 8{,}314\ \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1} = 0{,}082\ \text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$

$K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$, a $25^{\circ}C$.

$\log 2 = 0{,}30 \quad \log 3 = 0{,}48 \quad \log 7 = 0{,}85 \quad 2^{1/2} = 1{,}4$

Equações:

$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT\ In\ K \qquad E = E^{\circ} - RT/(nF) InQ$

Questão 01

$1{,}0$ mol de ácido acético é adicionado a uma solução de $1{,}0$ mol de álcool etílico e 36 g de água. Aguarda-se que o meio formado atinja o equilíbrio à temperatura T_{eq}, quando se verifica que a sua composição contém $0{,}5$ mol de éster e o restante de ácido acético, etanol e H_2O. Calcule quantos mols de éster poderiam ser formados no equilíbrio, à mesma temperatura T_{eq}, se $2{,}0$ mols de etanol puro fossem misturados a $1{,}0$ mol de ácido acético num recipiente seco.

Resolução:

Primeiro equilíbrio:

$$\underset{(A)}{H_3C-C(=O)OH} + \underset{(B)}{CH_3-CH_2-OH} \rightleftarrows \underset{(C)}{H_3C-C(=O)O-CH_2-CH_3} + \underset{(D)}{H_2O}$$

	A	B	C	D
Início	1,0 mol	1,0 mol	0	2,0 mol
Reage e forma	0,5 mol	0,5 mol	0,5 mol	0,5 mol
Equilíbrio	0,5 mol	0,5 mol	0,5 mol	2,5 mol

$$K_c = \frac{[C]\cdot[D]}{[A]\cdot[B]} \ \therefore\ K_c = \frac{0{,}5 \cdot 2{,}5}{0{,}5 \cdot 0{,}5} \ \therefore\ K_c = 5$$

Segundo equilíbrio:

	A	B	C	D
Início	1,0 mol	2,0 mol	0	0
Reage e forma	x	x	x	x
Equilíbrio	$1{,}0 - x$	$2{,}0 - x$	x	x

$$K_c = \frac{[C]\cdot[D]}{[A]\cdot[B]} \ \therefore\ 5 = \frac{x \cdot x}{(1-x)(2-x)} \ \therefore\ x = 0{,}867\ \text{mol}\ de\ éster$$

Questão 02

Determine as fórmulas estruturais planas de todos os compostos derivados do benzeno que satisfazem as seguintes imposições:

i) em $1\ \text{mol}$ do composto encontram-se $16\ \text{g}$ de oxigênio e $7\ \text{mols}$ de carbono;

ii) o elemento carbono corresponde a $77,78\%$ em massa do composto; e

iii) em $21,6\ \text{g}$ do composto encontram-se $1,6\ \text{g}$ de hidrogênio.

Resolução:

Cálculo da massa molar do composto:

$$\begin{array}{l} 84\ g _____ 77,78\% \\ M _____ 100\% \end{array}$$

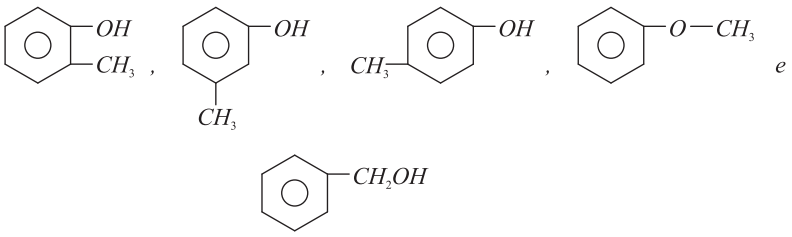
$$M = 108\text{g/mol}$$

Considerando que a fórmula do composto é $C_xH_yO_z$, sabe-se que $x = 7$ e $z = 1$, logo:

$$108 = 7(12) + y + 16 \ \therefore \ y = 8$$

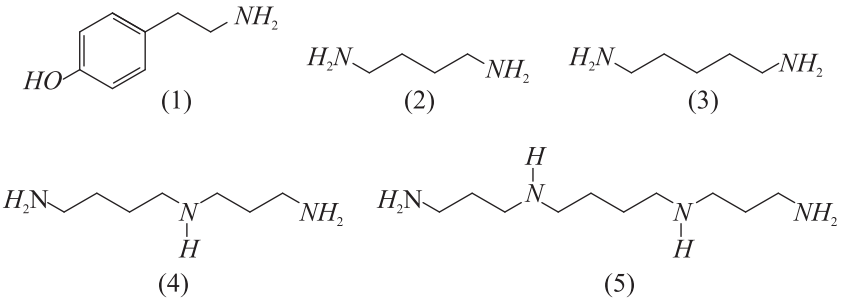
Portanto a fórmula do composto é C_7H_8O.

