

IME - 2005

3º DIA

QUÍMICA

Química – Questão 01

Considerando os elementos químicos Be, B, F, Ca e Cs, **CLASSIFIQUE-OS** em ordem crescente de acordo com as propriedades periódicas indicadas:

- a) raio atômico
- b) primeira energia de ionização.

RESOLUÇÃO:

- a) $F < B < Be < Ca < Cs$
- b) $Cs < Ca < B < Be < F$

* apesar da questão não pedir justificativas, podemos comentar que:

- A ordem crescente de raio atômico, correspondente para os três primeiros elementos F, B e Be, cujos átomos possuem dois níveis de energia, é explicada pela diminuição da carga nuclear. Os átomos de cálcio e de célio são maiores pelo fato de possuírem 4 e 6 níveis, respectivamente.
- A ordem crescente de valores de primeira energia de ionização corresponde, de forma genérica, ao decréscimo de raio atômico. Uma inversão é verificada entre boro e berílio. Apesar de os átomos de boro serem menores que os átomos de berílio, a retirada do elétron mais externo e desemparelhado dos mesmos é mais favorável energeticamente se comparada a ionização dos átomos de berílio que possuem o elétron mais externo emparelhado.

Química – Questão 02

DETERMINE o abaixamento relativo da pressão de vapor do solvente quando 3,04 g de cânfora ($C_{10}H_{16}O$) são dissolvidos em 117,2 mL de etanol a 25°C.

RESOLUÇÃO:

1. Cálculo de M ($C_{10}H_{16}O$)

$$C = 10 \cdot 12 = 120$$

$$H = 16 \cdot 1 = 16$$

$$O = 1 \cdot 16 = 16 / 152 \text{ g/mol}$$

2. Cálculo M (C_2H_6O)

$$C = 2 \cdot 12 = 24$$

$$H = 6 \cdot 1 = 6$$

$$O = 1 \cdot 16 = 16 / 46 \text{ g/mol}$$

3. Cálculo da massa do solvente

$$d = \frac{m}{v}$$

$$m = d \cdot V$$

$$m = 0,785 \text{ g/cm}^3 \cdot 117,2 \text{ cm}^3$$

$$\boxed{m = 929 \text{ g}} \quad \text{ou} \quad \boxed{m = 0,092 \text{ kg}}$$

4. Cálculo do abaixamento relativo da pressão de vapor do solvente pela Lei de Raoult, temos:

$$\frac{\Delta P}{P_0} = K_T \cdot W$$

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{M_2}{1000} \cdot \frac{m_1}{M_1 m_2 (\text{Kg})}$$

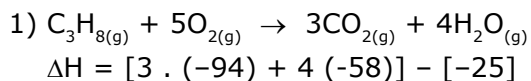
$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{46}{1000} \cdot \frac{3}{152 \cdot 0,092}$$

$$\boxed{\frac{\Delta P}{P_0} = 0,01}$$

Química – Questão 03

O consumo de água quente de uma casa é de $0,489 \text{ m}^3$ por dia. A água está disponível a $10,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e deve ser aquecida até $60,0 \text{ }^\circ\text{C}$ pela queima de gás propano. Admitindo que não haja perda de calor para o ambiente e que a combustão seja completa, **CALCULE** o volume (em m^3) necessário desse gás, medido a $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $1,00 \text{ atm}$, para atender à demanda diária.

RESOLUÇÃO:



$$\Delta H = -489 \text{ kcal/mol}$$

$$2) Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 489 \text{ kg} \cdot 1 \cdot \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 24\,450 \text{ kcal}$$

$$3) \begin{array}{r} 1 \text{ mol de propano} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 489 \text{ kcal} \\ x \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 24\,450 \text{ kcal} \end{array}$$

