

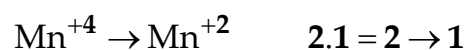
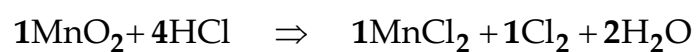
Gabarito IME 2006 – Química

Questão 1

$$T = 300 \text{ k}$$

$$P = 738/760 \text{ atm}$$

Equações:



$$n.\text{MnO}_2 = \frac{0,85.30,7}{87} = 0,30 \text{ mol de MnO}_2$$

$$n\text{Cl}_2(\text{produzido}) = n\text{MnO}_2(\text{consumido}) = 0,30 \text{ mol}$$

Da equação de Clapeyron,

$$\frac{P}{V} = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,30.0,082.300.760}{738}$$

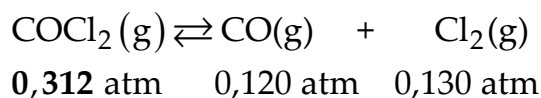
$$V = 7,6 \text{ litros de Cl}_2$$

Resposta: $V = 7,6$ litros de $\text{Cl}_2(\text{g})$

Questão 2

Temos o volume $V = Cte.$

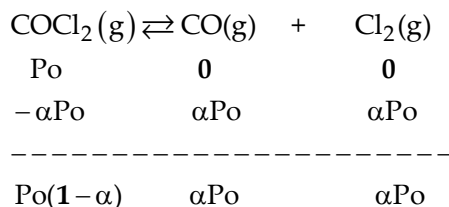
No primeiro Caso temos a equação no equilíbrio:



Logo temos que o $K_p = \frac{P(\text{CO}) \cdot P(\text{Cl}_2)}{P(\text{COCl}_2)} = \frac{0,12 \times 0,13}{0,312} = 0,05$

No seguinte caso temos $p_o = \frac{nRT}{V}$, relativa ao numero de mols n colocado de $\text{COCl}_2(\text{g})$.

Temos para o segundo caso :



No equilíbrio:

$$P_{\text{total}} = P_o - \alpha P_o + \alpha P_o + \alpha P_o = P_o \cdot (1 + \alpha) \Rightarrow P_o \cdot (1 + \alpha) = 1$$

$$K_p = \frac{\alpha \cdot P_o \cdot \alpha P_o}{P_o \cdot (1 - \alpha)} = \frac{\alpha^2 \cdot P_o}{1 - \alpha} = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)} \cdot \frac{1}{(1 + \alpha)} = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha^2)} = \frac{1}{20}$$

Segue que:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{21}}$$

Questão 3

OBS: No enunciado faltou dizer a proporção de partículas alfa formadas. Consideraremos a proporção seguinte:



Da conservação de massa, a massa total do sistema permanece constante.
 Massa do sistema = Massa inicial de Helio + m = constante

Como o processo acontece a pressão e temperatura constante podemos escrever:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

Da desintegração, o número de mols perdidos por x será igual ao numero de mols de gás Helio formado (partículas alfa). Logo o numero de mols final será dado por:

$$n_2 = n_o + n'(t)$$

Da desintegração temos o numero de mols de X em função do tempo (lembrando que vida-media é o inverso da constante de desintegração):

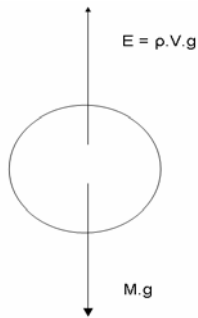
$$n_x(t) = n_{ox} \cdot e^{-k \cdot t} = \frac{m}{M} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\Rightarrow n'(t) = n_{ox} - n_x(t) = n_{ox} (1 - e^{-k \cdot t})$$

$$\Rightarrow n_2 = n_o + n_{ox} (1 - e^{-k \cdot t}) = \frac{PV}{RT} + \frac{m}{M} (1 - e^{-k \cdot t})$$

Logo temos:

$$\begin{aligned} \frac{V}{n_o} = \frac{V_f}{n_2} &\Rightarrow \frac{V}{\frac{PV}{RT}} = \frac{V_f}{\frac{PV}{RT} + \frac{m}{M} (1 - e^{-k \cdot t})} \Rightarrow \frac{V}{MPV} = \frac{V_f}{MPV + mRT(1 - e^{-k \cdot t})} \\ &\Rightarrow V_f = V \left(1 + \frac{mRT}{MPV} (1 - e^{-k \cdot t}) \right) \end{aligned}$$



A condição para que o balão comece a subir é que o empuxo gerado pela imersão do balão no ar se iguale ao peso total.

