

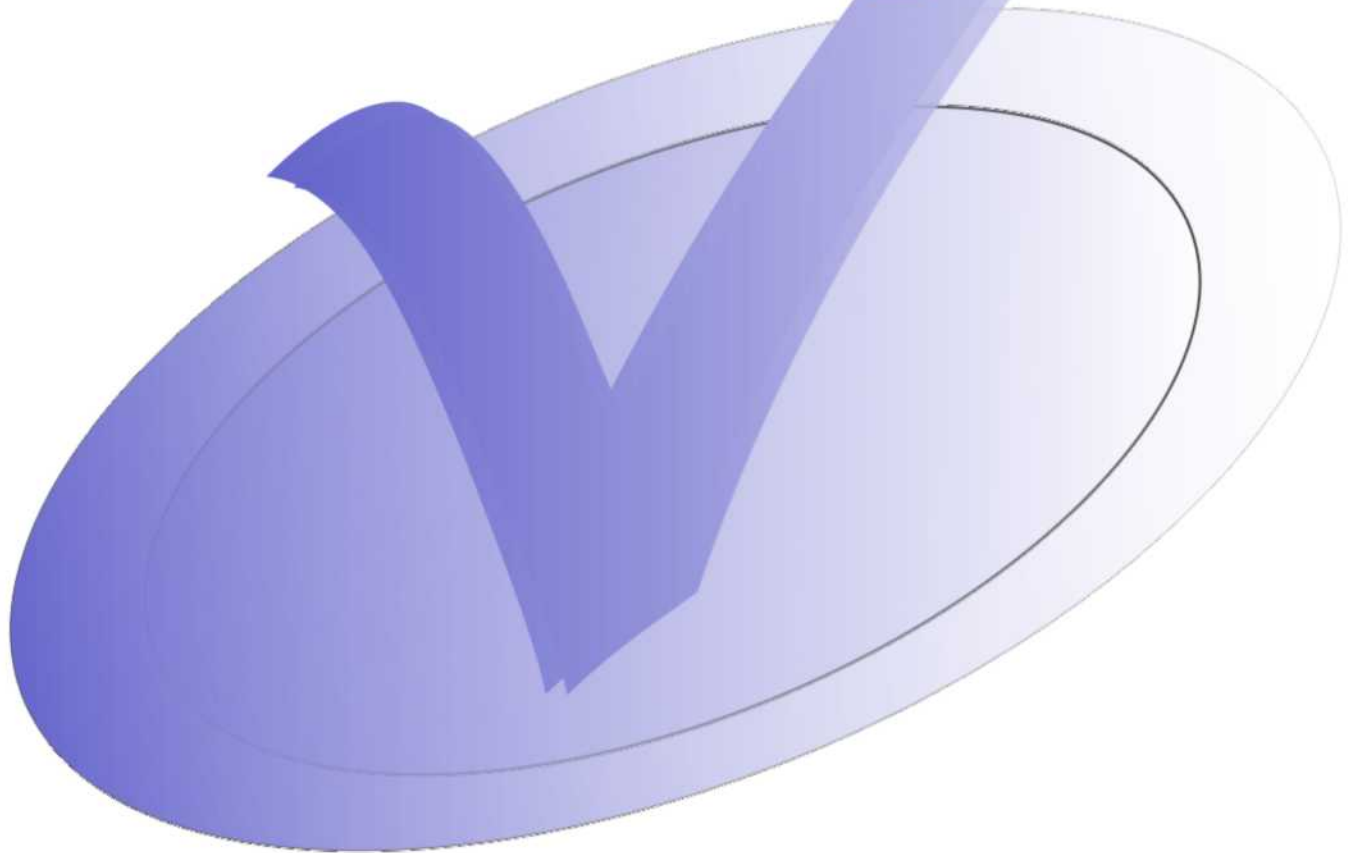
ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

Resolve

Resolve

Resolve

Aprova



IME 2006
QUÍMICA

QUÍMICA

QUESTÃO 1

Um composto de fórmula molecular AB_5 é constituído por elementos que pertencem ao mesmo período de um determinado gás nobre. Tal gás nobre apresenta a mesma distribuição eletrônica que um íon de um dado nuclide X . Sabe-se ainda que o nuclide contém 21 prótons, 21 elétrons e 24 nêutrons.