$$x = 50 \text{ mol}$$

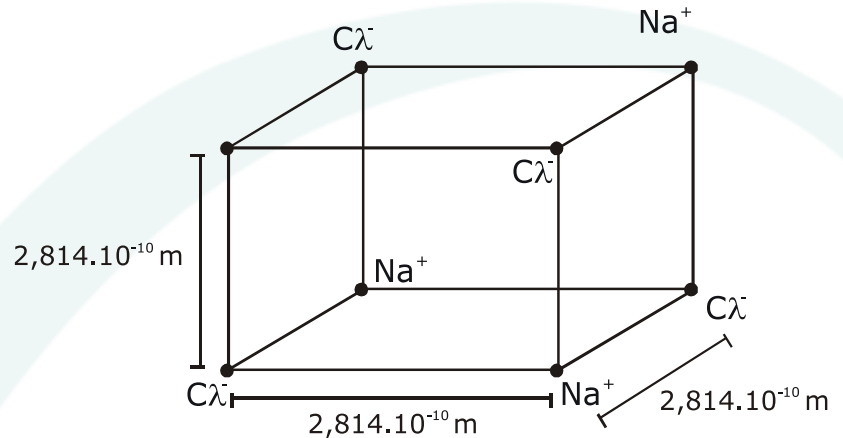
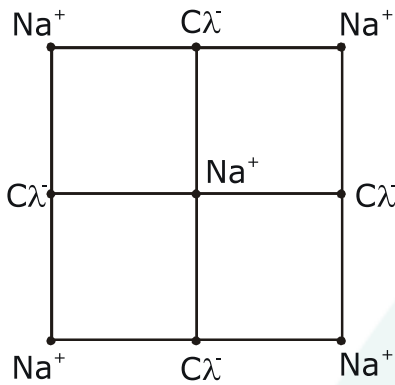
$$4) PV = nRT$$

$$V = \frac{50 \cdot 82 \cdot 10^{-6} \cdot 298}{1} = 1,22 \text{ m}^3 \text{ de propano}$$

Química – Questão 04

O sal de mesa ou cloreto de sódio é formado por íons provenientes de átomos cloro e de sódio e tem massa específica $2,165 \text{ g/cm}^3$. Esse sal cristaliza em empacotamento cúbico de face centrada. O espectro de difração de raios X mostra que a distância entre os íons cloreto e sódio, nas três direções do cristal, é $2,814 \text{ \AA}$. Considerando essas informações, **CALCULE** o número de Avogadro.

RESOLUÇÃO:



Cada íon sódio participa de oito cubos, portanto sua contribuição para o cubo acima é

$$4 \text{ íons } \text{Na}^+ \times \frac{1}{8} = 0,5 \text{ íon } \text{Na}^+$$

o volume do cubo é igual a:

$$V = a^3 = (2,814 \cdot 10^{-10})^3$$

$$V = 22,283 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$$

cálculo $M(\text{NaCl})$

$$\text{Na} = 1 \cdot 23 = 23$$

$$\text{Cl} = 1 \cdot 35,5 = 35,5 / 58,5 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ————— } N_A \text{ partículas ————— } 58,5 \text{ g}$$

em que N_A = número de Avogadro

como:

$$d = \frac{M}{V} \therefore V = \frac{M}{d}$$

$$V = \frac{58,5}{2,165} = 27,02 \text{ cm}^3$$

$$V = 27,02 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

como:

$$22,283 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3 \text{ ————— } 0,5 \text{ íon } \text{Na}^+$$

$$27,02 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ ————— } N_A \text{ íons } \text{Na}^+$$

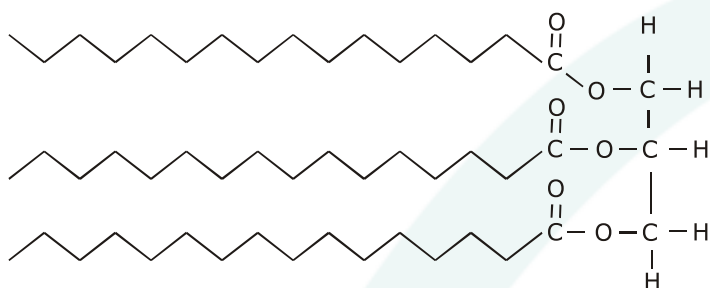
$$N_A = \frac{27,02 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5}{22,283 \cdot 10^{-30}}$$

$$N_A = 6,06 \cdot 10^{23}$$

Química – Questão 05

Ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de cadeia longa. Quando um ácido graxo reage com o glicerol (1,2,3-propanotriol), o éster formado é um glicerídeo, que pode ser óleo ou gordura. A reação de saponificação de um glicerídeo regenera o glicerol e produz um sal orgânico, conhecido como sabão. Sabendo que o índice de saponificação (IS) é a quantidade em miligramas de KOH que reage completamente com 1,00 g de óleo ou gordura, **DETERMINE** o IS do tripalmitato de glicerila (tri-hexadecanoato de glicerila).

