

**QUÍMICA**

**QUESTÃO 1**

Determine o volume de cloro obtido, a 27°C e 738mmHg, pela ação de excesso de ácido clorídrico concentrado sobre 30,7g de pirolusita com 85,0% em peso de MnO<sub>2</sub>. Considere o cloro com comportamento ideal.

**Resolução**

A reação de obtenção do gás cloro é:



Onde um mol de MnO<sub>2</sub> gera 1 mol de gás cloro.

Como a pirolusita tem 85% de MnO<sub>2</sub> em massa, temos que a massa de MnO<sub>2</sub> é:

$$m = 30,7 \cdot 0,85$$

$$m = 26,09 \text{ g}$$

A massa molar de MnO<sub>2</sub> é 87 g/mol. Dessa forma, em 26,09g de MnO<sub>2</sub> temos x mols de óxido:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol MnO}_2 & \text{---} & 87 \text{ g} \\ x & \text{---} & 26,09 \text{ g} \\ x = 0,3 \text{ mol de MnO}_2 \end{array}$$

Como a estequiometria da reação é 1 : 1, serão formado:

$$n = 0,3 \text{ mol de Cl}_2.$$

A pressão dada em atm é:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ atm} & \text{---} & 760 \text{ mmHg} \\ p & \text{---} & 738 \text{ mmHg} \\ p = 0,971 \text{ atm} \end{array}$$

A temperatura dada em Kelvin é 300 K

Considerando o Cl<sub>2</sub> como um gás ideal temos que:

$$pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,3 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,971} = 7,6 \text{ L}$$

O volume formado de Cl<sub>2</sub> é 7,6 litros.

**QUESTÃO 2**

Dois experimentos foram realizados a volume constante e à temperatura T. No primeiro, destinado a estudar a formação do gás fosgênio, as pressões parciais encontradas no equilíbrio foram 0,130 atm para o cloro, 0,120 atm para o monóxido de carbono e 0,312 atm para o fosgênio. No segundo, estudou-se a dissociação de n moles de fosgênio de acordo com a reação:



sendo a pressão total P, no equilíbrio, igual a 1 atm. Calcule o grau de dissociação α do fosgênio após o equilíbrio ser alcançado.

**Resolução**

Pelos dados do primeiro experimento é possível determinar o valor de K<sub>p</sub>

	$\text{COCl}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}(\text{g})$	+	$\text{Cl}_2(\text{g})$
Equilíbrio	0,312 atm		0,120 atm		0,130 atm

$$K_p = \frac{(p_{\text{CO}}) \cdot (p_{\text{Cl}_2})}{(p_{\text{COCl}_2})} \Rightarrow K_p = 0,120 \cdot 0,130 / 0,312 = 0,05$$

No segundo experimento temos a seguinte situação:

	$\text{COCl}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}(\text{g})$	+	$\text{Cl}_2(\text{g})$
Início	n mol		0		0
Reagiu	x mol		x mol		x mol
Equilíbrio	(n-x) mol		x mol		x mol

$$\text{Grau de dissociação: } \alpha = \frac{n_{\text{dissociado}}}{n_{\text{inicial}}} = \frac{x}{n}$$

No equilíbrio, a pressão total é 1 atm, então com os dados de n no equilíbrio, podemos calcular as pressões parciais no equilíbrio:

$$n_{\text{total}} = (n-x) + x + x = n + x$$

$$X_{\text{COCl}_2} = \frac{n-x}{n+x} \Rightarrow p_{\text{COCl}_2} = 1 \cdot \frac{n-x}{n+x}$$

$$X_{\text{CO}} = X_{\text{Cl}_2} = \frac{x}{(n+x)} \Rightarrow p_{\text{CO}} = p_{\text{Cl}_2} = 1 \cdot \frac{x}{n+x}$$