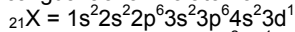
O elemento A é não-metálico e não pertence ao grupo dos calcogênios. Nas CNTP, A encontra-se no estado sólido e B existe como molécula diatômica.

Responda e justifique:

- a que período os elementos A e B pertencem?
- qual é a carga do íon do nuclide X ?
- o composto AB_5 é covalente ou iônico?
- os elementos A e B pertencem a quais grupos ou famílias?
- qual é o nome do composto AB_5 ?
- qual é a forma geométrica do composto AB_5 , considerando o modelo de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência?
- quais são os orbitais híbridos necessários ao elemento A para acomodar os pares de elétrons no arranjo geométrico do item anterior?

RESOLUÇÃO

a) A e B são do mesmo período que um dado gás nobre que tem configuração eletrônica igual ao íon no átomo X :



X forma um íon perdendo os elétrons de $4s^2 3d^1$ ficando com configuração eletrônica igual à do gás nobre citado, isto é, a configuração do gás nobre é: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

Logo o gás nobre citado e os elementos A e B são do 3º período.

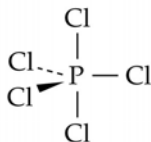
b) O íon formado por X perdeu 3 elétrons ($4s^2 3d^1$) portanto tem carga 3+.

c) De acordo com o enunciado, A é um não metal e B forma uma molécula diatômica, portanto B também é um ametal. Sendo assim AB_5 é formado por ligação covalente.

d) A é do terceiro período e é um ametal, poderia ser, portanto, P , S ou Cl . Mas excluímos Cl , pois A forma uma substância sólida nas CNTP e o Cl forma substância gasosa e excluímos S porque o enunciado diz que A não é da família dos calcogênios, então A é o elemento fósforo, sendo A da família 15 (ou VA). B é um ametal do 3º período que forma molécula biatômica. Isto é característico dos halogênios, portanto B é o elemento cloro, que é da família 17 (ou VIIA).

e) Pentacloreto de fósforo.

f) Bipirâmide trigonal, pois PCl_5 tem cinco pares de elétrons em torno do átomo central e faz cinco ligações.



g) Como são cinco ligações simples na substância, são necessários cinco orbitais híbridos iguais, o que nos dá a hibridização sp^3d .

QUESTÃO 2

Um determinado metal forma dois óxidos distintos, nos quais as porcentagens em massa de oxigênio são 32,0% e 44,0%. Determine a massa atômica do metal.

RESOLUÇÃO

De acordo com a Lei de Dalton (lei das proporções múltiplas) se considerarmos uma massa fixa de um dos componentes de duas

substâncias compostas, as massas dos outros apresentam uma proporção de números inteiros e pequenos. Assim, em 100 gramas de cada óxido:

Óxido I: 32 g de Oxigênio
68 g do Metal

Óxido II: 44 g de Oxigênio
56 g do Metal

Para compararmos, vamos dividir as massas do óxido I por 68 e multiplicar por 56

Óxido I: 26,35 g de Oxigênio
56 g do Metal

Óxido II: 44 g de Oxigênio
56 g do Metal

Assim observamos que para a massa fixa do metal, as massas de oxigênio dos compostos I e II apresentam uma relação de 26,35:44 \leftrightarrow 1:1,66 \leftrightarrow 3:5, de acordo com a lei de Dalton. Esta proporção representa a proporção em número de mols. Assim podemos dizer que para um mesmo número de mols de metal, a proporção de mols dos oxigênios nos dois óxidos é de 3:5.