RESOLUÇÃO:



A fórmula molecular do éster é $C_{51}H_{98}O_6$.

- 1 mol de tripalmitato de glicerila reage com 3 mol de KOH.
- Massa Molar do tripalmitato de glicerila: 806 g/mol

$$806 \text{ g} \text{ — } 168 \text{ g de KOH}$$

$$1 \text{ g} \text{ — } X$$

$$x = 0,208 \text{ g de KH}$$

$$\therefore 208 \text{ mg de KOH /g de óleo}$$

$$\boxed{\text{IS} = 208 \text{ mg de KOH}}$$

Química – Questão 06

Certo metal, em um determinado estado de oxidação, é muito usado na forma de acetato, no qual 1/3 da massa é constituído pelo metal em questão. O cloreto desse metal, no mesmo estado de oxidação, é também muito usado e apresenta peso-fórmula 130. Baseado nestas informações, **DETERMINE**

- o equivalente-grama desse metal e seu número de oxidação nos compostos mencionados;
- o equivalente-grama do óxido desse metal, nesse estado de oxidação;
- a massa de H_2SO_4 que reage com 183 g do nitrato do metal, neste estado de oxidação;
- a massa atômica desse metal;
- a equação estequiométrica da reação do óxido salino desse metal com HCl .

RESOLUÇÃO:

$$(\text{CH}_3\text{COO})_x^- \text{M}^{+x} \Rightarrow 59x + M = 3M \Rightarrow M = \frac{59x}{2} \quad \boxed{M = 29,5x}$$

$$\text{MCl}_x \Rightarrow 130 \text{ g/mol}$$

$$M + 35,5x = 130 \text{ g}$$

$$29,5x + 35,5x = 130$$

$$65x = 130$$

$$\boxed{x = 2}$$

$$M = 29,5 \times 2$$

$$\boxed{M = 59 \text{ g/mol}}$$

a) Equivalente - grama = E

$$E = \frac{59}{2}$$

$$E = 29,5 \text{ g}$$

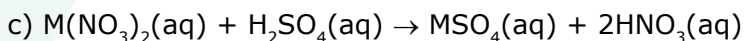
Número de oxidação do metal = 2+

b) MO

$$E = \frac{\text{massa molar}}{x}$$

$$E = \frac{75}{2}$$

$$E = 37,5 \text{ g}$$



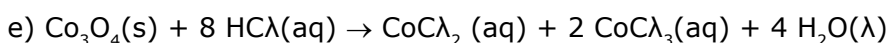
- massas molares

$$\text{M}(\text{NO}_3)_2 = 183 \text{ g/mol}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g/mol}$$

Como a proporção estequiométrica dos reagentes é 1:1, 183 g do nitrato do metal reagem com 98 g H_2SO_4 .

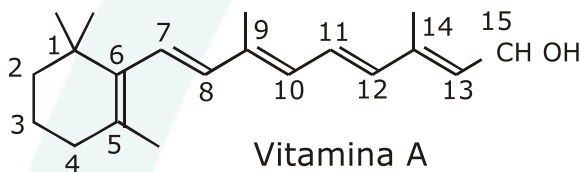
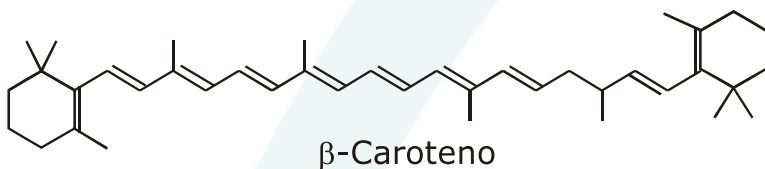
d) massa atômica do metal = 59 u.m.a