São possíveis as seguintes estruturas:



Questão 03

As aminas biogênicas (AB) são bases orgânicas tóxicas produzidas pela descarboxilação de aminoácidos por microrganismos, que podem ser encontradas como contaminantes em diversos alimentos. Dadas as estruturas das AB feniletilamina (1), putrescina (2), cadaverina (3), espermidina (4) e espermina (5) abaixo, determine o nome de cada uma dessas moléculas de acordo com as normas da IUPAC.



Resolução:

(1) 2-(4-hidroxifenil)etanamina

(2) Butano-1, 4-diamina

(3) Pentano-1, 5-diamina

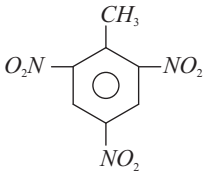
(4) 4-amino-N-(3-aminopropil)butano-1-amina

(5) N, N-bis-(3-aminopropil)butano-1, 4-diamina

Questão 04

O TNT ($2,4,6$-trinitrotolueno) é um composto químico com propriedades combustíveis e explosivas. Em condições específicas e controladas, m gramas de TNT entram em combustão completa em presença de ar estequiométrico sem detonar ou explodir. Os produtos dessa reação foram coletados e transferidos para um sistema de captura de $820\ \text{L}$. Ao atingirem equilíbrio térmico com o ambiente ($27°\text{C}$), a pressão registrada no sistema de captura foi de $1,77\ \text{atm}$. Assumindo que a hipótese do gás ideal é válida, que o ar é uma mistura de N_2 e O_2 na proporção volumétrica de $4:1$, que todo o nitrogênio existente nos produtos está na forma de uma única substância simples e que não existem produtos sólidos, determine o valor de m.

Resolução:

$T.N.T \longrightarrow$ 

$\therefore\ C_7H_5N_3O_6\ (227\text{g/mol})$

Combustão completa:

$$4C_7H_5N_3O_6(\text{l}) + 21O_2(\text{g}) \rightarrow 28CO_2(\text{g}) + 10H_2O(\text{l}) + 6N_2(\text{g})$$

Considerando o nitrogênio:

$$4C_7H_5N_3O_6(\text{l}) + 21O_2(\text{g}) + 84N_2(\text{g}) \rightarrow 28CO_2(\text{g}) + 10H_2O(\text{l}) + 90N_2(\text{g})$$

$$PV = nRT$$

$$1,77 \cdot 820 = n \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$n = 59\ \text{mol}$$

4 mol	118 mol
TNT	Gases
4×227 g ———	118 mol
m ———	59 mol

$m = 454$ g

Questão 05

$1,00\ \text{kg}$ de carbonato de cálcio, na temperatura de $298\ \text{K}$, é introduzido em um forno que opera a $101\ \text{kPa}$. O forno é então aquecido até a temperatura T_c na qual ocorrerá a calcinação do carbonato de cálcio. Sabendo-se que o módulo da variação da energia livre de Gibbs da reação de calcinação à temperatura T_c é igual a $10,7\ \text{kJ/mol}$, **determine a temperatura de calcinação T_c e a quantidade de calor necessária** à completa calcinação do carbonato. Despreze os efeitos de mistura e considere que, para o sistema reacional, aplicam-se as seguintes equações:

- $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- $\Delta H = \Delta H_f^0 + c_P \Delta T$
- $\Delta S = \Delta S_f^0 + c_P \dfrac{\Delta T}{T}$

Dados:

Entalpias e entropias de formação a $298\ \text{K}$ e capacidades caloríficas médias:

Substância	$\Delta H_f^0\ (\text{kJ/mol})$	$\Delta S_f^0\ (\text{J/mol}\cdot\text{K})$	$C_p\ (\text{J/mol}\cdot\text{K})$
$CO_2\ (\text{g})$	-394	213	$54,0$
$CaO\ (\text{s})$	-636	$39,0$	$56,0$
$CaCO_3\ (\text{s})$	-1207	$94,0$	110

Resolução:

Reação de calcinação:

$$CaCO_3(\text{s}) \rightarrow CaO(\text{s}) + CO_2(\text{g}) \qquad \Delta H$$

Considerando:

I) $H_A = H_{CaCO_3}$

$C_{P_A} = C_{P_{CaCO_3}}$

$\therefore H_A = H_A^0 + C_{P_A}\Delta T$

II) $H_B = H_{CaO}$

$C_{P_B} = C_{P_{CaO}}$

$\therefore H_B = H_B^0 + C_{P_B}\Delta T$

III) $H_C = H_{CO_2}$

$C_{P_C} = C_{P_{CO_2}}$

$\therefore H_C = H_C^0 + C_{P_C}\Delta T$

Então:

$\Delta H = H_P - H_R$

$\Delta H = (H_B + H_C) - (H_A)$

$\Delta H = \left(H_B^0 + C_{P_B}\Delta T + H_C^0 + C_{P_C}\Delta T\right) - \left(H_A^0 + C_{P_A}\Delta T\right)$

Sendo:

$\Delta H^0 = H_B^0 + H_C^0 - H_A^0$ e $\Delta C_P = C_{P_B} + C_{P_C} - C_{P_A}$

Assim:

$\Delta H = \Delta H^0 + \Delta T \cdot \Delta C_P$

Cálculo de ΔC_P: $\Delta C_P = 56{,}0 + 54{,}0 - 110$

$\Delta C_P = 0$

Portanto: $\Delta H = \Delta H_f^0$ e $\Delta S = \Delta S_f^0$

- Cálculo de ΔH: $\Delta H = \left(H_{CaO}^0 + H_{CO_2}^0\right) - \left(H_{CaCO_3}^0\right)$

$\Delta H = \left[-636 + (-394)\right] - (-1207)$

$\Delta H = 177 \text{ kJ/ mol}$

- Cálculo de ΔS: $\Delta S = \left(S_{CaO}^0 + S_{CO_2}^0\right) - \left(S_{CaCO_3}^0\right)$

$\Delta S = (39{,}0 + 213) - (94{,}0)$

$\Delta S = 158 \text{ J/ mol}\cdot\text{K}$

- Cálculo de ΔG: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$10{,}7 \cdot 10^3 = 177 \cdot 10^3 - T \cdot (158)$

$T = 1052{,}53 \text{ K}$

- Cálculo da quantidade de calor à completa calcinação (Q):

Sendo:

$1 \text{ mol } CaCO_3$ ——— 100 g

x ——— 1000 g

$x = 10 \text{ mol } CaCO_3$

Logo:

Para elevar a temperatura de 298 K à temperatura de calcinação:

$Q_1 = n_{CaCO_3} \cdot C_{P_{CaCO_3}} \cdot \Delta T$

$Q_1 = 10 \cdot 110 \cdot (1052{,}53 - 298)$

$Q_1 \cong 830 \text{ kJ}$

Assim:

$1 \text{ mol } CaCO_3$ ——— 177 kg

$10 \text{ mol } CaCO_3$ ——— Q_2

$Q_2 = 1770 \text{ kJ}$

Portanto:

$Q = Q_1 + Q_2$

$Q = 830 + 1770$

$Q = 2600 \text{ kJ}$

Questão 06

O tetracloreto de carbono é um composto orgânico apolar, líquido à temperatura ambiente. Dentre outras aplicações, foi amplamente utilizado no século passado como solvente, como pesticida e na síntese de agentes refrigerantes. Seu emprego comercial, entretanto, foi progressivamente reduzido quando se tornaram evidentes os seus efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Estudos constataram que a inalação é a principal via de exposição ao tetracloreto de carbono para trabalhadores e para a população em geral em razão de sua pressão de vapor relativamente elevada e de sua lenta degradação no ambiente.

Supondo que as energias livres padrão de formação (ΔG^{o}_{f}) do tetracloreto de carbono, nos estados líquido e vapor a $25\,^{o}C$, sejam $-68,6\,kJ/mol$ e $-64,0\,kJ/mol$ respectivamente, determine a sua pressão de vapor, à mesma temperatura, em função da constante **e** (número de Neper).

Resolução:

Sendo:

$$CCl_{4(\ell)} \rightleftharpoons CCl_{4(v)} \quad \Delta G^{o}$$

Assim:

$$\Delta G^{o} = \Delta G^{o}_{f}\left(CCl_{4(v)}\right) - \Delta G^{o}_{f}\left(CCl_{4(\ell)}\right)$$

$$\Delta G^{o} = -64 - (-68,6)$$

$$\Delta G^{o} = +4,6\,kJ/mol$$

Portanto:

$$\Delta G^{o} = -RT\ell nP$$

$$4,6 \cdot 10^{3} = -(8,31)\cdot(298)\ell nP$$

$$\ell nP = -\frac{4,6 \cdot 10^{3}}{2,476 \cdot 10^{3}}$$

$$\ell nP = -1,86$$

$$P = e^{-1,86}\,atm$$

Questão 07

Dê a **configuração eletrônica** no estado fundamental do elemento com número atômico $Z = 79$. Determine **o período e o grupo** da Tabela Periódica a que pertence o elemento.