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ar}} \cdot V_f \cdot g &= (M_{\text{total}}) \cdot g &\Leftrightarrow & \frac{P \cdot M_{\text{ar}}}{RT} \cdot V_f = (m + m_{\text{He}}) \\ & &\Leftrightarrow & \frac{P \cdot M_{\text{ar}}}{RT} \cdot V_f = \left(\frac{P \cdot V \cdot \overbrace{M_{\text{He}}^4}}{RT} + m \right) \\ & &\Leftrightarrow & \frac{P \cdot M_{\text{ar}}}{RT} \cdot V_f = \left(\frac{4 \cdot P \cdot V}{RT} + m \right) \end{aligned}$$

Juntando ao valor de V_f já encontrado:

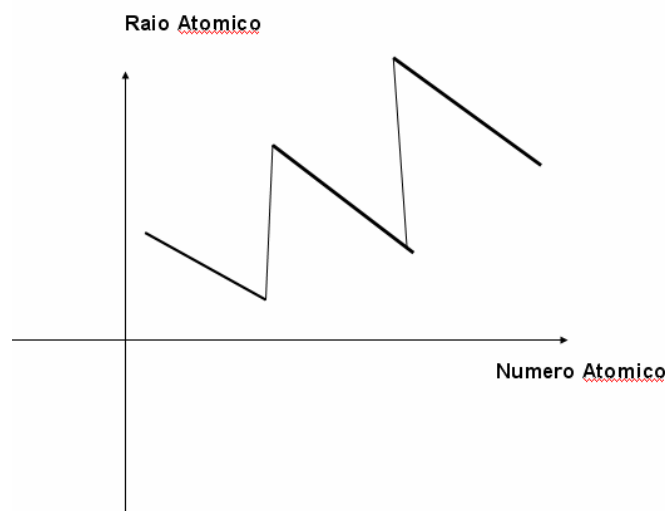
$$\begin{aligned} \frac{P \cdot M_{\text{ar}}}{RT} \cdot V \left(1 + \frac{mRT}{MPV} (1 - e^{-k \cdot t}) \right) &= \left(\frac{4 \cdot P \cdot V}{RT} + m \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow P \cdot M_{\text{ar}} V \left(1 + \frac{mRT}{MPV} (1 - e^{-k \cdot t}) \right) &= (4PV + mRT) \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(1 + \frac{mRT}{MPV} (1 - e^{-k \cdot t}) \right) &= \frac{(4PV + mRT)}{P \cdot V \cdot M_{\text{ar}}} \Rightarrow \\ \Rightarrow (1 - e^{-k \cdot t}) &= \left(\frac{PVM}{mRT} - \frac{M \cdot (4PV + mRT)}{mRT \cdot M_{\text{ar}}} \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow e^{-k \cdot t} &= \left(1 - \frac{PVM \cdot M_{\text{ar}} - 4MPV - mRT}{mRTM_{\text{ar}}} \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow -k \cdot t &= \ln \left(1 - \frac{PVM \cdot M_{\text{ar}} - 4MPV - mRT}{mRTM_{\text{ar}}} \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow -\frac{t}{\tau} &= \ln \left(1 - \frac{PVM \cdot M_{\text{ar}} - 4MPV - mRT}{mRTM_{\text{ar}}} \right) \end{aligned}$$

$$\therefore t = \ln \left(1 - \frac{PVM \cdot M_{\text{ar}} - 4MPV - mRT}{mRTM_{\text{ar}}} \right)^{-\tau}$$

