

IME - 2006

3º DIA

QUÍMICA

Química – Questão 01

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 nuclídeo X . Sabe-se ainda que o nuclídeo X 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 sua resposta.

A) A que período os elementos A e B pertencem?

B) Qual é a carga do íon do nuclídeo X ?

C) O composto AB_5 é covalente ou iônico?

D) Os elementos A e B pertencem a quais grupos ou famílias?

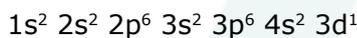
E) Qual é o nome do composto AB_5 ?

F) Qual é a forma geométrica do composto AB_5 , considerando o modelo de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência?

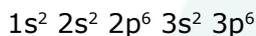
G) Quais são os orbitais híbridos necessários ao elemento A para acomodar os pares de elétrons no arranjo geométrico do item anterior?

RESOLUÇÃO:

• Configuração eletrônica do nuclídeo X :



• Configuração eletrônica do íon X^{3+} .



• Gás nobre: ${}_{18}\text{Ar}$

• Elemento A: Fósforo (P)

• Elemento B: Cloro (Cl)

A) 3º período

B) 3+

C) Covalente

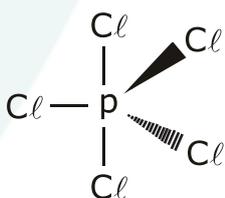
Observação: Atualmente, o composto é considerado como molecular, pois a unidade estrutural é a molécula que consiste em um grupo definido de átomos que estabelecem ligações covalentes.

D) Elemento A: Grupo 15 ou família VA.

Elemento B: Grupo 17 ou família VIIA.

E) Pentacloreto de fósforo

F) Bipiramidal Trigonal



G) Orbitais híbridos sp^3d .

Química – Questão 02

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

RESOLUÇÃO:

- Aplicando a Lei das proporções múltiplas, fixa-se a massa do metal e obtém-se a relação entre as massas de oxigênio dos dois óxidos:

$$\text{Óxido 1} \begin{cases} 68 \text{ g de M} \\ 32 \text{ g de O} \end{cases}$$

$$\text{Óxido 2} \begin{cases} 56 \text{ g de M} \\ 44 \text{ g de O} \end{cases}$$

$$56 \text{ g M} \text{ — } 44 \text{ g O}$$

$$68 \text{ g M} \text{ — } x$$

$$x = 53,429 \text{ g O}$$

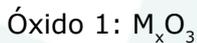
$$\text{Óxido 2} \begin{cases} 68 \text{ g de M} \\ 53,429 \text{ g de O} \end{cases}$$

- Determinação da razão entre as massas de oxigênio:

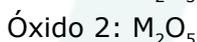
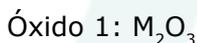
$$\frac{\text{massa de oxigênio do óxido 1}}{\text{massa de oxigênio do óxido 2}} = \frac{32 \text{ g}}{53,429 \text{ g}}$$

$$\frac{\text{massa de oxigênio do óxido 1}}{\text{massa de oxigênio do óxido 2}} = \frac{3}{5}$$

- Fórmulas empíricas dos óxidos:



Pelo fato de os índices serem ímpares e o número de oxidação do oxigênio nos óxidos ser -2 , as fórmulas empíricas dos óxidos são



- Cálculo da massa molar do óxido 1:

$$100 \text{ g óxido 1} \text{ — } 32 \text{ g oxigênio}$$

$$x \text{ — } 48 \text{ g oxigênio}$$

$$x = 150 \text{ g óxido 1}$$

$$\text{massa molar do óxido 1: } 150 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- Cálculo da massa molar (x) do metal a partir da massa molar do óxido 1:



$$2x + 3 \cdot 16 = 150$$

$$x = 51 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Logo, a massa atômica do metal é igual a 51 u.

- Cálculo da massa molar do óxido 2:

100 g óxido 2 ——— 44 g Oxigênio

x ——— 80 g Oxigênio

$x = 181,82$ g óxido 2

Massa molar do óxido 2 = $181,82 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- Confirmação da massa molar (x) do metal a partir da massa molar do óxido 2:

M_2O_5

$2x + 5 \cdot 16 = 181,82$

$2x + 80 = 181,82$

$x = 50,91 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Logo, a massa atômica do metal é igual a aproximadamente 51 u.