Substituindo as pressões parciais na expressão do K<sub>p</sub> temos:

$$K_p = \frac{(p_{\text{CO}}) \cdot (p_{\text{Cl}_2})}{(p_{\text{COCl}_2})} = \frac{\left(\frac{x}{n+x}\right)^2}{\left(\frac{n-x}{n+x}\right)} = \frac{x^2}{(n-x)(n+x)}$$

$$0,05 = \frac{x^2}{(n-x)(n+x)} = \frac{x^2}{n^2 - x^2} \Rightarrow 0,05n^2 - 0,05x^2 = x^2 \Rightarrow$$

$$1,05x^2 = 0,05n^2 \Rightarrow \frac{x^2}{n^2} = \frac{1}{21}$$

Mas x/n = α, logo α<sup>2</sup> = 1/21 ⇒ α = 0,218 ou α = 21,8%

**QUESTÃO 3**

Uma massa m (em g) de um radionuclídeo X de vida média τ (em s) e massa atômica M (em u.m.a.), é colocada no interior de um balão feito de material flexível de volume inicial V, e preenchido apenas por gás hélio. O elemento X emite partículas α, gerando um elemento Y estável. O balão é suficientemente flexível para garantir que a pressão em seu interior seja sempre igual à pressão no exterior. Considere que, no local do experimento, a pressão seja P (em atm), que o ar seja um gás de peso molecular M<sub>ar</sub> e que o sistema possa ser mantido a uma temperatura constante T (em K).

Determine quanto tempo transcorrerá, desde o início do experimento, até que o balão comece a perder o contato com o chão.

**Resolução**

Teremos que o balão começará a subir se a densidade do gás dentro do balão for menor que a densidade do ar.

A densidade do balão é dada pela divisão da massa do balão pelo volume do balão.

Sabendo que o radionuclídeo emite partículas α, que posteriormente se transformarão em He, temos:



Onde a é o número de partículas α (<sup>4</sup>He<sup>+2</sup>) emitidas por radionuclídeo X que decai.

Pelo decaimento de X, podemos dizer que a quantidade de átomos

$$\text{que libera partículas } \alpha \text{ é } n = n_0 \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow n = \frac{m}{M} \cdot e^{-t/\tau}$$

Assim, a quantidade de hélio formada é:

$$n_{\text{He}} = a \cdot (n_0 - n) = a \cdot \left( \frac{m}{M} - \frac{m}{M} \cdot e^{-t/\tau} \right) = a \cdot \frac{m}{M} \cdot \left( 1 - e^{-t/\tau} \right)$$

A massa inicial de hélio é dada por:  $m_{\text{He inicial}} = \frac{p \cdot V \cdot M_{\text{He}}}{R \cdot T}$

Assim temos que a massa total no interior do balão (constante) é dada pela massa inicial do hélio e pela massa inicial do nuclídeo (como o enunciado nada informa sobre a massa do balão propriamente dito, consideraremos esta massa como desprezível).

$$m_{\text{balao}} = m + m_{\text{He inicial}} = m + \frac{p \cdot V \cdot M_{\text{He}}}{R \cdot T}$$

O volume parcial do hélio formado é dado por:

$$p \cdot V_{\text{He}} = n_{\text{He}} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot V_{\text{He}} = a \cdot \frac{m}{M} \cdot \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) \cdot R \cdot T$$

$$V_{\text{He}} = a \cdot \frac{m}{M} \cdot \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{p}$$

O volume final do balão é dado pela soma do volume inicial e o volume parcial do hélio formado:

$$V_{\text{balao}} = V + V_{\text{He}} = V + a \cdot \frac{m}{M} \cdot \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{p}$$

A densidade do balão é calculada por:

$$\rho_{\text{balao}} = \frac{m_{\text{balao}}}{V_{\text{balao}}} = \frac{m + \frac{p \cdot V \cdot M_{\text{He}}}{R \cdot T}}{V + a \cdot \frac{m}{M} \cdot \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{p}}$$