Questão 4

A tabela de Mendeleev define em fileiras horizontais o que a tabela periódica atual define em fileiras verticais. A medida que o número atômico cresce na tabela de Mendeleev (verticalmente) estamos percorrendo as diferentes fileiras horizontais da esquerda pra direita na tabela atual. Conforme o número atômico cresce, a atração entre próton e elétron no átomo aumenta, e com isso o raio atômico diminui (dentro de um mesmo nível, ou fileira vertical na tabela de Mendeleev). Ao mudarmos de fileira horizontal (período na tabela atual), o raio atômico aumenta, sendo assim essa propriedade periódica, como indicada na figura a seguir.

a) A propriedade é periódica.



b) Conforme já descrito, na tabela de Mendeleev, as propriedades comuns estão agrupados em fileiras horizontais.

c) A está na fileira horizontal do Boro, portanto se comportará como o Boro ao se ligar com B (que está na fileira correspondente à família 7A do Iodo). A molécula deverá se comportar como o BF_3 , e terá forma trigonal plana.

Com isso, temos que a molécula é apolar.

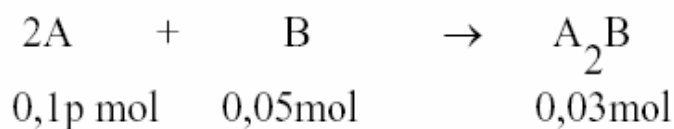
Questão 5

OBS: Essa questão pode ser interpretada de duas maneiras diferentes, chegando a dois resultados diferentes (considerando ou não a pureza de B).

1ª Interpretação da Questão 5:

Consideremos a pureza da solução A igual a p.

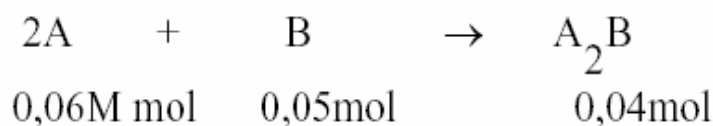
1º caso: Concentração de A igual a 1,0 M.



Observe que o reagente A é o limitante, pois se fosse o B, a quantidade de A_2B formada seriam 0,05 mols, pois a relação estequiométrica é de 1:1.

Logo, da relação estequiométrica, podemos escrever que $0,1p=2.0,03$, assim obtemos: $p=0,6$.

2º caso: Concentração de A igual a M (desconhecida).



Novamente o reagente limitante é o A. Logo, da relação estequiométrica temos

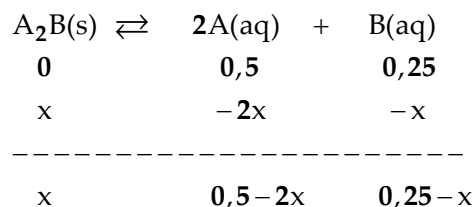
$$0,06M=2.0,04, \text{ portanto obteremos } M=\frac{4}{3}\text{mol/L.}$$

2ª Interpretação da Questão 5: Fazendo a análise através do Kps

1º Caso: [A]=1,0 M e [B] = 0,3 M

$V_A = 0,10 \text{ L}$ e $V_B = 0,10 \text{ L}$

Forma-se 3g de A_2B

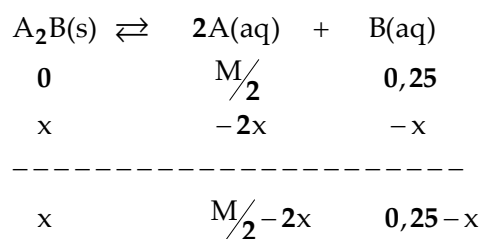


$$K_{ps} = [A].[B]^2 = (0,25 - 0,15).(0,5 - 0,3)^2 = 0,004$$

2º Caso: [A] = M [B] = 0,5 M

$V_A = 0,10 \text{ L}$ e $V_B = 0,10 \text{ L}$

Forma-se 5g de A_2B



$$K_{px} = [A].[B]^2 = (M/2 - 0,4)^2.(0,05) = 0,004$$

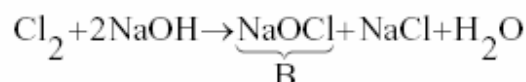
Segue que

$$\frac{M}{2} - 0,4 = \sqrt{0,08} = 0,2\sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad M = \frac{2\sqrt{2}}{5} + \frac{4}{5} \text{ mol/L}$$

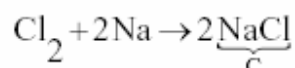
Questão 6

Devido às características que a questão fala a respeito de A, concluímos que se trata do Cl_2 .

