

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 mol de Cl<sub>2</sub>.

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 Kp

	COCl <sub>2(g)</sub>	⇌	CO <sub>(g)</sub>	+	Cl <sub>2(g)</sub>
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:

	COCl <sub>2(g)</sub>	⇌	CO <sub>(g)</sub>	+	Cl <sub>2(g)</sub>
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 Kp 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 que libera partículas α é n = n<sub>0</sub> · e<sup>-t/τ</sup> ⇒ 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<sub>He inicial</sub> =  $\frac{p \cdot V \cdot M_{\text{He}}}{R \cdot T}$

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:

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

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

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

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

A densidade do balão é calculada por:

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

A densidade do ar pode ser calculada:  $\rho_{\text{ar}} = \frac{pM_{\text{ar}}}{RT}$

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

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

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

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

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

Invertendo as frações, temos:

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

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

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

$$1 - e^{-\frac{t}{\tau}} > \frac{M}{a \cdot M_{\text{ar}}} + \frac{M(p \cdot V \cdot M_{\text{He}})}{a \cdot mRTM_{\text{ar}}} - \frac{V \cdot M \cdot p}{a \cdot mRT}$$

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

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

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

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

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

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

**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:

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

**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.

	Ti = 50	Zr = 90	? = 180		
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182		
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186		
	Mn = 55	Ro = 104.4	Pt = 197.4		
	Fe = 56	Rh = 104.4	Ir = 198		
	Ni = Co = 59	PI = 106.6	Os = 199		
H = 1	? = 8	? = 22	Cu = 63.4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9.4	Mg = 24	Zn = 65.2	Cd = 112	<del>?</del>
<del>H = 1</del>	B = 11	Al = 27.4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79.4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35.5	Br = 80	J = 127	
	Na = 23				
Li = 7	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.

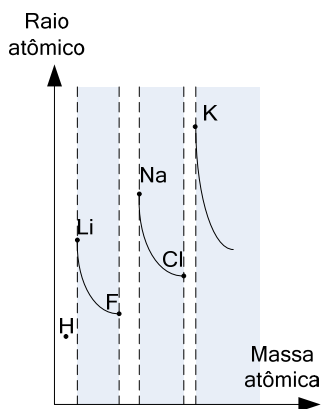
Considerando a região destacada da Tabela Periódica de Mendeleiev, pede-se:

a) 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;

- b) indicar se os elementos que apresentam similaridade em suas propriedades físicas e químicas estão dispostos em linhas ou colunas;  
 c) determinar, justificando, se é polar ou apolar uma molécula hipotética do tipo AB<sub>3</sub>, onde A é o elemento de massa atômica 68 e B, o elemento de massa atômica 19.

**Resolução**

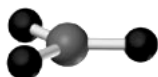
a) O raio atômico é a distância do núcleo atômico e os elétrons mais externos de um átomo no estado fundamental (uma regra prática é dizer que é uma superfície onde a probabilidade de se encontrar o elétron é 95%). Ao aumentar a massa atômica, aumentamos o número de prótons no núcleo (Z), o que causa 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<sup>2</sup> (ângulos de 120°). 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:

$$100\text{g de A}_2\text{B} \text{ --- } 1 \text{ mol}$$

$$3 \text{ g de A}_2\text{B} \text{ --- } x_{1M}$$

$$x_{1M} = 0,03 \text{ mols de precipitado.}$$

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 fosse 100%
0,1	:	0,05	:	0,03	(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 continua:

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:

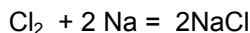
- as fórmulas moleculares de B, C, E e F;
- as equações químicas das reações de produção de B, E e F;
- o nome e a fórmula do composto produzido pela reação de F com ácido nítrico em solução aquosa.

**Resolução**

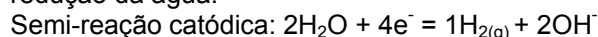
O gás cloro, Cl<sub>2</sub> (**substância A**), de coloração verde, é um gás venenoso. É composta pelo elemento químico cloro, bastante reativo, e por isso temos que ele é encontrado normalmente formando uma substância composta. Quando reage com NaOH em solução aquosa, produz hipoclorito de sódio, NaClO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



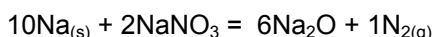
Quando Cl<sub>2</sub> reage com sódio fundido, produz cloreto de sódio, NaCl (**substância C**), como mostrado abaixo:



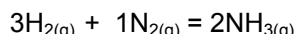
A eletrólise de NaCl em meio aquoso produz no cátodo o gás hidrogênio, H<sub>2</sub> (**substância D**), produto da reação de redução da água:



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**):

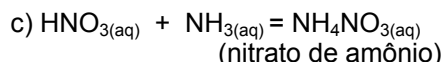
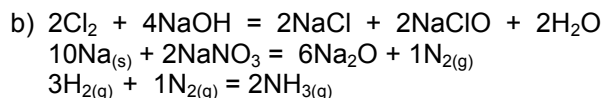


Ao reagir E (N<sub>2</sub>) com D (H<sub>2</sub>), produz-se amônia, NH<sub>3</sub> (**substância F**), conforme mostrado a seguir:



Dessa forma as respostas esperadas são:

a) B = NaClO; C = NaCl; E = N<sub>2</sub>; F = NH<sub>3</sub>



**QUESTÃO 7**

Para a reação hipotética  $A + B \rightarrow$  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> )
10 $\alpha$	$\beta$	$\alpha^\beta \alpha^\alpha$

onde  $\alpha$  e  $\beta$  são, respectivamente, as ordens da reação em relação a A e B. Sabendo que  $\alpha/\beta = 10,0$ , 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:

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

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

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

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

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

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

Substituindo (II) em (I):

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

Realizando o mesmo procedimento com os dados do segundo experimento:

$$\alpha^{\beta+\alpha} = k[10\alpha]^\alpha \cdot [\beta]^\beta \Rightarrow (10\beta)^{\beta+10\beta} = k \cdot [10 \cdot 10\beta]^{10\beta} \cdot [\beta]^\beta \Rightarrow (10\beta)^{11\beta} = k \cdot 10^{20\beta} \cdot \beta^{10\beta} \cdot \beta^\beta \Rightarrow 10^{11\beta} \cdot \beta^{11\beta} = k \cdot 10^{20\beta} \cdot \beta^{11\beta} \Rightarrow$$

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

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:

$$k = 10^{2-11\beta} \Rightarrow k = 10^{2-11} \Rightarrow k = 1,0 \cdot 10^{-9}$$

- b) Como  $\alpha = 10\beta$  e  $\beta = 1$  então  $\alpha = 10$   
 ordem em relação a A = 10  
 ordem em relação a B = 1  
 ordem global = 11

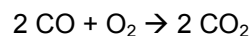
**Comentário:** Os dados obtidos podem ser encarados meramente como solução matemática, uma vez que na prática uma reação de ordem 11 é algo extremamente improvável, a maioria das reações conhecidas são de ordem zero, um ou dois.

**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 O<sub>2</sub> dado é 3 L, seriam necessários 6 L de CO para consumir todo o O<sub>2</sub>. Como na mistura inicial temos apenas 5 L, necessariamente o O<sub>2</sub> 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:

	2CO	+	O <sub>2</sub>	→	2CO <sub>2</sub>
INÍCIO	x		3 L		0
REAGE	x		$\frac{x}{2}$		x
FINAL	0		$(3 - \frac{x}{2})$		x

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:  $\left(3 - \frac{x}{2}\right) + x + y = 7$

Assim, temos:

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

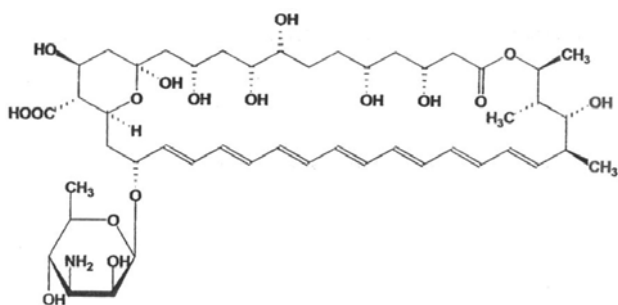
Portanto, temos

$$X_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_{CO_2} + V_{gas\ inerte}} = \frac{2}{2+3} = 40\% \Rightarrow X_{gas\ inerte} = 60\%$$

### 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

- 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.:

- Como esta substância não possui plano de simetria, isto significa que não existe um isômero meso.
- Como a mistura racêmica é uma mistura, não foi considerada, apesar de em muitos momentos ser chamada de isômero óptico inativo

- 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>**

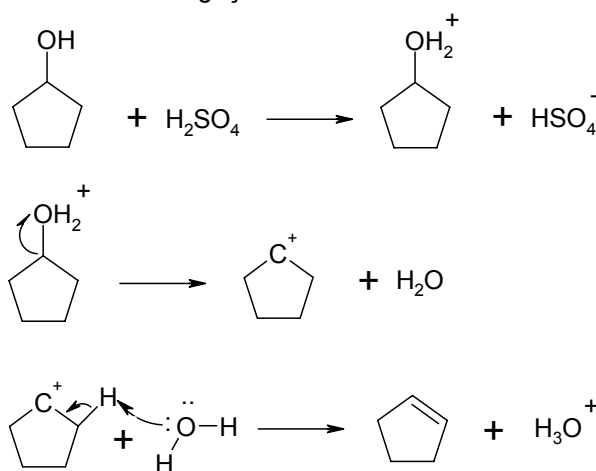
### QUESTÃO 10

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)	 (reação de hidrogenação catalítica)

c)

1º)	obtenção do ciclopentano representada no item a
2º)	 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.

1º LUGAR IME 2006 ATIVA SÃO PAULO:  
LEONARDO GUEDES

2º LUGAR IME 2006 ATIVA SÃO PAULO:  
BRUNO ALVES

ALFERES,

o curso que mais aprova no IME, na cidade de São Paulo, desde 2002.

Aprovamos em 2002 70% dos alunos na cidade de São Paulo,

2003, 60%

2004, 55%

2005, 60%

2006, 50%

SÁBADO, 28/outubro/2006:

Você está convidado a participar da aula de comentário do vestibular do IME pelos professores do ALFERES.

É GRATUITO.

Faça a sua inscrição por telefone.

REVISÃO PARA O ITA:

início, segunda-feira, 30/outubro.

DESCONTOS ESPECIAIS PARA QUEM PRESTOU O IME.