	Oxigênio	Metal
I	3 mols	x
II	5 mols	x

Ou seja:

Óxido I: Me_xO_3

Óxido II: Me_xO_5

Com x um número natural e pequeno. Como $x = 1$ não convém, pois isto significaria um $Nox = +10$ para o metal, então podemos assumir $x = 2$ (Nox no óxido I = +3 e Nox no óxido II = +5):

Óxido I: Me_2O_3

Óxido II: Me_2O_5

A partir da porcentagem de oxigênio em qualquer um dos óxidos pode-se calcular a massa molar do metal. Considerando o óxido I:

$$0,32 = \frac{3M_O}{2M_{Me} + 3M_O} \Rightarrow 0,32 = \frac{48}{2M_{Me} + 48} \Rightarrow 2M_{Me} + 48 = \frac{48}{0,32} \Rightarrow M_{Me} = 51u$$

QUESTÃO 3

O gás obtido pela completa decomposição térmica de uma amostra de carbonato de cálcio com 50,0% de pureza é recolhido em um recipiente de 300 mL a 27,0 °C. Sabendo-se que a pressão no recipiente é de 1,66 MPa, determine:

- a massa de gás produzido, admitindo que seu comportamento seja ideal;
- a massa da amostra utilizada.

RESOLUÇÃO

a) $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

Com os dados do problema calcula-se o número de mol de CO_2 produzido

$P = 1,66 \text{ MPa} = 16,6 \text{ atm}$

$V = 300 \text{ mL} = 0,3 \text{ L}$

$T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$

$PV = nRT$

$16,6 \cdot 0,3 = n \cdot 0,082 \cdot 300 \Rightarrow n = 0,202 \text{ mol de } CO_2$

Mas, $M_{CO_2} = 44 \text{ g/mol}$ e $n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}}$, logo

$$m_{CO_2} = 8,89 \text{ g } CO_2$$

b) 1 mol de $CaCO_3$ produz 1 mol de CO_2

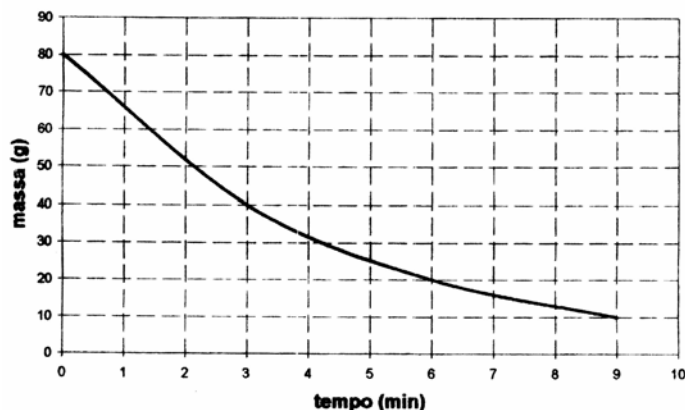
Então para produzir 0,202 mol de CO_2 é necessário 0,202 mol de $CaCO_3$ puro.

Como $M_{CaCO_3} = 100 \text{ g/mol}$ então $m_{CaCO_3} = 20,2 \text{ g}$, onde m_{CaCO_3} é a massa de $CaCO_3$ que efetivamente reage.

Como a amostra tem 50,0% de pureza então é preciso o dobro da massa calculada, ou seja, $m_{amostra} = 40,4 \text{ g}$

QUESTÃO 4

Uma amostra de um determinado elemento Y tem seu decaimento radioativo representado pelo gráfico a seguir:



Determine o número de átomos não desintegrados quando a atividade do material radioativo for igual a $2,50 \mu\text{Ci}$.

