

1) A configuração eletrônica de um átomo  ${}^A_Z X$  é [ X ]. Determine:

- a) os valores de Z e de n, para que a configuração eletrônica [ X ]  $ns^2 (n-1) d^{10} np^{(n+1)}$  represente um elemento químico da família dos halogênios; e  
b) o elemento químico representado por X.

**SOLUÇÃO IDEAL**

a) Para um halogênio, a camada eletrônica mais externa possui configuração eletrônica  $ns^2 np^5$ , assim:  
 $n + 1 = 5 \Leftrightarrow n = 4$

Elemento químico: [X]  $4s^2 3d^{10} 4p^5$ , o halogênio que pertence ao 4º período é o bromo, de número atômico 35. Assim o elemento X possui número atômico  $Z = 35 - 17 = 18$ .

b) [X] possui a configuração eletrônica de um gás nobre de nº atômico 18, sendo o elemento químico Argônio (configuração  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$ ).

2) Para cada molécula abaixo:

- 1)  $BeH_2$
- 2)  $BCl_3$
- 3) ácido fluorídrico
- 4)  $H_2S$
- 5) pentacloreto de antimônio

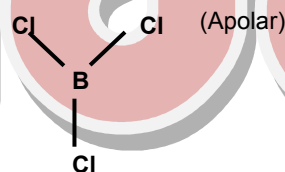
a) desenhe a fórmula estrutural, indicando a direção e o sentido dos vetores momentos dipolar correspondentes a cada ligação química; e

b) responda se a molécula é polar ou apolar, justificando.

**SOLUÇÃO IDEAL**

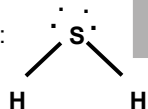
1)  $BeH_2$ : Fórmula Estrutural:  $H - Be - H$  (Apolar)

2)  $BCl_3$ : Fórmula Estrutural:

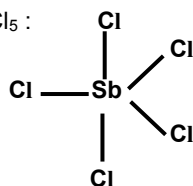


3) Ácido Fluorídrico:  $H - F$  (Polar)

4)  $H_2S$ :



5)  $SbCl_5$ : (Apolar)



Onde Apolar significa que o vetor momento dipolar resultante é nulo, e Polar significa que o vetor momento dipolar resultante é não-nulo.

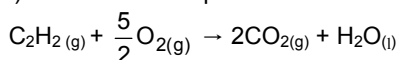
3) Nas combustões completas de x gramas de acetileno e de y gramas de benzeno são liberadas, respectivamente,  $Q_1$  kcal  $Q_2$  kcal. Determine o calor liberado, em kcal, na formação de z gramas de benzeno a partir do acetileno.

**SOLUÇÃO IDEAL**

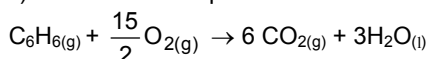
Acetileno: Etino ( $C_2H_2$ )

Benzeno ( $C_6H_6$ )

i) Combustão completa do Acetileno:



ii) Combustão completa do Benzeno:



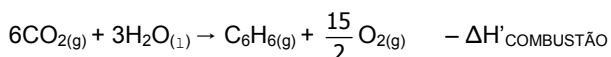
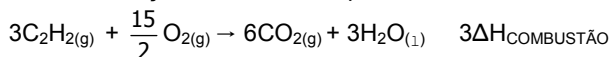
p/ i): 26g de Acetileno  $\frac{\Delta H_{\text{COMBUSTÃO}}}{X \text{ g}} = \frac{Q_1}{\text{mol C}_2\text{H}_2}$

$$\Delta H_{\text{COMBUSTÃO}} = \frac{26Q_1}{X} \text{ Kcal / mol}$$

p/ ii) 78g de Benzeno  $\frac{\Delta H'_{\text{COMBUSTÃO}}}{Y \text{ g}} = \frac{Q_2}{\text{mol C}_6\text{H}_6}$

$$\Delta H'_{\text{COMBUSTÃO}} = \frac{78Q_2}{Y} \text{ Kcal / mol}$$

Para a formação do Benzeno a partir do Acetileno:



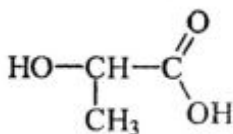
Estequiometricamente temos:

78g do Benzeno formado  $\frac{\Delta H}{Z \text{ g}} = \frac{Q_3}{\text{Calor Liberado Pedido}}$

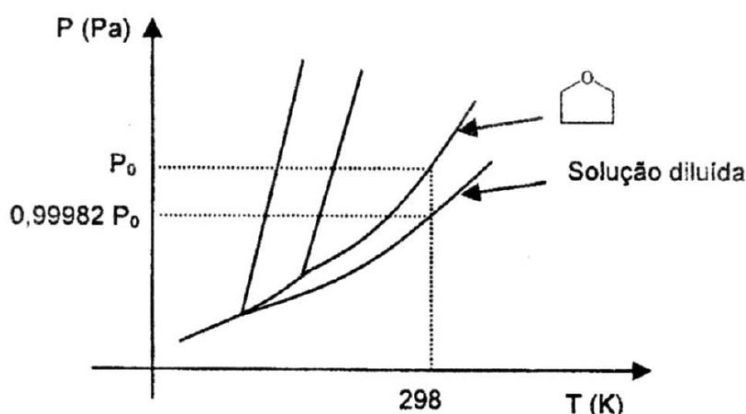
$$Q_3 = \frac{Z}{78} \cdot \Delta H = \frac{Z}{78} (3\Delta H_{\text{COMBUSTÃO}} - \Delta H'_{\text{COMBUSTÃO}})$$

$$Q_3 = \frac{Z}{78} \left( \frac{78Q_1}{X} - \frac{78Q_2}{Y} \right) = \frac{ZQ_1}{X} - \frac{ZQ_2}{Y} \text{ Kcal}$$

4) Considere o polímero bio-absorvível obtido pela reação de polimerização do monômero a seguir:



Prepara-se uma solução diluída com 30,60g deste polímero em 2000g de tetrahydrofurano (THF). O gráfico abaixo apresenta os diagramas de fase (sólido-líquido-vapor) desta solução diluída e de THF puro.



A partir dessas informações, determine:

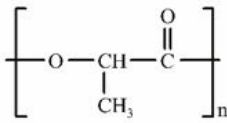
- o efeito coligativo numericamente evidenciado pelo gráfico;
- a função orgânica formada na reação de polimerização;
- a fórmula estrutural plana do mero (unidade repetitiva do polímero)
- a massa molar média deste polímero na solução especificada; e
- quantos gramas de água serão gerados na produção de 1mol do polímero.

**SOLUÇÃO IDEAL**

- Abaixamento da pressão máxima de vapor (tonoscopia).

b) Éster

c)



$$d) 1,8 \times 10^{-4} = \frac{\frac{30,6}{\text{mol}}}{\frac{30,6}{\text{mol}} + \frac{2000}{72}}$$

$$1,8 \times 10^{-4} \left( \frac{30,6}{\text{mol}} + \frac{2000}{72} \right) = \frac{30,6}{\text{mol}}$$

$$\frac{1,8 \times 10^{-4} \times 30,6}{\text{mol}} + \frac{1,8 \times 10^{-4} \times 2000}{72} = \frac{30,6}{\text{mol}}$$

$$\frac{30,6}{\text{mol}} - \frac{1,8 \times 10^{-4} \times 30,6}{\text{mol}} = \frac{1,8 \times 10^{-4} \times 2000}{72}$$

$$30,6 - 1,8 \times 10^{-4} \times 30,6 = \frac{1,8 \times 10^{-4} \times 2000}{72} \times \text{mol}$$

$$30,6 - 0,005508 = \frac{0,36}{72} \times \text{mol}$$

$$30,594492 \times 72 = 0,36 \times \text{mol}$$

$$\frac{3059,4492 \times 72}{36} = \text{mol}$$

$$\text{mol} = 3059,4492 \times 2$$

$$\text{mol} = 6118,89$$

$$e) \eta = \frac{6188,89}{72} = 84,9$$

$$\eta = 85$$

Como a estrutura mero se repete 85 vezes são gerados 85 mols de H<sub>2</sub>O.