A densidade do ar pode ser calculada:  $\rho_{\text{ar}} = \frac{p M_{\text{ar}}}{R T}$

Teremos que o balão irá subir se  $\rho_{\text{balao}} < \rho_{\text{ar}}$

$$m + \frac{p \cdot V \cdot M_{He}}{R \cdot T} < \frac{pM_{ar}}{RT}$$

$$V + a \cdot \frac{m}{M} \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right) \cdot \frac{R \cdot T}{p}$$

$$\frac{m \cdot R \cdot T + p \cdot V \cdot M_{He}}{R \cdot T} < \frac{pM_{ar}}{RT}$$

$$\frac{V \cdot M \cdot p + a \cdot m \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right) \cdot R \cdot T}{M \cdot p}$$

$$\frac{M \cdot p (m \cdot R \cdot T + p \cdot V \cdot M_{He})}{V \cdot M \cdot p + a \cdot m \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right) \cdot R \cdot T} < pM_{ar}$$

Invertendo as frações, temos:

$$\frac{V \cdot M \cdot p + a \cdot m \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right) \cdot R \cdot T}{M \cdot p (m \cdot R \cdot T + p \cdot V \cdot M_{He})} > \frac{1}{pM_{ar}}$$

$$V \cdot M \cdot p + a \cdot m \cdot \left(1 - e^{-t/\tau}\right) \cdot R \cdot T > \frac{M(m \cdot R \cdot T + p \cdot V \cdot M_{He})}{M_{ar}}$$

$$1 - e^{-t/\tau} > \frac{M(m \cdot R \cdot T + p \cdot V \cdot M_{He})}{a \cdot m \cdot RT M_{ar}} - \frac{V \cdot M \cdot p}{a \cdot m \cdot RT}$$

$$1 - e^{-t/\tau} > \frac{M}{a \cdot M_{ar}} + \frac{M(p \cdot V \cdot M_{He})}{a \cdot m \cdot RT M_{ar}} - \frac{V \cdot M \cdot p}{a \cdot m \cdot RT}$$

$$1 - e^{-t/\tau} > \frac{1}{a} \left[ \frac{M}{M_{ar}} + \frac{pVM}{mRT} \left( \frac{M_{He}}{M_{ar}} - 1 \right) \right]$$

$$e^{-t/\tau} < 1 - \frac{1}{a} \left[ \frac{M}{M_{ar}} + \frac{pVM}{mRT} \left( \frac{M_{He}}{M_{ar}} - 1 \right) \right]$$

$$-\frac{t}{\tau} < \ln \left[ 1 - \frac{1}{a} \left[ \frac{M}{M_{ar}} + \frac{pVM}{mRT} \left( \frac{M_{He}}{M_{ar}} - 1 \right) \right] \right]$$

$$t > -\tau \ln \left[ 1 - \frac{1}{a} \left[ \frac{M}{M_{ar}} + \frac{pVM}{mRT} \left( \frac{M_{He}}{M_{ar}} - 1 \right) \right] \right]$$

Considerando-se o valor da  $M_{He} = 4$  u.m.a.:

$$t > \ln \left[ 1 - \frac{1}{a} \left( \frac{M}{M_{ar}} + \frac{pVM}{mRT} \cdot \frac{4 - M_{ar}}{M_{ar}} \right) \right]^{-\tau}$$

**NOTA:** O enunciado não fornece a quantidade de partículas  $\alpha$  emitidas por cada radionuclídeo X desintegrado. Provavelmente a banca esperava que o candidato assumisse  $a = 1$ , porém, em séries radioativas podem ocorrer sucessivos decaimentos  $\alpha$  até formar um novo elemento estável. Com esta hipótese, teríamos:

$$t > \ln \left[ 1 - \left( \frac{M}{M_{ar}} + \frac{pVM}{mRT} \cdot \frac{4 - M_{ar}}{M_{ar}} \right) \right]^{-\tau}$$

### QUESTÃO 4

Na tentativa de relacionar os elementos conhecidos com suas propriedades químicas, Dmitri Ivanovich Mendeleiev percebeu que, ao listá-los na ordem das massas atômicas, as suas propriedades se repetiam numa série de intervalos periódicos de acordo com a tabela a seguir.