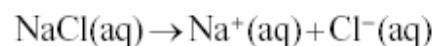
Cloro reagindo com hidróxido de sódio:



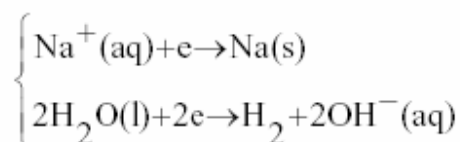
Cloro reagindo com sódio fundido:



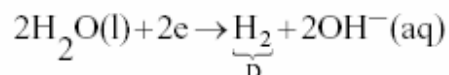
Façamos a eletrolise aquosa de NaCl :



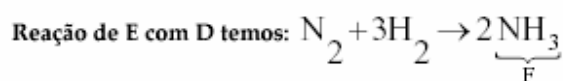
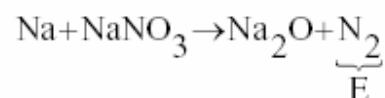
Reações possíveis no Catodo:



Da teoria eletroquímica, sabemos que a reação que ocorre no Catodo é :



Sódio reagindo com nitrato de sódio:



As fórmulas e equações químicas acima respondem a e b.

c) reação de F com ácido nítrico, temos:



Questão 7

Temos a velocidade da reação como sendo $v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$.

Temos então de acordo com os dados fornecidos :

$$100 = k \cdot 10^\alpha \cdot 10^\beta = k \cdot 10^{\alpha+\beta} \text{ (I)}$$

$$10^\beta \cdot 10^\alpha = k \cdot (10^\alpha)^\alpha \cdot 10^\alpha \text{ (II)}$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = 10 \text{ (III)}$$

De (II) obtemos : $\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^\beta = k \cdot 10^\alpha \rightarrow (10)^\beta = k \cdot 10^\alpha \rightarrow k = 10^{\beta-\alpha} \text{ (IV)}$

Substituindo este K na equação (I): $100 = 10^{\beta-\alpha} \cdot 10^{\alpha+\beta} = 10^{2\beta}$

Portanto temos que $\beta = 1$ e $\alpha = 10$.

a) Entrando com os valores $\beta = 1$ e $\alpha = 10$ na equação (I), encontraremos

$$k = 10^{-9} (\text{Molar})^{-10} \text{H}^{-1}.$$

b) A ordem parcial relativa ao reagente A é 10 e a ordem relativa ao reagente B é 1. Logo a ordem global será 11.

Questão 8

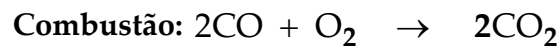
Da equação de clapeyron, $PV = nRT$, como as transformações são isobáricas e isotérmicas, temos que: $\frac{V}{n} = c^{te}$

No início: $\frac{5}{n_{CO} + n_{gas}} = \frac{P}{TR}$

Quando adicionamos O_2 $\frac{8}{n_{CO} + n_{gas} + n_{O_2}} = \frac{P}{TR}$

Igualando:

$$\frac{8}{n_{CO} + n_{gas} + n_{O_2}} = \frac{5}{n_{CO} + n_{gas}} \Rightarrow \boxed{3.n_{CO} + 3n_{gas} - 5n_{O_2} = 0} \quad (\text{EqI})$$



Não sabemos qual dos compostos está em excesso. Suporemos primeiro que CO esteja em excesso:

reagiram na proporção 2 : 1 : 2 . Logo o numero de mols total será:

$$\left(n_{CO} - \underbrace{\frac{n_{O_2}}{2}}_{\text{de CO}} \right) + n_{gas} + \underbrace{\frac{n_{O_2}}{2}}_{\text{de CO}_2} = n_{CO} + n_{gas}$$

$$\frac{8}{n_{CO} + n_{gas} + n_{O_2}} = \frac{7}{n_{CO} + n_{gas}} \Rightarrow (\text{absurdo!}) \quad (\text{da EqI})$$