$$1 \text{ mol } \frac{18 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}}$$

$$85 \frac{18 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times$$

$$x = 83 \times 18$$

$$x = 1530 \text{ g de H}_2\text{O}$$

5) Calcule o pH de uma solução aquosa 0,5 molar de NH<sub>4</sub>CN. As constantes de ionização são K<sub>H<sub>4</sub>CN</sub> = 7,0 X 10<sup>-10</sup> e K<sub>NH<sub>3</sub></sub> = 1,75 X 10<sup>-5</sup>. O produto iônico da água é k<sub>w</sub> = 1,0 x 10<sup>-14</sup>. Considere que, no equilíbrio, as concentrações dos íons [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] e [CN<sup>-</sup>] são iguais.

**SOLUÇÃO IDEAL**

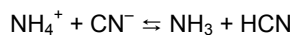
$$[\text{NH}_4\text{CN}] = 0,5 \text{ mol/L}$$

$$K_{\text{H}_4\text{CN}} = 7 \cdot 10^{-10} = K_a$$

$$K_{\text{NH}_3} = 1,75 \cdot 10^{-5} = k_b$$

$$K_w = 10^{-14} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Para a hidrólise do NH<sub>4</sub>CN:



Início	M	M	O	O
Varição	-Mα	-Mα	+Mα	+Mα
Equilíbrio	M(1-α)	M(1-α)	Mα	Mα

$$K_H = \frac{M\alpha \cdot M\alpha}{M(1-\alpha)M(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$$

Para determinar o pH da solução em equilíbrio:



$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} \quad (i) \quad K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \quad (ii)$$

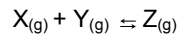
$$(i) [KH^+] = \frac{K_a \cdot [HCN]}{[CN^-]} = \frac{K_a \cdot M\alpha}{M(1-\alpha)} = \frac{K_a \cdot \alpha}{1-\alpha}$$

$$(ii): [OH^-] = \frac{K_b \cdot [NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{K_b \cdot M\alpha}{M(1-\alpha)} = \frac{K_b \cdot \alpha}{1-\alpha}$$

$$\text{De (i) e (ii): } \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{K_a}{K_b} \Leftrightarrow \frac{[H^+].[H^+]}{[H^+].[OH^-]} = \frac{K_a}{K_b} \Leftrightarrow$$

$$[H^+]^2 = \frac{K_a \cdot K_w}{K_b} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_w}{K_b}} = \sqrt{\frac{7.10^{-10} \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{4.10^{-19}} \Leftrightarrow [H^+] = 2 \cdot 10^{-9,5} \Leftrightarrow \text{pH} = 9,2$$

6) A um reator isotérmico com capacidade de 100 L são adicionados 10 mols do gás X e 15 mols do gás Y, ocorrendo formação do gás Z segundo a reação elemental.



A tabela abaixo apresenta dados cinéticos da reação, onde  $\omega$  representa a diferença entre as velocidades das reações direta e inversa. Determine a concentração máxima de Z que pode ser obtida.

Tempo (min)	X (mol)	$\omega$ (mol.L <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )
0	10	0,450
10	8	0,212

**SOLUÇÃO IDEAL**

Equação da velocidade da reação direta:  $V_{dir} = K_{dir} \cdot [X] \cdot [Y]$

Equação da velocidade da reação inversa:  $V_{inv} = K_{inv} \cdot [Z]$

Então  $\omega$  é determinado por  $\omega = K_{dir} \cdot [X] \cdot [Y] - K_{inv} \cdot [Z]$ . Das informações dadas temos:

	X <sub>(g)</sub>	Y <sub>(g)</sub>	↔	Z <sub>(g)</sub>
Início (0 min)	10/100 M	15/100 M		0
Varição	-2/100 M	-0,02 M		+0,02 M
10 min	0,08 M	0,13 M		0,02 M

Assim:

$$0 \text{ min: } 0,450 = K_{dir} \cdot (0,10) \cdot (0,15) - K_{inv} \cdot 0 \Leftrightarrow K_{dir} = 30 \text{ L / (mol. min)}$$

$$10 \text{ min: } 0,212 = K_{dir} \cdot (0,08) \cdot (0,13) - K_{inv} \cdot (0,02) \Leftrightarrow K_{inv} = 5 \text{ min}^{-1}$$