H = 1	? = 8	? = 22	Cu = 63.4	Ag = 108	Hg = 200
Be = 9.4	Mg = 24	Zn = 65.2	Cd = 112	?	
B = 11	Al = 27.4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?	
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	Bi = 210?	
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122		
O = 16	S = 32	Se = 79.4	Te = 128?		
F = 19	Cl = 35.5	Br = 80	J = 127		
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85.4	Cs = 133	Tl = 204
	Ca = 40	Sr = 87.6	Ba = 137	Pb = 207	
	? = 45	Ce = 92			
	?Er = 56?	La = 94			
	?Yt = 60?	Di = 95			
		?Th =			
	?In = 75.6	118?			

"Essai d'une système des éléments d'après leurs poids atomiques et fonctions chimiques, par D. Mendeleeff"

Tabela enviada em 18 de fevereiro de 1869 ao impressor por Mendeleiev, que posteriormente foi corrigida pelo autor.

Considerando a região destacada da Tabela Periódica de Mendeleiev, pede-se:

- esboçar um gráfico da variação do raio atômico em função da massa atômica e verificar se o raio atômico é uma propriedade periódica ou não;
- indicar se os elementos que apresentam similaridade em suas propriedades físicas e químicas estão dispostos em linhas colunas;
- determinar, justificando, se é polar ou apolar uma molécula hipotética do tipo  $AB_3$ , onde A é o elemento de massa atômica 68 e B, o elemento de massa atômica 19.

### Resolução

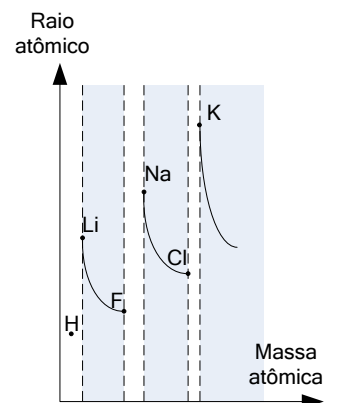
a) O raio atômico é a distância do núcleo atômico e os elétrons mais externos de um átomo no estado fundamental (uma regra prática é dizer que é uma superfície onde a probabilidade de se encontrar o elétron é 95%). Ao aumentar a massa atômica, aumentamos o número de prótons no núcleo (Z), o que causa maior atração sobre os elétrons, diminuindo o raio atômico no mesmo período.

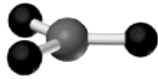
Ao mudarmos o período, aumentamos a carga nuclear mas também o número de níveis de energia, causando uma expansão no raio atômico.

Dessa forma, o raio é uma propriedade periódica, ou seja, seu comportamento se repete em períodos definidos.

b) Na Tabela de Mendeleiev mostrada no enunciado os elementos com propriedades físicas e químicas semelhantes se encontram na mesma linha, diferente da Tabela atual, onde eles estão dispostos em colunas.

c) Como o elemento A está na mesma linha que o boro, portanto se comporta da mesma forma, fazendo 3 ligações com hibridação  $sp^2$  (ângulos de  $120^\circ$ ). Como os átomos de B (que fazem apenas uma ligação) são todos iguais e não há elétrons não ligados no átomo de A, não há momento de dipolo resultante, pois os três momentos de dipolo hipotéticos se cancelam na geometria trigonal plana formada:





Portanto, a molécula formada é apolar.

**QUESTÃO 5**

Um frasco exibe o seguinte rótulo: "Solução 1,0M de A". Se a informação do rótulo estivesse correta, então 0,10L da solução, quando misturados a um mesmo volume de uma solução 0,50M de B, produziria 3,0g de um único precipitado A<sub>2</sub>B. No entanto, ao se executar experimentalmente este procedimento, foram encontrados 4,0g do precipitado. Calcule a molaridade correta da solução de A. Massa molar de A<sub>2</sub>B = 100 g/mol.