RESOLUÇÃO

Pelo gráfico temos que o tempo de meia vida (P) é igual 3 min (180 s)

$$P = \ln 2 \cdot V_m$$

$$180 = 0,7 \cdot V_m \Rightarrow V_m = \frac{180}{0,7} \text{ s}$$

$$V_m = \frac{1}{C} \Rightarrow C = \frac{1}{V_m} \Rightarrow C = \frac{1}{\frac{180}{0,7}}$$

$$C = \frac{0,7}{180} \text{ s}^{-1}$$

A velocidade de desintegração é dada por $V = C N$ onde N é o número de átomos não desintegrados e C é a constante radioativa.

$$V = 2,5 \mu\text{Ci}$$

onde $\text{Ci} = 3,70 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$ (desintegrações / segundo)

$$V = 2,5 \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-6} = 9,25 \cdot 10^4 \text{ Bq}$$

$$N = V/C = \frac{9,25 \cdot 180}{0,7} \cdot 10^4$$

$$N = 2378,57 \cdot 10^4$$

$$N = 2,38 \cdot 10^7 \text{ átomos}$$

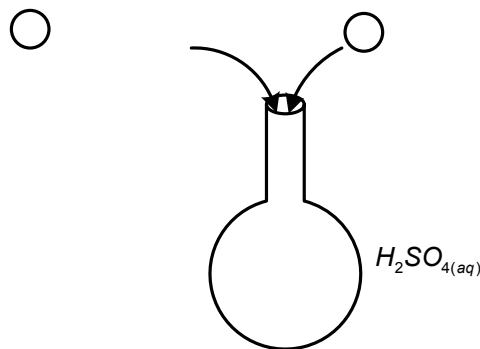
QUESTÃO 5

Em um balão contendo ácido sulfúrico concentrado foram colocados 1,250 mols de tolueno. A seguir foram gotejados 10,0 mols de ácido nítrico concentrado, mantendo o sistema sob agitação e temperatura controlada, o que gerou uma reação cuja conversão de tolueno é de 40%. Ao final do processo, separou-se todo o produto obtido.

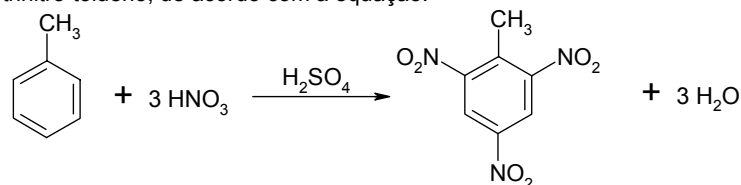
Ao produto da reação acima foram acrescentados 7,50 g de uma substância **A**, de peso molecular 150 g e 14,8 g de outra substância **B**, de peso molecular 296 g. A mistura foi dissolvida em $2,00 \times 10^3 \text{ g}$ de um solvente orgânico cuja constante crioscópica é $6,90^\circ\text{C kg/mol}$.

Determine a variação da temperatura de solidificação do solvente orgânico, considerando que o sólido obtido e as substâncias **A** e **B** não são voláteis e não reagem entre si.

RESOLUÇÃO



O tolueno em contato com ácido nítrico na presença H_2SO_4 forma o trinitro-tolueno, de acordo com a equação:



Como a reação tem um rendimento de 40%

$$1 \text{ mol Tolueno} \rightarrow 0,4 \text{ mol TNT}$$

$$1,250 \text{ mol Tolueno} \rightarrow n_{\text{TNT}}$$

$$n_{\text{TNT}} = 0,5 \text{ mols}$$

Ao produto da reação – TNT – devidamente isolado, foram acrescentados:

$$- 7,5 \text{ gramas de A: } n = \frac{7,50}{150} = 0,05 \text{ mol de A}$$

$$- 14,8 \text{ gramas de B: } n = \frac{14,8}{296} = 0,05 \text{ mol de B}$$

Assim, temos um total de 0,05 mols de A, 0,05 mols de B e 0,5 mols de TNT, totalizando 0,6 mols de partículas (assumindo que A e B não reagem com o solvente nem com qualquer componente da mistura e além disso não se ionizam ou dissociam)

Assim, o abaixamento da temperatura de congelamento é dada por:

$$\Delta T_c = K_c \cdot W = K_c \cdot \frac{n_1}{M_2}$$

$$\Delta T_c = 6,9 \cdot \frac{0,6}{2}$$

$$\Delta T_c = 2,07^\circ\text{C}$$

Observação: para que o efeito crioscópico acima ocorra é necessário que A e B sejam perfeitamente solúveis no solvente orgânico em questão.