Resolução:

Elemento: $_{79}Au$

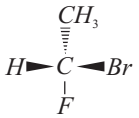
Logo: $[Xe]6s^{1}5d^{10}$

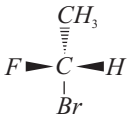
Sendo:

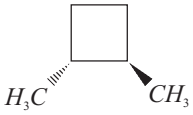
* 6° período e grupo 11

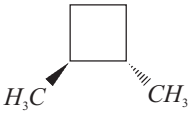
Questão 08

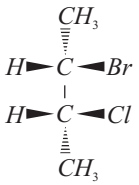
Estabeleça a relação entre as estruturas de cada par abaixo, identificando-as como enantiômeros, diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.

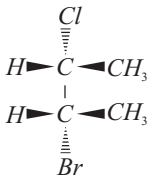
a) 

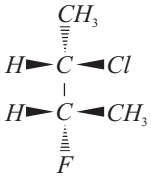
e 

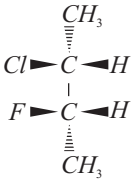
b) 

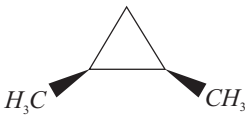
e 

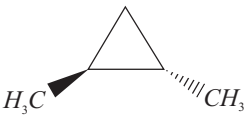
c) 

e 

d) 

e 

e) 

e 

Resolução:

a) Mesmo composto
b) Enantiômeros
c) Mesmo composto
d) Diastereoisômeros
e) Diastereoisômeros

Questão 09

Determine o pH no ponto de equivalência da titulação de $25{,}0\ \text{mL}$ de ácido hipocloroso aquoso $\left(K_a = 3\times10^{-8}\right)$ com concentração $0{,}010\ \text{mol/L}$, com hidróxido de potássio $0{,}020\ \text{mol/L}$, realizada a $25\ ^{o}\text{C}$.

Resolução:

No ponto de equivalência o pH é calculado pela hidrólise do íon hipoclorito:

$$ClO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows HClO_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Cuja constante de hidrólise é:

$$K_H = \frac{K_W}{K_A} \therefore K_H = \frac{10^{-14}}{3\times10^{-8}} \therefore K_H = \frac{10^{-6}}{3}$$

Como a concentração da base é o dobro da concentração do ácido, o volume de KOH consumido na equivalência será $12{,}5\,\text{mL}$. Logo a concentração do hipoclorito pode ser calculada por:

$$C\cdot v = C'\cdot v'$$

$$0{,}01\cdot 25 = C'\cdot 37{,}5$$

$$C' = \tfrac{2}{3}\times10^{-2}\,\frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Como: $\left[OH^-\right] = \sqrt{K_B\cdot C}$ e, nesse caso, $K_B = K_H$, teremos $\left[OH^-\right] = \sqrt{\frac{10^{-6}}{3}\times\frac{2}{3}\times10^{-2}}$

$$\therefore \left[OH^-\right] = \sqrt{\frac{2}{9}\times10^{-8}}\,\frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Então o pOH será dado por:

$$pOH = -\log\left(\frac{2}{9}\times10^{-9}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$pOH = 4{,}33 \quad \therefore\ \text{pH} = 9{,}67$$

Questão 10

A reação abaixo segue a mesma cinética do decaimento radioativo.

$$A \rightarrow 2\,B + \tfrac{1}{2}C$$

Ao se acompanhar analiticamente o desenvolvimento desta reação na temperatura T_1, obtêm-se o Gráfico 1, o qual estabelece uma relação entre a concentração molar da substância A no meio reacional e o tempo de reação.