A concentração máxima de Z pedida só ocorre quando o sistema atinge o equilíbrio, ou seja,  $V_{dir} = V_{inv}$ . Partindo das condições iniciais temos: ( $Z_{máx}$  é a concentração máxima de Z)

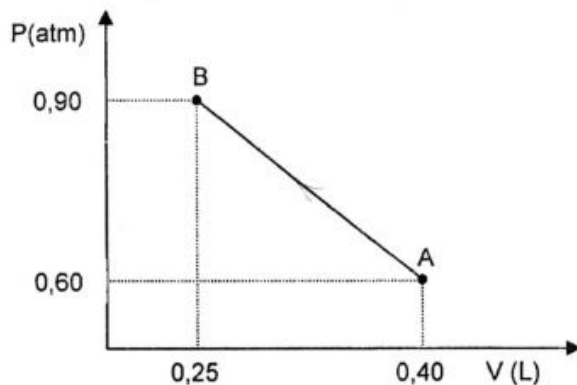
$K_{dir} \cdot (0,1 - Z_{máx}) \cdot (0,15 - Z_{máx}) = K_{inv} \cdot Z_{máx}$ , substituindo os valores das constantes de velocidade se obtém a seguinte equação de 2º grau:

$$6 (Z_{máx})^2 - 2,5 Z_{máx} + 0,09 = 0$$

Suas raízes são  $Z_{máx} = 0,04 \text{ M}$  e  $Z_{máx} = 0,377 \text{ M}$ , como a segunda raiz é maior do que as concentrações iniciais dos reagentes, então:

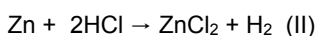
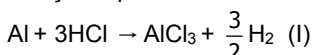
$$\text{Concentração máxima de Z} = Z_{máx} = 0,04 \text{ mol/L}$$

7) Uma amostra de 0,512 g de uma liga metálica Al-Zn reage com HCl, recolhendo-se o gás formado. Após a total dissolução da amostra, o gás recolhido é seco, resfriado e submetido a um processo de compressão representado pela reta AB no diagrama P-V. Sabendo que a temperatura máxima ao longo do processo de compressão é 298 K, determine o teor de alumínio nesta amostra. Considere que o gás se comporta idealmente.



**SOLUÇÃO IDEAL**

Reações que ocorrem:



Gás formado:  $\text{H}_{2(g)}$

Do diagrama P-V mostrado temos que:  $P = f(V) = -2V + 1,4$ . Então  $P \cdot V = f(V) = -2V^2 + 1,4V$

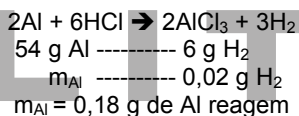
$$(P \cdot V)_{\text{máx}} = \text{ordenada do vértice da parábola } P \cdot V = \frac{-(1,4)^2}{-8} = \frac{1,96}{8}$$

Como  $T_{\text{máx}} = 298\text{K}$ , então:

$$(PV)_{\text{máx}} = \eta_{\text{H}_2} \cdot R \cdot T_{\text{máx}} \Leftrightarrow \frac{1,96}{8} = \eta_{\text{H}_2} \cdot 0,082 \cdot 298 \Leftrightarrow \eta_{\text{H}_2} = 0,01 \text{ mol}$$

Cálculo da massa de alumínio:

O potencial de redução do zinco é maior que o potencial de redução do alumínio (da tabela de dados fornecida no final da prova temos:  $\text{Al}^{3+}(\text{aq})/\text{Al}(\text{s}) E^\circ = -1,66 \text{ V}$ ;  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s}) E^\circ = -0,76 \text{ V}$ ), podemos então concluir que o zinco não será atacado pelo ácido e a reação que ocorre é:



Assim o teor de alumínio é:

$$\begin{array}{l} 0,512\text{g} \text{ ----- } 100\% \\ 0,180\text{g} \text{ ----- } \% \text{teor de alumínio} \\ \% \text{teor de alumínio} = 35,2\% \end{array}$$

**8)** A hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e a limonita ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), são os principais minérios de ferro encontrados na natureza. Estes minérios contêm, normalmente, pequenas quantidades de impurezas.