Química – Questão 03

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) a massa de gás produzido, admitindo que seu comportamento seja ideal.

B) a massa da amostra utilizada.

RESOLUÇÃO:

A reação em questão é:



A) Como

$$1 \text{ atm} \text{ ————— } 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$x \text{ ————— } 1,66 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$x = \frac{1,66 \times 10^6}{1,013 \times 10^5}$$

$$x = 16,39 \text{ atm}$$

Cálculo M(CO₂):

$$\text{C} = 1 \cdot 12 = 12$$

$$\text{O} = 2 \cdot 16 = 32$$

$$\text{—————}$$
$$44 \text{ g/mol}$$

Portanto:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$16,39 \cdot 0,3 = \frac{m}{44} \cdot 0,0821 \cdot 300$$

$$m = 8,78 \text{ g}$$

B) Cálculo M(CaCO₃)

$$\text{Ca} = 1 \cdot 40 = 40$$

$$\text{C} = 1 \cdot 12 = 12$$

$$\text{O} = 3 \cdot 16 = 48$$

$$\text{—————}$$
$$100 \text{ g/mol}$$

Como 1 mol CaCO₃ — 1 mol CO₂

$$100 \text{ g} \text{ ————— } 44 \text{ g}$$

$$x \text{ ————— } 8,78 \text{ g}$$

$$x = \frac{100 \cdot 8,78}{44} \Rightarrow x = 19,95 \text{ g CaCO}_3$$

Sendo a pureza igual a 50%,
temos

$$19,95 \text{ g} \text{ ————— } 50\%$$

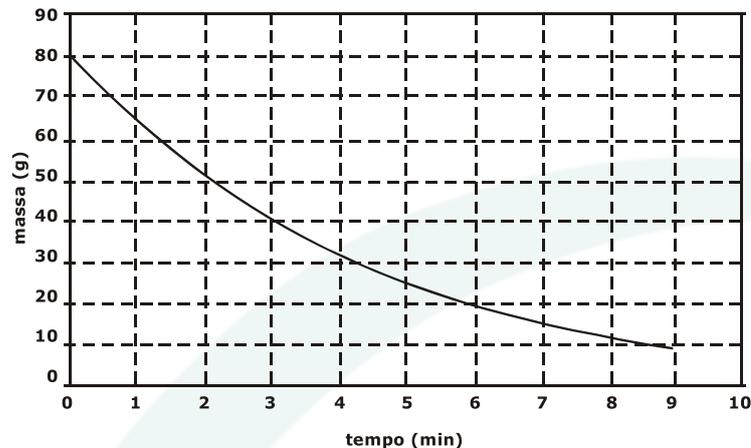
$$y \text{ ————— } 100\%$$

$$y = \frac{19,95 \cdot 100}{50}$$

$$y = 39,90 \text{ g CaCO}_3 \text{ impuro}$$

Química – Questão 04

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



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

RESOLUÇÃO:

A atividade radioativa é dada por $v = k \cdot N$, em que k é a constante radioativa e N é o nº de átomos radioativos não desintegrados na amostra.

Pela análise gráfica podemos perceber que a cada 3 minutos a massa da amostra radioativa se reduz à metade. Sendo assim, o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) do elemento Y é igual a 3 minutos, ou seja, 180 s. O tempo de meia vida é dado por

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{6,93 \cdot 10^{-1}}{k}$$

Como

1 Ci _____ $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq (dps = desintegrações por segundo)

$2,5 \mu\text{Ci}$ _____ x

$$x = 2,5 \times 10^{-6} \cdot 3,7 \times 10^{10}$$

$$x = 9,25 \cdot 10^4 \text{ dps}$$

e

$$k = \frac{6,93 \times 10^{-1}}{t_{1/2}} = \frac{6,93 \times 10^{-1}}{1,80 \times 10^2}$$

$$k = 3,85 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Então,

$$9,25 \cdot 10^4 \text{ átomos/s} = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1} \cdot N$$

$$N = 2,40 \cdot 10^7 \text{ átomos}$$

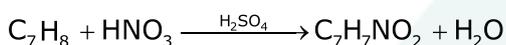
Química – Questão 05

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 anterior 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 $2,00 \times 10^3$ g de um solvente orgânico cuja constante crioscópica é $6,90 \text{ }^\circ\text{C.kg/mol}$. **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:

- Equação da reação entre tolueno e ácido nítrico:



- Cálculo da quantidade em mol de tolueno consumida ($n_{\text{C}_7\text{H}_8}$):

$$n_{\text{C}_7\text{H}_8} = 0,4 \times 1,25$$

$$n_{\text{C}_7\text{H}_8} = 0,5 \text{ mol}$$

- Cálculo da quantidade em mol e metilnitrobenzeno produzida:

$$(n_{\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2})$$

A relação estequiométrica existente entre tolueno e metilnitrobenzeno é de 1:1.

Então,

$$n_{\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2} = 0,5 \text{ mol}$$

- Cálculo da quantidade em mol da substância A (n_A):

$$n_A = \frac{7,50}{150}$$

$$n_A = 0,05 \text{ mol}$$

- Cálculo da quantidade em mol da substância B (n_B):

$$n_B = \frac{14,8}{296}$$

$$n_B = 0,05 \text{ mol}$$

- Cálculo da quantidade total em mol de soluto na mistura (n_T):

$$n_T = n_{\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2} + n_A + n_B$$

$$n_T = 0,5 + 0,05 + 0,05$$

$$n_T = 0,6 \text{ mol}$$

- Cálculo da molaridade da mistura (W)

$$W = \frac{n_T}{\text{massa do solvente orgânico (kg)}}$$

$$W = \frac{0,6}{2}$$

$$W = 0,3 \text{ mol.kg}^{-1}$$

- Cálculo da variação de temperatura de solidificação do solvente orgânico (ΔT_c):

$$\Delta T_c = K_c \cdot W$$

$$\Delta T_c = 6,90 \times 0,3$$

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

Química – Questão 06

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

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 anterior.
- a constante de velocidade.
- a velocidade de formação de C quando as concentrações de A e B forem ambas 0,50 M.

RESOLUÇÃO:

A)

- Lei da velocidade:

$$v = k [A]^m [B]^n$$

- Determinação da ordem parcial m:

Considerando os experimentos II e III:

$$\left(\frac{[A]_{II}}{[A]_{III}} \right)^m = \frac{v_{II}}{v_{III}}$$

$$\left(\frac{0,20}{0,10} \right)^m = \frac{8,0 \times 10^{-3}}{4,0 \times 10^{-3}}$$

$$2^m = 2$$

$$m = 1$$

- Determinação da ordem parcial n:

Considerando os experimentos I e III:

$$\left(\frac{[B]_I}{[B]_{III}} \right)^n = \frac{v_I}{v_{III}}$$

$$\left(\frac{0,10}{0,20} \right)^n = \frac{2 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}}$$

$$\left(\frac{1}{2} \right)^n = \frac{1}{2}$$

$$n = 1$$

• Lei de velocidade da reação:

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

B) Considerando o experimento I:

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

$$2,0 \times 10^{-3} = k \cdot 0,1 \cdot 0,10$$

$$k = 0,2 \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}}$$

$$k = 0,2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

C) $v = k [A] [B]$

$$v = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,5$$

$$v = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

Química – Questão 07

Os eletrodos de uma bateria de chumbo são de Pb e PbO₂. A reação global de descarga é $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

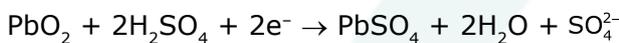
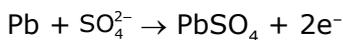
Admita que o "coeficiente de uso" seja de 25,0%. Este coeficiente representa a fração do Pb e PbO₂ presentes na bateria que são realmente usados nas reações dos eletrodos.

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 da energia livre da reação, sendo de 2,00 V a voltagem média da bateria quando fora de uso.

RESOLUÇÃO:



A) Para o fornecimento de uma carga de $38,6 \times 10^4 \text{ C}$, será necessário x g de Pb na forma de chumbo metálico.