**Resolução**

Solução de concentração 1M = 1 mol/L. Dessa forma, em 0,1 L de solução temos:

$$n_A = 0,1 \text{ mols de A}$$

Para a solução de B, de concentração 0,5 M temos:

$$n_B = 0,5 \times 0,1 = 0,05 \text{ mols de B}$$

**Para a solução 1,0M:**

Como a massa molar do precipitado é 100g temos que:

$$\begin{aligned} 100\text{g de A}_2\text{B} & \text{---} 1 \text{ mol} \\ 3 \text{ g de A}_2\text{B} & \text{---} x_{1M} \\ x_{1M} & = 0,03 \text{ mols de precipitado.} \end{aligned}$$

Como a reação é 2A + B → A<sub>2</sub>B, para cada mol de A temos 0,5 mol de B reagindo.

2A	+	B	→	A <sub>2</sub> B	
2	:	1		1	
0,1	:	0,05		0,1	Se o rendimento
0,1	:	0,05		0,03	fosse 100%
					(esperado)

A quantidade de precipitado obtida foi abaixo da prevista para o caso de rendimento 100%, mostrando que o rendimento da reação é menor do que 100%:

$$\begin{aligned} 0,1 \text{ mols A}_2\text{B} & \text{---} 100\% \text{ rendimento} \\ 0,03 \text{ mols de A}_2\text{B} & \text{---} y\% \text{ rendimento} \\ y & = 30\% \text{ rendimento} \end{aligned}$$

Com a solução de molaridade desconhecida foram obtidas 4 g de A<sub>2</sub>B o que nos leva a:

$$\begin{aligned} 100\text{g de A}_2\text{B} & \text{---} 1 \text{ mol} \\ 4 \text{ g de A}_2\text{B} & \text{---} z \text{ mols} \\ z & = 0,04 \text{ mols de precipitado obtido} \end{aligned}$$

Dessa forma temos:

$$\begin{aligned} 0,1 \text{ mol de A} & \text{---} 0,03 \text{ mols de A}_2\text{B} \\ n \text{ mols de A} & \text{---} 0,04 \text{ mols de A}_2\text{B} \\ n & = 0,133 \text{ mols de A} \end{aligned}$$

Portanto a solução continha:

V=0,1 L de A e 0,133 mols de A, assim sua concentração real é:

$$C=n/V = 0,133/0,1 = 1,33 \text{ mol/L} = 1,33 \text{ M}$$

A molaridade correta da solução de A é 1,33M.

**QUESTÃO 6**

O elemento constituinte da substância simples A possui um nome que em grego significa verde. Livre, como molécula, é um gás venenoso. Na crosta terrestre, encontra-se combinado a outros elementos, como minerais em depósitos subterrâneos e em oceanos. É solúvel em água e também em éter. Quando A reage com hidróxido de sódio em solução aquosa, produz a substância composta B, usada como agente alvejante e bactericida. Quando A reage com sódio fundido, produz a substância composta C, que é essencial ao ser humano. A eletrólise de C em solução aquosa, produz no cátodo de ferro a substância simples D. A substância simples E é o produto gasoso da reação, sob aquecimento, entre o sódio metálico e nitrato de sódio. Ao reagir E com D, produz-se a substância composta F, utilizada na fabricação de ácido nítrico, corantes, explosivos, medicamentos, detergentes e ainda, na forma de seus sais, como fertilizante.

Determine:

- a) as fórmulas moleculares de B, C, E e F;
- b) as equações químicas das reações de produção de B, E e F;
- c) o nome e a fórmula do composto produzido pela reação de F com ácido nítrico em solução aquosa.