Um frasco sem rótulo contém um dos três minérios citados. Para se determinar qual, pesou-se uma amostra de 0,500 g. esta amostra reagiu com HCl concentrado sob aquecimento. Após a dissolução completa da amostra, um pequeno excesso de HCl foi adicionado à solução remanescente. A seguir, a solução foi tratada com cloreto de estanho (II). Considere que as impurezas não foram reduzidas pelos íons estanho (II). O pequeno excesso de cloreto de estanho (II) foi eliminado através da adição de cloreto mercúrico, formando um precipitado branco que não interferiu nas reações subsequentes. Logo em seguida, a mistura foi titulada por 12,80 mL de uma solução de permanganato de potássio até a formação de uma coloração violeta persistente.

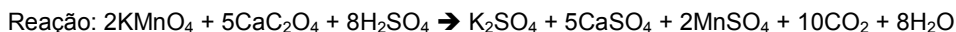
Sabendo que 10,00 mL dessa mesma solução de permanganato foram titulados por 5,00 mL de solução de oxalato de sódio 0,5 M, determine qual dos minérios está contido no frasco sem rótulo. Justifique a sua resposta.

**SOLUÇÃO IDEAL**

I - Titulação da mistura com solução de oxalato de cálcio:

Cálculo da quantidade de oxalato:

$$n_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = 0,5 \cdot 0,005 = 0,0025 \text{ mol}$$



Quantidade de permanganato necessária para essa titulação:

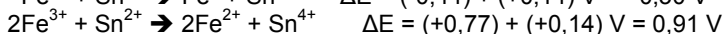
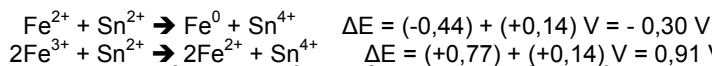


$$n_{\text{KMnO}_4} \text{ ---- } 0,0025$$

$$n_{\text{KMnO}_4} = 0,001 \text{ mol}$$

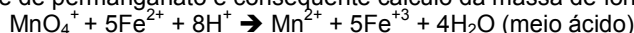
Concentração do Permanganato na titulação:  $0,001/0,01 = 0,1 \text{ mol/L}$

II – O que ocorre é que a reação dos minérios de ferro com HCl concentrado e a quente pode gerar sais de  $\text{Fe}^{3+}$  para hematita e limonita, e sais de  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$  para a magnetita. O tratamento dessa mistura resultante com cloreto de estanho (II) leva as seguintes reações de oxi-redução (com potenciais calculados de acordo com os dados fornecidos no final da prova):



Observamos que a reação com  $\text{Sn}^{2+}$  reduz  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ , mas não  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^0$ , com precipitação do excesso de  $\text{Sn}^{2+}$ . Como todo o ferro presente na mistura está presente na forma de  $\text{Fe}^{2+}$ , a determinação da quantidade de ferro existente será dada pela reação com permanganato em meio ácido.

III – Determinação da quantidade de permanganato e conseqüente cálculo da massa de íon ferroso:



Cálculo da quantidade de permanganato:  $n_{\text{MnO}_4^-} = 0,1 \cdot 0,0128 = 0,00128 \text{ mol}$

Cálculo da massa de íon ferroso:

$$\begin{array}{rcl} \text{MnO}_4^- & \text{-----} & 5 \text{Fe}^{2+} \\ 1 & \text{-----} & 5 \\ 0,00128 & \text{-----} & n_{\text{Fe}^{2+}} \\ n_{\text{Fe}^{2+}} & = & 0,0064 \text{ mol de Fe}^{2+} \end{array}$$

$$\text{massa de ferro} = 0,0064 \cdot 55,8 = 0,357 \text{ g}$$

Teor de ferro na amostra:

$$\% \text{teor Fe} = 0,357 / 0,500 = 71,4 \%$$

IV – Identificação do minério:

Dos minérios de ferro possíveis, o que apresenta teor de ferro mais próximo da amostra é a Magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), que possui teor de ferro igual a  $\frac{167,4 \cdot 100}{231,4} = 72,3\%$ . A diferença dos valores percentuais se deve a presença de impurezas na amostra.