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol e}^- \text{ ————— } 2 \cdot 9,65 \times 10^4 \text{ C ————— } 1 \text{ mol Pb} \\ \phantom{2 \text{ mol e}^-} \phantom{2 \cdot 9,65 \times 10^4 \text{ C}} \text{ ————— } 207 \text{ g Pb} \\ \phantom{2 \text{ mol e}^-} \phantom{2 \cdot 9,65 \times 10^4 \text{ C}} \text{ ————— } x \end{array}$$

x = 414 g Pb na forma de Pb_(s)

Como para cada mol de Pb_(s) é necessário um mol de PbO_{2(s)}, que contém um mol de átomos de Pb, massa total necessária é de 828 g de Pb.

Como apenas 25% são realmente usados nas reações, temos

$$\begin{array}{l} 828 \text{ g ————— } 25\% \\ y \text{ ————— } 100\% \\ y = 3,312 \text{ kg de Pb} \end{array}$$

B) $\Delta G = -n \cdot F \cdot \Delta E$

$$\Delta G = -2 \cdot 9,65 \times 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol}} \cdot 2 \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

$$\Delta G = -386 \text{ kJ/mol}$$

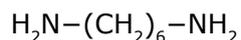
Química – Questão 08

Os náilons 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 hexanodioico). Com base nesta informação, **DETERMINE** a fórmula mínima do náilon-66.

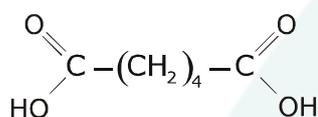
RESOLUÇÃO:

Os monômeros em questão são:

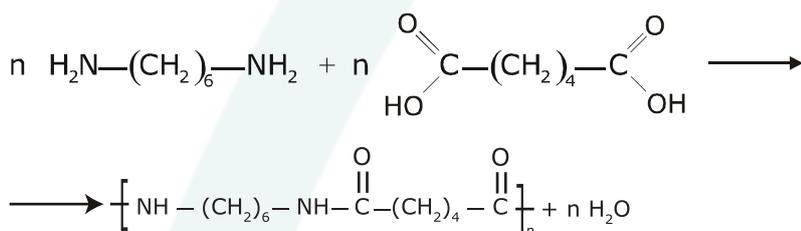
- 1,6-diamino-n-hexano



- Ácido hexanodioico



A reação de obtenção do náilon-66 é



Portanto, a fórmula geral do náilon-66 é:



Assim, sua fórmula mínima é $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$

Química – Questão 09

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

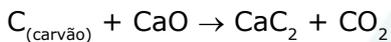
A) **DESCREVA** uma possível rota de obtenção do menor alquino dissustituído, contendo em sua estrutura apenas átomos de carbono e hidrogênio, sendo um dos átomos de carbono assimétrico.

B) **DETERMINE** a fórmula estrutural plana e a nomenclatura IUPAC do alquino em questão.

RESOLUÇÃO:

A) A rota será descrita pelo seguinte conjunto de etapas:

1ª Etapa: obtenção do carbeto de cálcio (CaC_2)



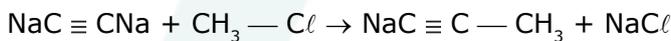
2ª Etapa: obtenção do acetileno



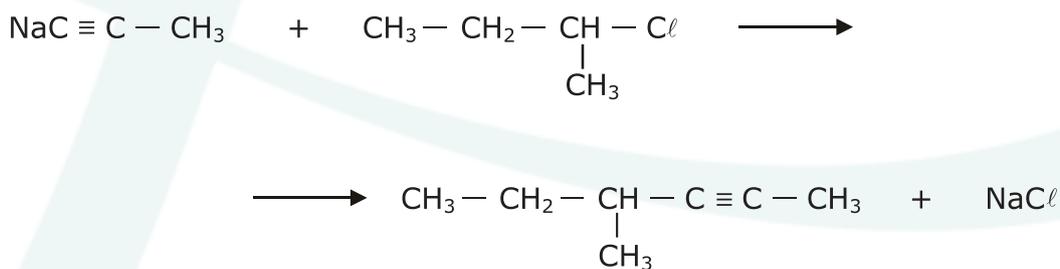
3ª Etapa: obtenção de acetiletos metálicos



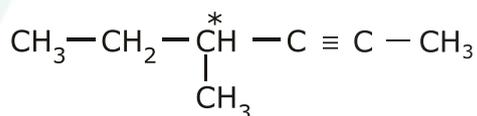
4ª Etapa: substituição eletrofílica a partir de um cloreto de alquila



5ª Etapa: Nova substituição eletrofílica a partir de um cloreto de alquila.