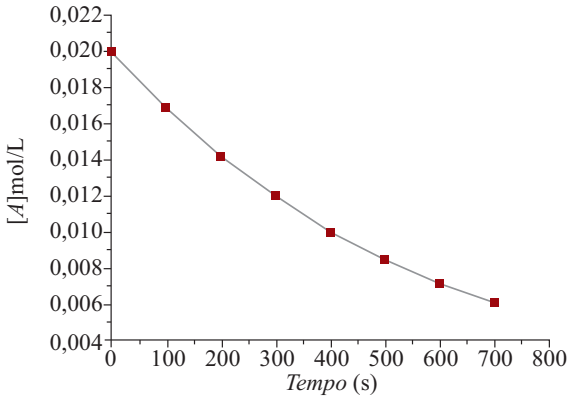


Gráfico 1 – Concentração da substância A no tempo

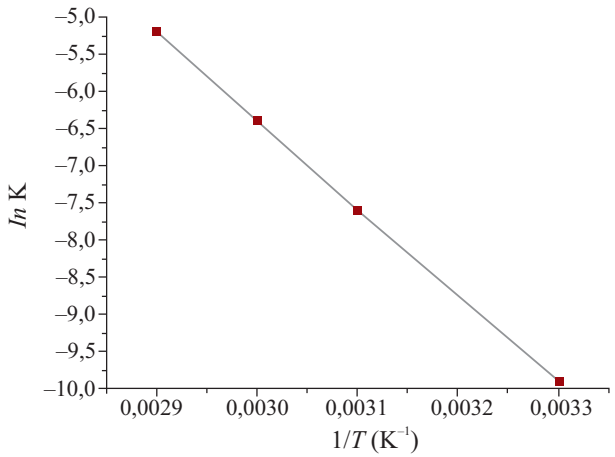


Gráfico 2 – ln K versus 1/T

Ao se conduzir esta mesma reação em diversas temperaturas, obtêm-se diferentes valores para a constante de velocidade de reação k, conforme os dados da Tabela 1.

Tabela 1 – Efeito da temperatura na constante de velocidade k

Temperatura (°C)	25	45	55	65
Constante de velocidade, $k\left(s^{-1}\right)$	$3,2\times10^{-5}$	$5,1\times10^{-4}$	$1,7\times10^{-3}$	$5,2\times10^{-3}$

Finalmente, com um tratamento matemático dos dados da Tabela 1, pode-se construir o Gráfico 2, o qual fornece uma relação entre a constante de velocidade e a temperatura.
Com base nas informações fornecidas, considerando ainda que $ln\ 2 = 0,69$ e que a constante universal dos gases é igual a $8,3\ \mathrm{J/mol.K}$, determine

a) a temperatura T_1;

b) a energia de ativação, em $\mathrm{kJ/mol}$, da reação.

Resolução:

a) Como a reação é de primeira ordem, fato que pode ser observado pela unidade da constante $\left(s^{-1}\right)$, do gráfico 1 podemos obter a meia-vida:

$t_{½} = 400\mathrm{s}$ (tempo necessário para a concentração diminuir de $0,020\frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}}$ para $0,010\frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}}$)

Teremos: $K = \frac{ln2}{p} \therefore K = \frac{0,69}{400} \therefore K = 1,725\times10^{-3}\mathrm{s}^{-1}$

Pela tabela fornecida observa-se que a temperatura é $55^{o}\mathrm{C}$.

b) Equação de ARRHENIUS:

$$K = A\cdot exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

Para linearizarmos tal expressão, aplicaremos o ln dos dois lados da equação:

$$ln\,K = ln\,A - \frac{E_a}{R}\cdot\frac{1}{T}$$

Tal expressão corresponde a equação de uma reta onde o coeficiente angular (a) é dado por:

$$a = \frac{-E_a}{R}$$

Pelo gráfico 2 obtém-se o coeficiente angular:

$$a = \frac{-9,8-5,2}{0,0033-0,0029} \therefore a = -1,150\times10^{4}$$

Como: $a = \frac{-E_a}{R} \therefore -1,150\times10^{4} = \frac{-E_a}{8,3} \quad \therefore E_a = 95,45\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{mol}}$

Professores:

Química
Daniel Tostes
Everton
Gildão
Luís Cícero
Thé
Welson

Colaboradores
Aline Alkmin
Carolina Chaveiro
José Diogo
Moisés Humberto

Digitação e Diagramação
Daniel Alves
Érika Rezende
João Paulo
Valdivina Pinheiro

Desenhistas
Luciano Barros
Rodrigo Ramos
Vinicius Ribeiro

Projeto Gráfico
Vinicius Ribeiro

Assistente Editorial
Valdivina Pinheiro

Supervisão Editorial
José Diogo
Rodrigo Bernadelli
Marcelo Moraes

Copyright©Olimpo2013

*A **Resolução Comentada** das provas do IME poderá ser obtida diretamente no*

OLIMPO** Pré-Vestibular, ou pelo telefone **(62) 3088-7777

As escolhas que você fez nessa prova, assim como outras escolhas na vida, dependem de conhecimentos, competências, conhecimentos e habilidades específicos. Esteja preparado.

www.grupoolimpo.com.br

opirus
EDITORA

olimpo