9) A combustão completa de 3,0 g de um certo composto orgânico X produz, exclusivamente, 6,6 g de  $\text{CO}_2$  e 3,6 g de  $\text{H}_2\text{O}$ . A  $100^\circ \text{C}$ , 5,3 g de X (que se encontra no estado gasoso a esta temperatura) são misturados com 14 g de  $\text{N}_2$  em um recipiente de volume 3,0 litros. A pressão medida no interior do recipiente, nestas condições, é igual a 6,0 atm. Considere que os gases, no interior do recipiente, se comportam idealmente.

Sabendo que a reação de X com dicromato de potássio em ácido sulfúrico aquoso gera uma cetona, determine a composição centesimal do composto X, suas fórmulas mínima, molecular e estrutural, e dê a sua nomenclatura IUPAC.

### SOLUÇÃO IDEAL

Como o composto X reage com permanganato de potássio em meio de ácido sulfúrico para formar uma cetona, podemos concluir que o composto X deve ser ou um hidrocarboneto insaturado ou um álcool. Neste caso podemos ter as seguintes fórmulas gerais:

$\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  ou  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ . Calculando-se o peso molar de X pode-se excluir uma ou mais das opções citadas.

Cálculo da massa molar.

Este cálculo pode ser feito ou pela reação de combustão citada no comando ou pela análise da mistura gasosa, também ali citada.

Como o cálculo da massa molar aparenta ser menos trabalhoso, temos:

$$P.V = n.R.T \therefore 6 \times 3 = n \times 0,082 \times 373$$

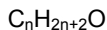
$$n = 0,5885 \text{ mol}$$

Este é o número de mols da mistura total. Como esta mistura contém apenas o composto X e  $\text{N}_2$  e a quantidade deste é de 14g o que corresponde a 0,5 mol, a quantidade daquele será de 0,0885 mol, daí:

$$n = \frac{m}{\text{Mol}} \therefore \text{Mol} = \frac{m}{n} \therefore \text{Mol} = \frac{5,3}{0,0885}$$

$$\text{Mol} \cong 60\text{g/mol}$$

Após testar as possibilidades, chegamos a conclusão de que X é:



$$12n + 2n + 2 + 16 = 60 \therefore 14n = 42 \Rightarrow n = 3$$

Fórmula Molecular:  $C_3H_8O$

Fórmula Mínima:  $C_3H_8O$

Fórmula Estrutural Plana:  $H_3C - CH - CH_3$

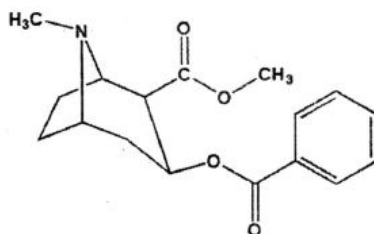


Nomenclatura: Propano - 2 - OL

10) Dá-se o nome de biotransformação à transformação de um fármaco, droga ou qualquer substância potencialmente tóxica, pelo organismo, em outra (s) substância (s), por meio de alterações químicas. Esta transformação, geralmente processa-se sob ação de enzimas específicas, e ocorre, principalmente, no fígado, nos rins, nos pulmões e no tecido nervoso. Os principais objetivos da biotransformação são reduzir a toxidez da substância e lhe conferir solubilidade em água, para facilitar sua posterior excreção.