B)

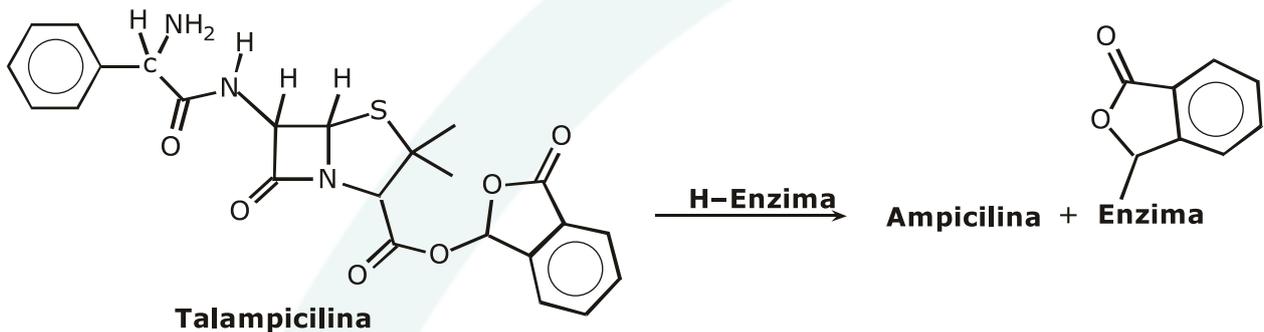


4-metilex - 2-ino

Química – 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 ampicilina, largamente empregado contra bactérias gram-negativas e gram-positivas. Por ser menos polar que a ampicilina, a talampicilina é facilmente absorvida pelas paredes do intestino e cai na corrente sanguínea, onde é transformada em ampicilina por enzimas chamadas esterases conforme a reação a seguir