Química – Questão 07

O β -caroteno, um pigmento amarelo-alaranjado encontrado na cenoura e em outras plantas, é o precursor biológico do trans-retinol ou vitamina A. Após ser ingerida, cada molécula de β -caroteno é convertida enzimaticamente em duas de trans-retinol e, posteriormente, em moléculas de 11-cis-retinal. Este último composto, por sua vez, forma um complexo com a proteína opsina, presente em células da retina chamadas bastonetes. Quando esse complexo, conhecido como rodopsina, é exposto à luz visível, dissocia-se com a conversão do 11-cis-retinal em trans-retinal. Esta mudança de geometria desencadeia uma resposta dos bastonetes que é transmitida ao cérebro e percebida como um estímulo visual. De acordo com o exposto anteriormente e considerando as estruturas apresentadas a seguir, **DETERMINE**

- a fórmula molecular do β -caroteno;
- as fórmulas estruturais planas do 11-cis-retinal e do trans-retinal;
- a existência ou não de isomeria entre o trans-retinol e o trans-retinal, **JUSTIFICANDO** sua resposta;
- as funções orgânicas presentes na molécula do trans-retinol.

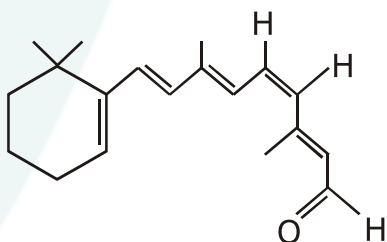


RESOLUÇÃO:

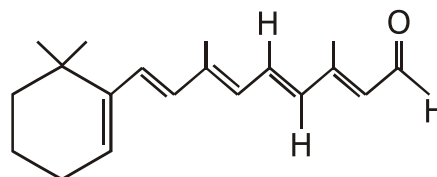
a) fórmula molecular do β -caroteno: $C_{40}H_{56}$

b)

11-cis-retinal



trans-retinal

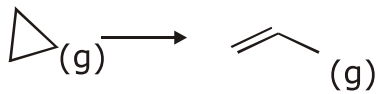


c) trans-retinol ($C_{20}H_{30}O$) e trans-retinal ($C_{20}H_{28}O$) não são isômeros, pois não possuem a mesma fórmula molecular.

d) álcool e alqueno.

Química – Questão 08

O propeno pode ser obtido através da reação de isomerização do ciclopropano, conforme apresentado na reação a seguir:



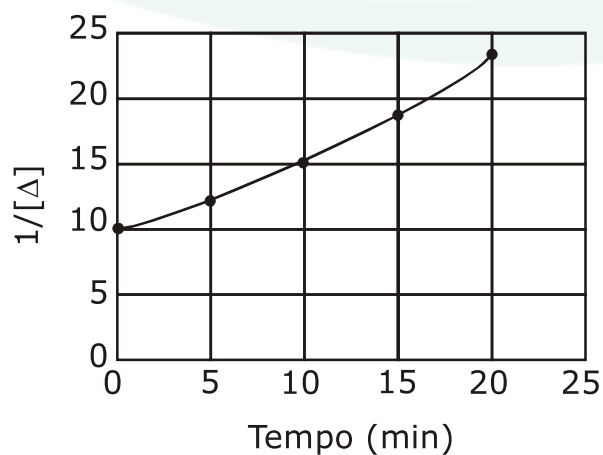
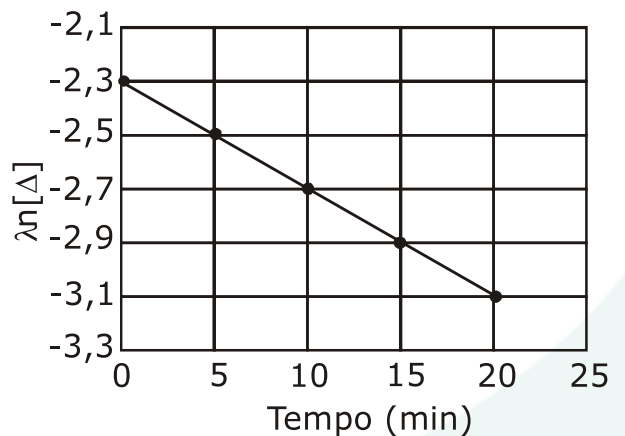
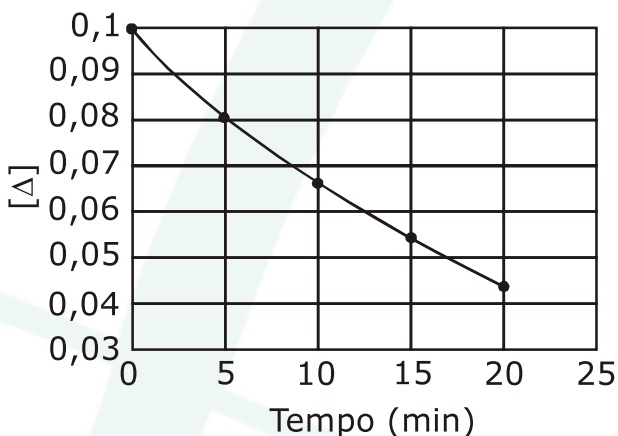
O estudo teórico da cinética, considerando diferentes ordens para esta reação, fornece as seguintes equações:

$[\Delta] = 0,100 - kt$, se a reação for de ordem zero;

$\lambda \ln \left(\frac{[\Delta]}{0,100} \right) = -kt$, se a reação for de primeira ordem; e

$\frac{1}{[\Delta]} - \frac{1}{0,100} = kt$, se a reação for de segunda ordem,

em que k é a constante de velocidade. Segundo este estudo, foram obtidos dados experimentais da concentração de ciclopropano $[\Delta]$ ao longo do tempo t , apresentados nos gráficos a seguir em três formas diferentes. Considerando as informações mencionadas, **DETERMINE** a expressão da velocidade de reação para a isomerização do ciclopropano.



RESOLUÇÃO:

Como a concentração de ciclopropano decai exponencialmente em função do tempo, pode-se afirmar que a velocidade da reação não é constante, ou seja, a reação não possui ordem zero. Como não há proporcionalidade direta entre o inverso do $[\Delta]$ e o tempo, a reação não apresenta ordem 2. Como $\ln [\Delta]$ é inversamente proporcional ao tempo, a reação é de primeira ordem.

Então, $V = K[\Delta]$

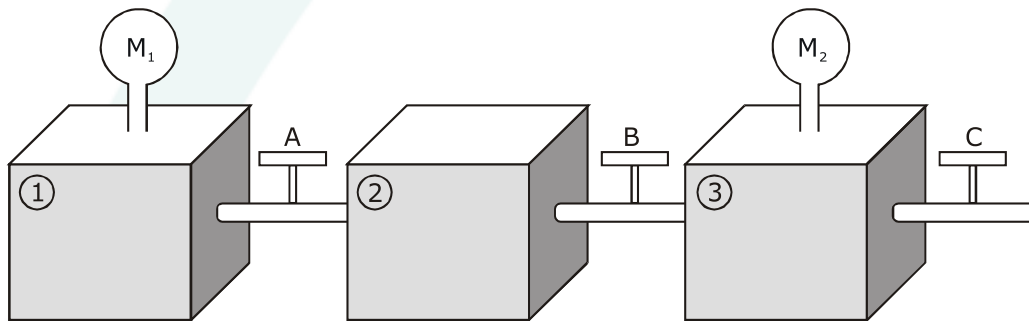
Química – Questão 09

No equipamento esquematizado na figura a seguir, as torneiras A, B e C estão inicialmente fechadas. O compartimento 1 de volume 2,00 L contém oxigênio sob pressão de 1,80 atm. O compartimento 2 contém nitrogênio. O compartimento 3 de volume 1,00 L contém nitrogênio e uma certa quantidade de sódio metálico.