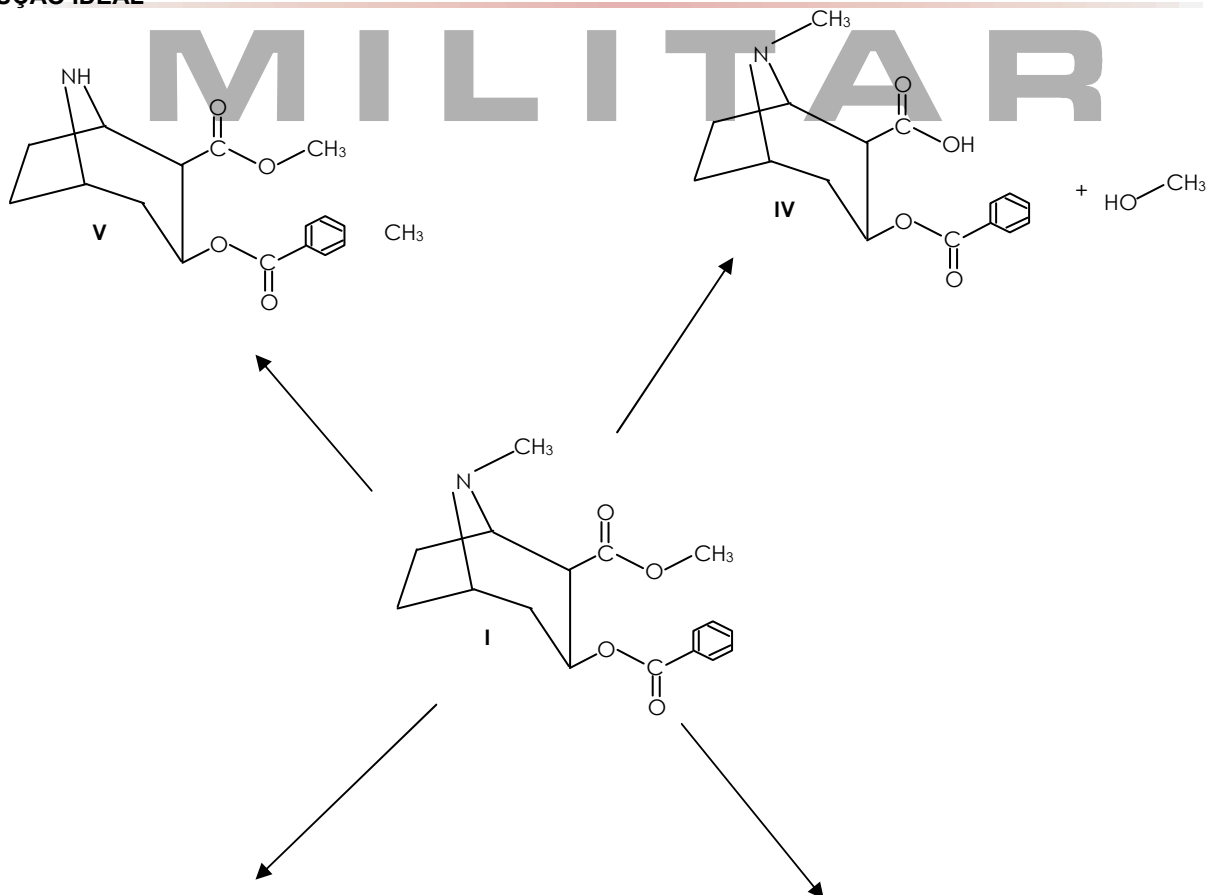
O composto I abaixo é uma conhecida droga de abuso que, ao ser consumida pelo ser humano, pode ser biotransformada através da conversão do seu éster de metila em éster de etila, dando origem ao composto II. A hidrólise subsequente de um dos grupos éster do composto II leva à formação do ácido benzóico e do composto III.