**Resolução**

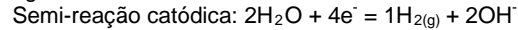
O gás cloro, Cl<sub>2</sub> (**substância A**), de coloração verde, é um gás venenoso. É composta pelo elemento químico cloro, bastante reativo, e por isso temos que ele é encontrado normalmente formando uma substância composta. Quando reage com NaOH em solução aquosa, produz hipoclorito de sódio, NaClO (**substância B**), utilizado como alvejante, além de ser conhecido bactericida. A equação que descreve esta reação é a seguinte:



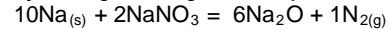
Quando Cl<sub>2</sub> reage com sódio fundido, produz cloreto de sódio, NaCl (**substância C**), como mostrado abaixo:



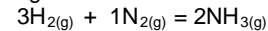
A eletrólise de NaCl em meio aquoso produz no cátodo o gás hidrogênio, H<sub>2</sub> (**substância D**), produto da reação de redução da água:



Ao reagir-se sódio metálico com nitrato de sódio, ocorre a reação que segue, com formação de gás nitrogênio, N<sub>2</sub> (**substância E**):



Ao reagir E (N<sub>2</sub>) com D (H<sub>2</sub>), produz-se amônia, NH<sub>3</sub> (**substância F**), conforme mostrado a seguir:



Dessa forma as respostas esperadas são:

- a) B = NaClO; C = NaCl; E = N<sub>2</sub>; F = NH<sub>3</sub>
- b)  $2\text{Cl}_2 + 4\text{NaOH} = 2\text{NaCl} + 2\text{NaClO} + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $10\text{Na}_{(\text{s})} + 2\text{NaNO}_3 = 6\text{Na}_2\text{O} + 1\text{N}_{2(\text{g})}$   
 $3\text{H}_{2(\text{g})} + 1\text{N}_{2(\text{g})} = 2\text{NH}_{3(\text{g})}$
- c)  $\text{HNO}_{3(\text{aq})} + \text{NH}_{3(\text{aq})} = \text{NH}_4\text{NO}_{3(\text{aq})}$   
 (nitrato de amônio)

**QUESTÃO 7**

Para a reação hipotética A + B → Produtos, tem-se os seguintes dados:

A (MOL.L <sup>-1</sup> )	B (MOL.L <sup>-1</sup> )	v (MOL. L <sup>-1</sup> .H <sup>-1</sup> )
10,00	10,00	100,0

Considerando a mesma reação, verificou-se também a seguinte correlação:

A (MOL.L <sup>-1</sup> )	B (MOL.L <sup>-1</sup> )	v (MOL. L <sup>-1</sup> .H <sup>-1</sup> )
10α	β	α <sup>β</sup> α <sup>α</sup>

onde α e β são, respectivamente, as ordens da reação em relação a A e B. Sabendo que α/β = 10,0, determine:

- a) a constante de velocidade k;
- b) os valores numéricos das ordens parciais e global da reação.

**Resolução**

Pelo enunciado podemos escrever a equação da velocidade abaixo:

$$v = k.[A]^\alpha.[B]^\beta$$

Substituindo os dados do primeiro experimento na equação da velocidade, temos:

$$100 = k.[10]^\alpha.[10]^\beta$$

$$10^2 = k. 10^{\alpha+\beta} \Rightarrow k = \frac{10^2}{10^{\alpha+\beta}}$$

$$k = 10^{2-(\alpha+\beta)} \tag{I}$$

$$\text{Mas, } \alpha/\beta = 10 \Rightarrow \alpha = 10\beta \tag{II}$$

Substituindo (II) em (I):

$$k = 10^{2-11\beta} \tag{III}$$

Realizando o mesmo procedimento com os dados do segundo experimento:

$$\begin{aligned} \alpha^{\beta+\alpha} = k[10\alpha]^\alpha.[\beta]^\beta & \Rightarrow (10\beta)^{\beta+10\beta} = k.[10.10\beta]^{10\beta}.[\beta]^\beta \Rightarrow \\ (10\beta)^{11\beta} = k.10^{20\beta}.\beta^{10\beta}.\beta^\beta & \Rightarrow 10^{11\beta}.\beta^{11\beta} = k.10^{20\beta}.\beta^{11\beta} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$k = \frac{10^{11\beta}}{10^{20\beta}} \Rightarrow k = 10^{-9\beta} \tag{IV}$$