QUESTÃO 6

Para a reação $A + B \rightarrow C$ foram realizados três experimentos, conforme a tabela abaixo:

Experimento	[A] mol/L	[B] mol/L	Velocidade de reação mol/(L.min)
I	0,10	0,10	$2,0 \times 10^{-3}$
II	0,20	0,20	$8,0 \times 10^{-3}$
III	0,10	0,20	$4,0 \times 10^{-3}$

Determine:

- a lei da velocidade da reação acima;
- a constante de velocidade;
- a velocidade de formação de **C** quando as concentrações de **A** e **B** forem ambas 0,50 M.

RESOLUÇÃO

a) Sabemos que a lei da velocidade é dada por

$$v = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y$$

Precisamos descobrir o valor de x e y.

Observando os experimentos I e III, temos que ao dobrarmos a concentração de B, a velocidade da reação é dobrada. Assim, $y = 1$

Observando os experimentos III e II, temos que ao dobrarmos a concentração de A, a velocidade da reação é dobrada. Assim, $x = 1$. Portanto a lei da velocidade da reação é:

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

b) Para descobrirmos a constante da velocidade, basta substituir o valor das concentrações e da velocidade para qualquer experimento. Escolhendo o primeiro experimento, temos:

$$\begin{aligned} v &= k \cdot [A] \cdot [B] \\ 2 \cdot 10^{-3} &= k \cdot 0,1 \cdot 0,1 \\ k &= 0,2 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min}) \end{aligned}$$

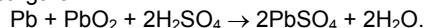
c) Como $v = 0,2 \cdot [A] \cdot [B]$, temos que a velocidade da reação para concentrações de **A** e **B** iguais a 0,5 M é:

$$\begin{aligned} v &= 0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \\ v &= 0,05 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min}) \end{aligned}$$

Assim, temos que a quantidade formada de C é 0,05 mols por cada litro a cada minuto, pois seu coeficiente estequiométrico é 1. Assim, a velocidade de formação de **C** é 0,05 mol/(L.min)

QUESTÃO 7

Os eletrodos de uma bateria de chumbo são de Pb e PbO₂. A reação global de descarga é



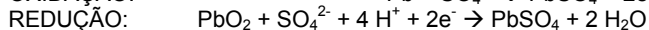
Admita que o "coeficiente de uso" seja de 25,0 %. Este coeficiente representa a fração do Pb e PbO₂ presentes na bateria que são realmente usados nas reações dos eletrodos.

Calcule:

- a) a massa mínima de chumbo em quilogramas (incluindo todas as formas em que se encontra esse elemento) que deve existir numa bateria para que ela possa fornecer uma carga de $38,6 \times 10^4 \text{ C}$;
- b) o valor aproximado da variação de energia livre da reação, sendo de 2,00 V a voltagem média da bateria quando fora de uso.

RESOLUÇÃO

a) Na reação $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ocorrem as seguintes reações parciais:



Assim, a quantidade de elétrons trocada na bateria para o consumo de 1 mol de Pb e 1 mol de PbO₂ é 2 mols.

Assim, 2 mols de chumbo (em todas as formas que ele se encontra) são necessários para a troca de 2 mols de elétrons ($2 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$)

$$\begin{aligned} 2 \text{ mols chumbo} &\rightarrow 2 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \\ x \text{ mols chumbo} &\rightarrow 38,6 \cdot 10^4 \text{ C} \end{aligned}$$

Assim, o número de mols de chumbo consumido é $x = 4$ mols.

Sabendo-se a massa molar do chumbo

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol chumbo} &\rightarrow 207 \text{ g} \\ 4 \text{ mol chumbo} &\rightarrow m_1 \end{aligned}$$

A massa de chumbo consumida é $m_1 = 828$ gramas.