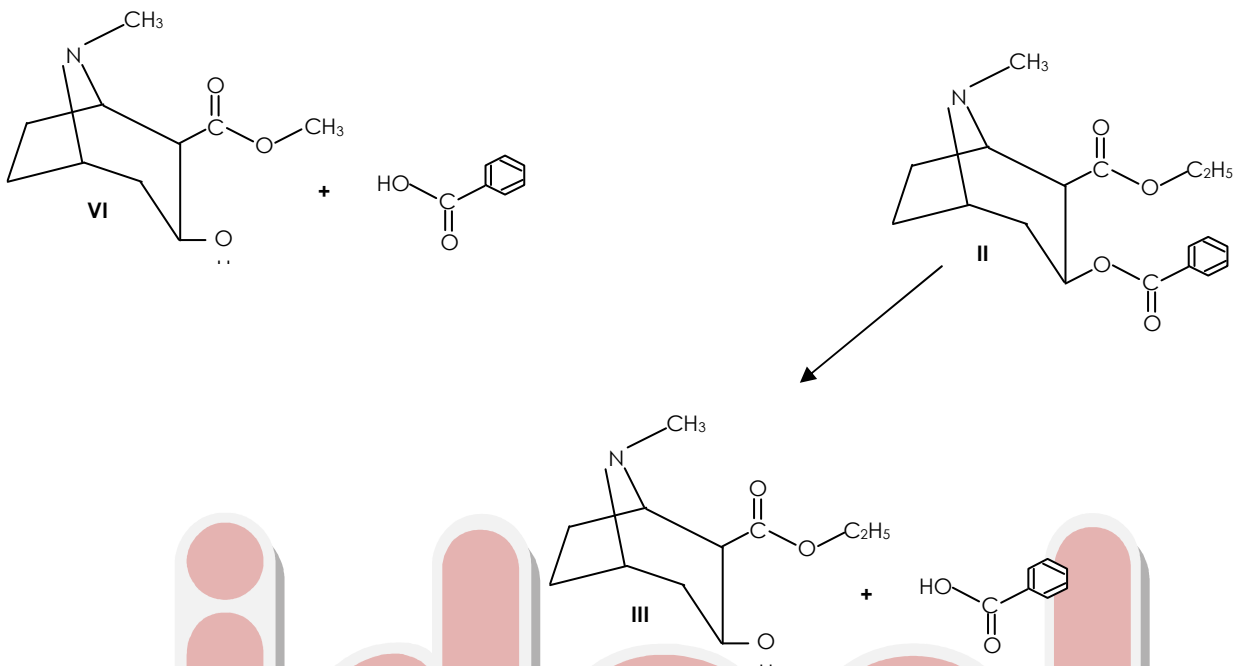
O composto I pode ainda sofrer mais três outras biotransformações, independentes umas das outras. Na primeira, o seu grupo éster de metila sofre hidrólise, dando origem ao metanol e ao composto IV. Na segunda, sua amina terciária é reduzida à amina secundária heterocíclica, originando o composto V. Na terceira, um de seus grupos éster sofre hidrólise, dando origem ao ácido benzóico e ao composto VI. Com base nas informações acima e a partir da estrutura do composto I dada abaixo, desenhe as estruturas dos compostos II, III, IV, V e VI.



Composto I

SOLUÇÃO IDEAL





**DADOS**

$R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$\log(2) = 0,30$

$\log(3) = 0,48$

$\log(5) = 0,70$

Massas atômicas:

Al	C	Fe	H	N	O	Zn
27,0	12,0	55,8	1,0	14,0	16,0	65,4

Eletronegatividades:

B	Be	Cl	F	H	O	S	Sb
2,0	1,5	3,0	4,0	2,1	3,5	2,5	1,9

Potenciais padrão de redução em solução aquosa (meio ácido) a 25°C (em volts):

$\text{Al}^{3+}_{(aq)}/\text{Al}_{(s)}$	$2\text{CO}_{2(g)}/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}_{(aq)}$	$\text{Fe}^{3+}_{(aq)}/\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$
-1,66	-0,20	0,77

$\text{Fe}^{2+}_{(aq)}/\text{Fe}_{(s)}$	$\text{MnO}_4^{-}_{(aq)}/\text{Mn}^{2+}_{(aq)}$	$\text{Sn}^{4+}_{(aq)}/\text{Sn}^{2+}_{(aq)}$	$\text{Zn}^{2+}_{(aq)}/\text{Zn}_{(s)}$
-0,44	1,52	-0,14	-0,76

**Solução Ideal – IME 2007/2008 – Química**

Este gabarito foi totalmente elaborado pela equipe de professores do **Ideal Militar**

**Equipe de Química**

Prof. Jorge Bezerra

Prof. Eurico Dias

Prof. Joáurio

**Digitação**

**Coordenação**

Cynthia Maria de Siqueira

Marcelo Rufino

Leila Valéria

Ideal Militar: Rua dos Mundurucus, 1412, entre as ruas Apinagés e Tupinambás

Tel: (91) 3233-5051

[www.grupoideal.com.br](http://www.grupoideal.com.br)