Com isso, temos que O_2 está em excesso. Assim, há reação na proporção 1:0,5:1 .

$$\left(n_{O_2} - \underbrace{\frac{n_{CO}}{2}}_{\text{de CO}} \right) + n_{gas} + n_{CO} = n_{O_2} + n_{gas} + \frac{n_{CO}}{2}$$

$$\frac{8}{n_{\text{CO}} + n_{\text{gas}} + n_{\text{O}_2}} = \frac{7}{n_{\text{O}_2} + n_{\text{gas}} + \frac{n_{\text{CO}}}{2}} \Rightarrow n_{\text{O}_2} - 3n_{\text{CO}} + n_{\text{gas}} \quad (\text{Eq II})$$

Das equações (I) e (II):

$$n_{\text{O}_2} = n_{\text{gas}} \Rightarrow n_{\text{gas}} = \frac{3n_{\text{CO}}}{2}$$

Segue que:

$$n_{\text{total}} = \underbrace{n_{\text{gas}}}_{1,5t} + \underbrace{n_{\text{O}_2}}_t = 2,5t$$

\Rightarrow

$$\begin{cases} \%_{\text{gas}} = 60\% \\ \%_{\text{CO}} = 40\% \end{cases}$$

Questão 9

a) Temos 19 carbonos assimétricos e 7 duplas ligações, e a molécula não possui simetria interna, portanto teremos 2^{19} .

b) As funções presentes são:

Álcool

Ácido carboxílico

Éter

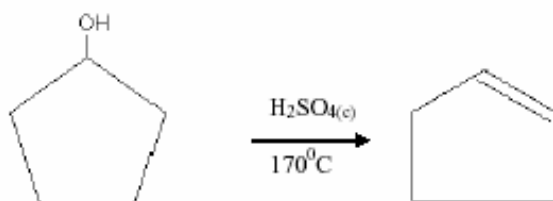
Éster de cadeia fechada (lactona)

Amina primária

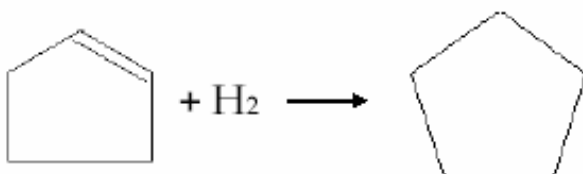
c) Contando os átomos, a fórmula molecular é $C_{47}H_{73}O_{17}N$.

Questão 10

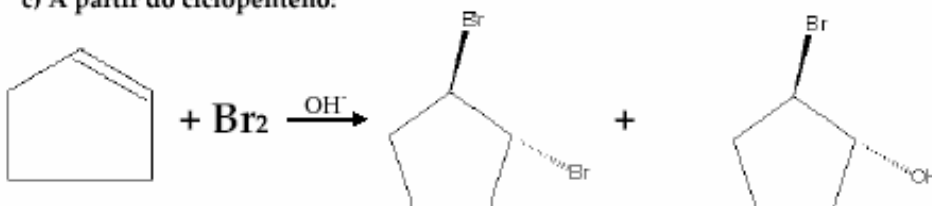
a)



b) A partir do ciclopenteno da letra a, fazemos:



c) A partir do ciclopenteno:



Obs: separação dessa mistura por destilação fracionada.

Comentários

Diferentemente dos últimos dois anos de prova, a prova do IME se assemelhou às suas tradições, na parte de Química. O nível da prova não estava muito além do esperado, porém não estava muito facilitado. Acreditamos que os melhores candidatos conseguirão se destacar dos demais nessa prova, e por isso consideramos a prova como boa. Destaque para a questão 3, que é muito interessante .

Participaram do Gabarito

Rodolfo Ramos, Caio Guimarães, Ícaro, Pedro Meira, Rodolpho Castro
Auxiliaram na digitalização do material: Alessandra Porto, Renato Lira.