Como essa quantidade corresponde a 25% da quantidade total de chumbo mínima para a bateria funcionar, temos:

$$\begin{aligned} 828 \text{ g chumbo} &\rightarrow 25\% \\ m_2 \text{ g chumbo} &\rightarrow 100\% \end{aligned}$$

A massa mínima de elemento chumbo na bateria é de $m = 3312 \text{ g}$ ou $3,312 \text{ kg}$ de chumbo.

b) $\Delta G = -nFE^\circ$, onde n é o número de mols de elétrons trocados em um mol de reação, F é a constante de Faraday e E° é a diferença de potencial da reação.

$$\Delta G = -2 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \cdot 2 = -386 \text{ kJ/mol de reação}$$

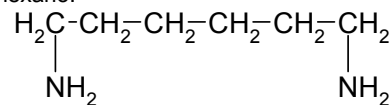
QUESTÃO 8

Os náilon são polímeros usualmente empregados na forma de fios, úteis na fabricação de cordas, tecidos, Linhas de pesca etc. Um dos mais comuns é o náilon-66, resultante da reação de polimerização entre a hexametilenodiamina (1,6-diamino-n-hexano) e o ácido adípico (ácido hexanodióico). Com base nesta informação, determine a fórmula mínima do náilon-66.

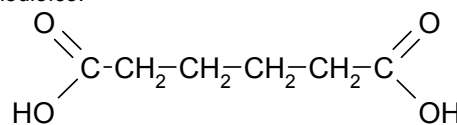
RESOLUÇÃO

As fórmulas dos reagentes são:

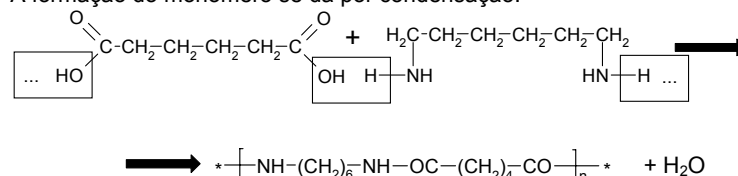
1,6-Diamino-n-hexano:



Ácido hexanodióico:



A formação do monômero se dá por condensação:



Assim, a fórmula do monômero do nylon-66 é C₁₂H₂₂N₂O₂ e sua fórmula mínima é C₆H₁₁NO.

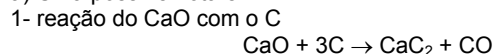
QUESTÃO 9

Dispondo apenas de carvão, óxido de cálcio, água, sódio metálico e cloretos de alquila convenientes, além de condições apropriadas de temperatura e pressão:

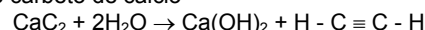
- a) descreva uma possível rota de obtenção do menor alquino dissubstituído, contendo em sua estrutura apenas átomos de carbono e hidrogênio, sendo um dos átomos de carbono assimétrico;
- b) determine a fórmula estrutural plana e a nomenclatura IUPAC do alquino em questão.

RESOLUÇÃO

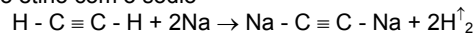
a) Uma possível rota é:



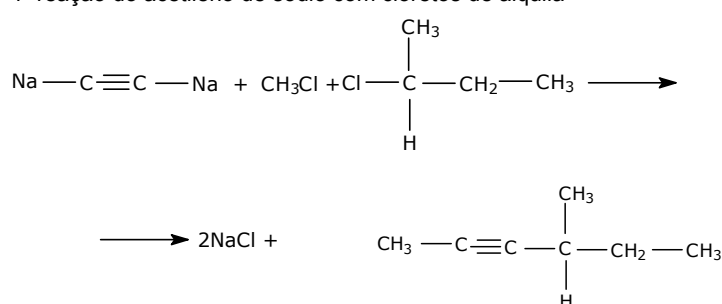
2- hidrólise do carbeto de cálcio



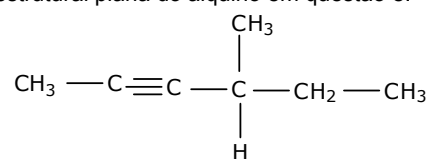
3- reação do etino com o sódio



4- reação do acetileno de sódio com cloretos de alquila



b) A fórmula estrutural plana do alquino em questão é:



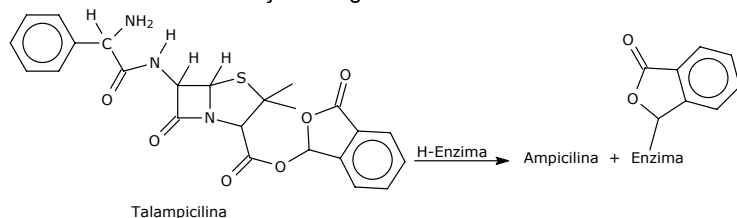
e sua nomenclatura IUPAC é **4-Metil-2-Hexino**.

QUESTÃO 10

Um pró-fármaco é uma substância farmacologicamente inativa, que geralmente é convertida no fármaco ativo dentro do organismo do paciente através de uma transformação enzimática. Um medicamento

é ministrado por via oral na forma de pró-fármaco quando se deseja baixar a sua toxidez, melhorar sua solubilidade, facilitar a sua passagem pela membrana celular ou, simplesmente, evitar que seja destruído pelas enzimas do trato gastrointestinal antes de atingir seu alvo.

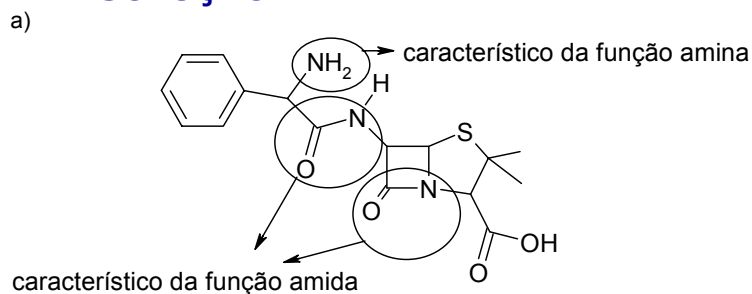
A talampicilina é um exemplo de pró-fármaco do antibiótico ampilina, largamente empregado contra bactérias gram-negativas e gram-positivas. Por ser menos polar que a ampilina, a talampicilina é facilmente absorvida pelas paredes do intestino e cai na corrente sanguínea, onde é transformada em ampilina por enzimas chamadas esterases conforme a reação a seguir:



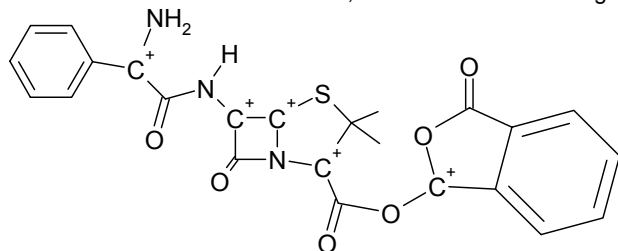
Com base nas informações acima, pede-se:

- a fórmula estrutural da ampilina;
- a função orgânica gerada na estrutura da ampilina pela biotransformação da talampicilina;
- as funções orgânicas nitrogenadas presentes na estrutura da talampicilina,
- o número de carbonos assimétricos presentes na molécula de talampicilina;
- os heteroátomos presentes na estrutura da ampilina.

RESOLUÇÃO



- A função gerada é o ácido carboxílico.
- As funções orgânicas nitrogenadas presentes na estrutura da talampicilina são **amina e amida**, conforme indicado na figura do item (a).
- São cinco os carbonos assimétricos, conforme indicado na figura:



- Os heteroátomos são nitrogênio e enxofre