Igualando (III) e (IV):

$$10^{-9\beta} = 10^{2-11\beta} \Rightarrow -9\beta+11\beta = 2 \Rightarrow \beta = 1$$

Voltando em (III), determinamos o valor de k:

$$k = 10^{2-11\beta} \Rightarrow k = 10^{2-11} \Rightarrow k = 1,0.10^{-9}$$

b) Como α = 10β e β = 1 então α = 10

ordem em relação a A = 10

ordem em relação a B = 1

ordem global = 11

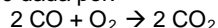
**Comentário:** Os dados obtidos podem ser encarados meramente como solução matemática, uma vez que na prática uma reação de ordem 11 é algo extremamente improvável, a maioria das reações conhecidas são de ordem zero, um ou dois.

### QUESTÃO 8

Um sistema, que se mantém isobárico e isotérmico, contém 5L de uma mistura gasosa composta por monóxido de carbono e um gás inerte. Sabendo que a injeção de certa quantidade de oxigênio altera o volume do sistema em 3L e que, após a combustão dessa nova mistura gasosa, o sistema contém 7 L, determine a composição centesimal da mistura inicial de monóxido de carbono e gás inerte.

### Resolução

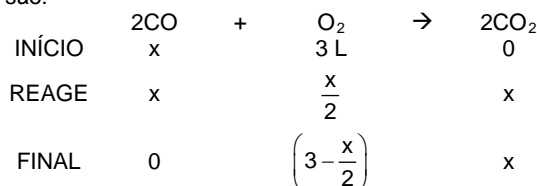
A reação de combustão é dada por:



Temos portanto que a proporção em volume entre os reagentes é:



Como temos que o volume parcial do  $\text{O}_2$  dado é 3 L, seriam necessários 6 L de CO para consumir todo o  $\text{O}_2$ . Como na mistura inicial temos apenas 5 L, necessariamente o  $\text{O}_2$  está em excesso e CO será o limitante (totalmente consumido). Da proporção acima, considerando x o volume parcial do CO, temos que os volumes parciais são:



Considerando y como o volume parcial do gás inerte, temos que a soma dos volumes parciais é dada por:

ANTES DA COMBUSTÃO:  $x + y = 5$

DEPOIS DA COMBUSTÃO:  $(3 - \frac{x}{2}) + x + y = 7$

Assim, temos:

$$\begin{cases} x + y = 5 \\ \frac{x}{2} + y = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 2 \\ y = 3 \end{cases}$$

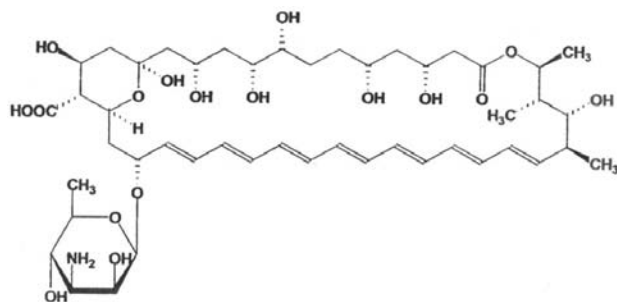
Portanto, temos

$$X_{\text{CO}_2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{CO}_2} + V_{\text{gas inerte}}} = \frac{2}{2+3} = 40\% \Rightarrow X_{\text{gas inerte}} = 60\%$$

### QUESTÃO 9

A anfotericina B é um agente antifúngico usado contra a micose conhecida como "Pé de atleta". Seu mecanismo de ação envolve interações com as membranas das células dos fungos causadores da doença, criando buracos através dos quais o conteúdo citoplasmático extravasa para o meio exterior matando as células e, conseqüentemente, os fungos. Dada a estrutura de um dos estereoisômeros da anfotericina B abaixo, determine:

- o número de estereoisômeros da anfotericina B que podem existir;
- as funções orgânicas presentes na estrutura da anfotericina B, excluindo a função hidrocarboneto;
- a fórmula molecular da anfotericina B.