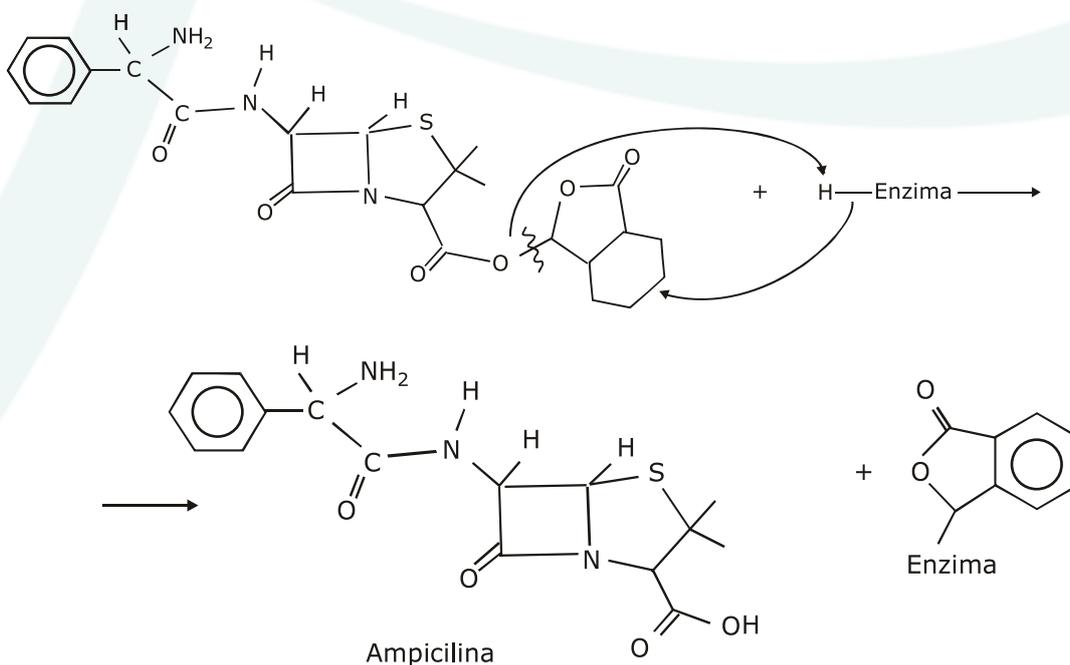


Com base nas informações acima, pede-se

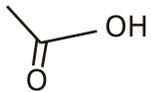
- A) a fórmula estrutural da ampicilina.
- B) a função orgânica gerada na estrutura da ampicilina pela biotransformação da talampicilina.
- C) as funções orgânicas nitrogenadas presentes na estrutura da talampicilina.
- D) o número de carbonos assimétricos presentes na molécula de talampicilina.
- E) os heteroátomos presentes na estrutura da ampicilina.

RESOLUÇÃO:

A) A reação de substituição em questão é:



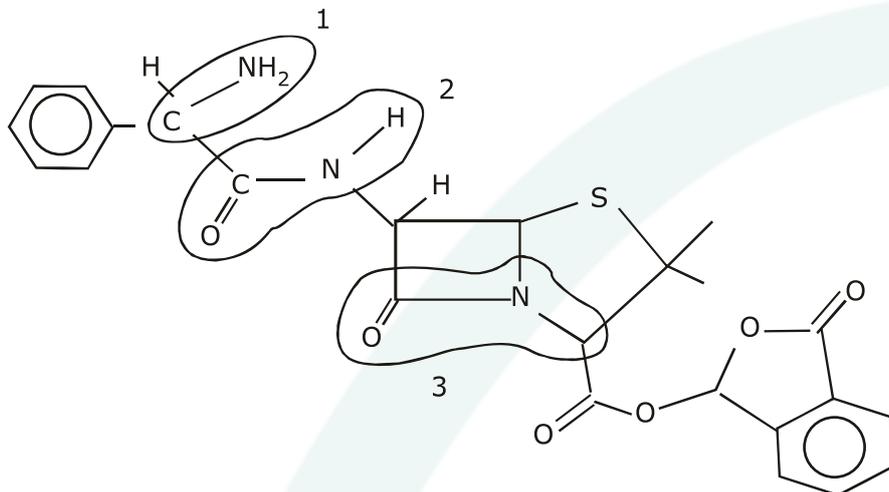
B) Ácido carboxílico



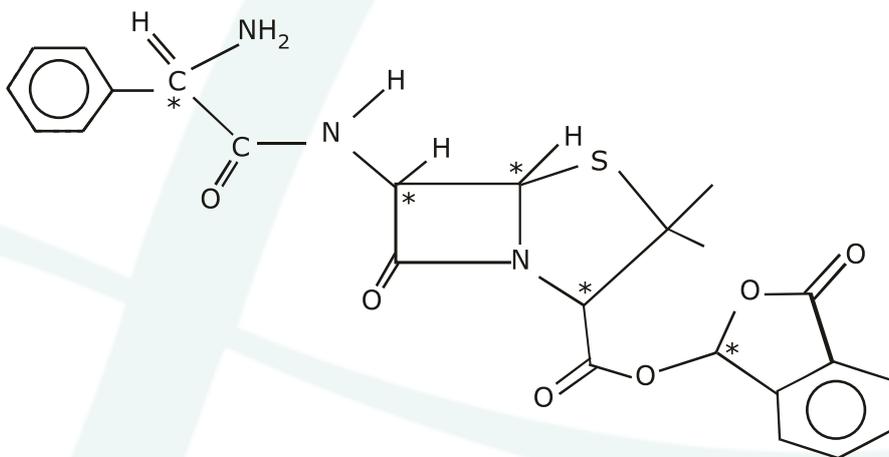
C) 1) Amina primária

2) Amida monossubstituída acíclica

3) Amida dissubstituída cíclica



D) 5 carbonos assimétricos indicados na estrutura com *



E) Nitrogênio e enxofre