### Resolução

a) Estereoisômeros são isômeros espaciais, ou seja, podem ser diferenciados no espaço.

Observamos que na molécula da anfotericina B existem 19 carbonos assimétricos ou quirais. Para cada carbono assimétrico podemos ter 2 isômeros espaciais diferentes, alterando a posição de dois ligantes deste carbono. Assim, pelo princípio multiplicativo, teremos  $2^{19}$  isômeros diferentes.

Observamos também que existem 7 ligações duplas. Note que para cada ligação dupla, também podemos ter dois isômeros cis-trans, alterando a posição de dois ligantes. Assim, teremos  $2^7$  isômeros neste caso.

Pelo princípio multiplicativo, podemos dizer que o número de isômeros possíveis é dado por  $2^{19} \cdot 2^7 = 2^{19+7} = 2^{26}$ .

**OBS.:** 1) Como esta substância não possui plano de simetria, isto significa que não existe um isômero meso.

2) Como a mistura racêmica é uma mistura, não foi considerada, apesar de em muitos momentos ser chamada de isômero óptico inativo

b) As funções orgânicas presentes na estrutura da anfotericina B são:

- amina (R-NH<sub>2</sub>)
- álcool (R-OH)
- éter (R-O-R')
- ácido (-COOH) e
- éster (R-COO-R')

c) através de uma simples contagem dos átomos na fórmula plana podemos identificar a fórmula molecular da anfotericina B, que é **C<sub>47</sub>H<sub>73</sub>NO<sub>17</sub>**

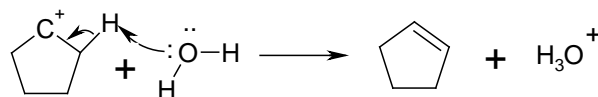
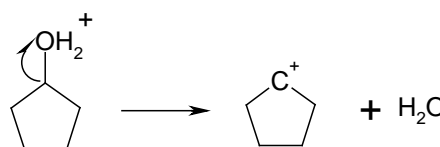
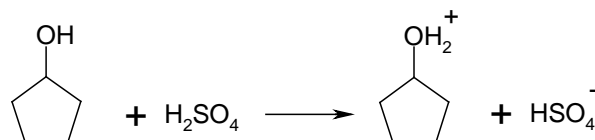
### QUESTÃO 10

Partindo de ciclopentanol, mostre que as equações químicas com as fórmulas estruturais planas e as condições necessárias para preparar:

- ciclopenteno
- ciclopentano
- trans-1,2-dibromociclopentano

### Resolução

a) O par de elétrons não compartilhados do oxigênio da hidroxila do álcool atua como base de Lewis, retirando o H<sup>+</sup> e gerando um bom grupo abandonador, formando um carbocátion. Posteriormente o par de elétrons não compartilhado da água atua como base de Lewis, retirando o hidrogênio vizinho ao carbocátion numa cisão heterolítica, formando uma nova ligação entre os carbonos:



b)

1º)	obtenção do ciclopenteno representada no item a.
2º)	<p>(reação de hidrogenação catalítica)</p>

c)

1º)	obtenção do ciclopentano representada no item a
2º)	<p>A ligação π atua como nucleófilo, atacando o Br<sub>2</sub>, causando uma cisão heterolítica com formação do íon bromônio (instável). Posteriormente, a espécie Br<sup>-</sup> ataca o carbono do ciclo pelo lado oposto ao íon bromônio, devido ao impedimento estérico, formando a espécie trans.</p>