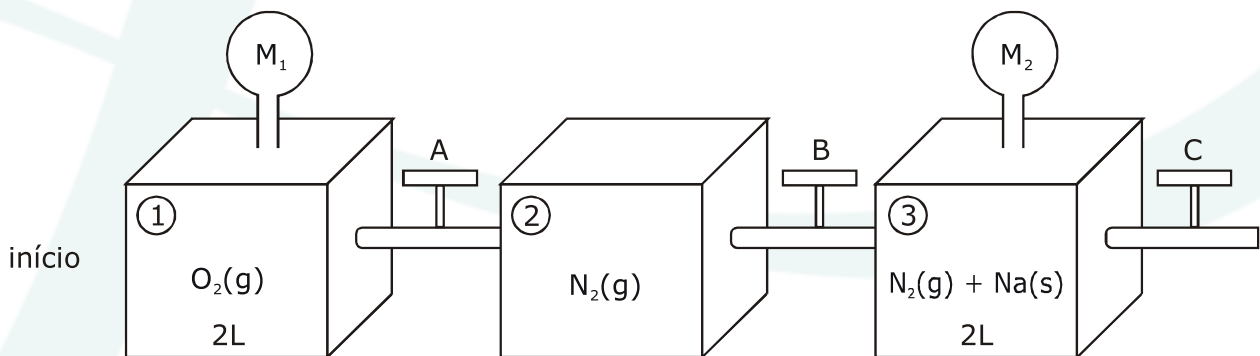
Executam-se, então, isotermicamente, as três operações descritas a seguir:

- 1ª) mantendo a torneira A fechada, abrem-se B e C e faz-se o vácuo nos recipientes 2 e 3, sem alterar a quantidade de sódio existente em 3;
- 2ª) fecham-se B e C e abre-se A, constatando que, após atingir o equilíbrio, o manômetro M_1 indica uma pressão de 1,20 atm;
- 3ª) fecha-se A e abre-se B, verificando que, atingido o equilíbrio, o manômetro M_2 indica uma pressão 0,300 atm.

Finalmente, fecha-se a torneira B e eleva-se a temperatura do recipiente 3 até 77,0°C, quando então, a pressão indicada por M_2 é de 0,400 atm. **CALCULE** a massa inicial de sódio, considerando que, antes da elevação da temperatura, todo o sódio se transformara em óxido de sódio, e que os volumes das tubulações e dos sólidos (sódio e seu óxido) são desprezíveis.



Colocando-se os dados na figura em questão, temos:



com a abertura da válvula A, fechando as torneiras B e C após a evacuação de $N_2(g)$, temos:

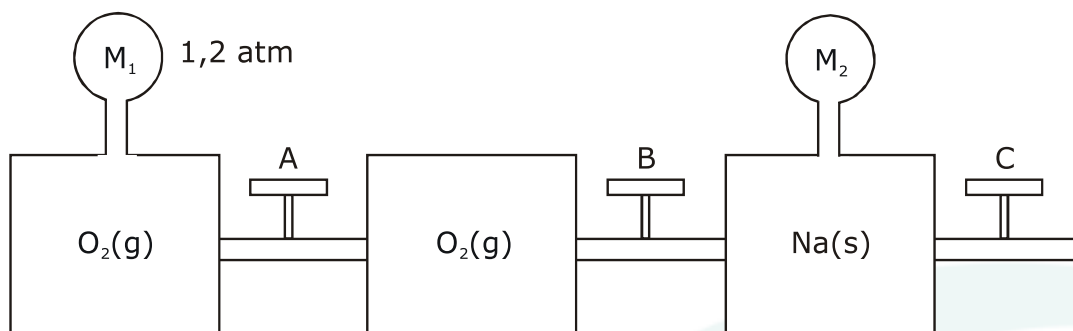
$$1,8 \text{ atm} \text{ ————— } 1$$

$$1,2 \text{ atm} \text{ ————— } \frac{1}{V_2}$$

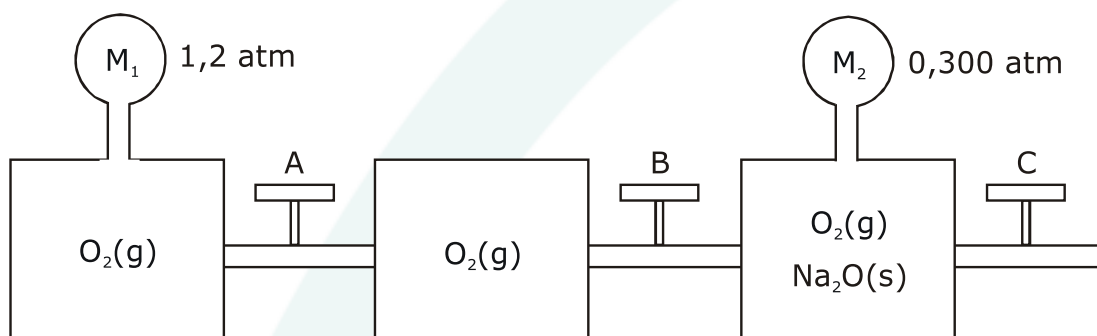
$$1,2 \cdot (2 + V_2) = 1,8 \cdot 2$$

$$\boxed{V_2 = 1 \text{ L}}$$

Após as operações 1 e 2



Após a operação 3



cálculo da temperatura antes do aquecimento

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f}$$

$$\frac{0,3 \cdot 1}{T_i} = \frac{0,4 \cdot 1}{350}$$

$$T_i = 262,5 \text{ K}$$

como as operações 1, 2 e 3 ocorreram isotermicamente, temos:

$$PV = nRT$$

$$1,2 \cdot 1 = n \cdot 0,082 \cdot 262,5$$

$$n = 0,056 \text{ mol O}_2$$

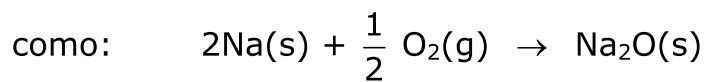
Cálculo do O2 após a reação com o sódio.

$$2 P.V = nRT$$

$$0,4 = n \cdot 0,082 \cdot 350$$

$$n = 0,028 \text{ mol O}_2$$

Portanto, a quantidade de O_2 que sofre reação é igual a:
 $0,056 - 0,028 = 0,028 \text{ mol } O_2$



$$2 \text{ mol Na(s)} \text{ ————— } 0,5 \text{ mol } O_2$$

$$2 \cdot 23 \text{ g} \text{ ————— } 0,028 \text{ mol } O_2$$

$$x \text{ ————— } 0,5 \text{ mol}$$

$$\boxed{x = 2,56 \text{ g Na(s)}}$$

Química – Questão 10

Suponha que se deseja estimar o volume de água de um pequeno lago. Para isso, dilui-se nesse lago V_S litros de uma solução de um sal, sendo que a atividade radioativa dessa solução é A_S bequerel (Bq). Após decorridos D dias, tempo necessário para uma diluição homogênea da solução radioativa em todo o lago, é recolhida uma amostra de volume V_A litros, com atividade A_A Bq acima da atividade original da água do lago. Considerando essas informações e sabendo que a meia-vida do sal radioativo é igual a $t_{1/2}$, **DETERMINE** uma expressão para o cálculo do volume do nas seguintes situações:

- a) $t_{1/2}$ e D são da mesma ordem de grandeza;
- b) $t_{1/2}$ é muito maior do que D .

RESOLUÇÃO:

Inicialmente o lago possui:

$$\text{Atividade} = A_L$$

$$\text{Volume} = V_L$$

Ao misturarmos o sal radioativo ao lago, temos:

$$\text{Atividade} = A_L + A_S$$

$$\text{Volume} = V_L + V_S$$

Ao retirarmos uma alíquota do lago, temos:

$$\text{Atividade} = A_L + A_A$$

$$\text{Volume} = V_A$$

A atividade radioativa de uma solução é proporcional à quantidade em mols n do sal radioativo em solução. Portanto:

$$\text{Atividade} = k \cdot n$$

$$\text{Atividade} = k \cdot C \quad \text{e portanto}$$

$$C = k \cdot \frac{1}{V}$$

$$\therefore \frac{\text{Atividade}}{V} = k$$

sendo assim,

$$\frac{A_{\text{mistura}}}{V_{\text{mistura}}} = \frac{A_{\text{alíquota}}}{V_{\text{alíquota}}}$$

$$\frac{A_L + A_S}{V_L + V_S} = \frac{A_L + A_A}{V_A}$$

$$V_L + V_S = \frac{(A_L + A_S) \cdot V_A}{V_A}$$

$$\boxed{V_L = \frac{(A_L + A_S) \cdot V_A}{A_L + A_A} - V_S}$$

② $A_L = 0$, temos:

$$V_L = \frac{A_S - V_A}{A_A}$$

caso $T_{1/2} \gg \gg D$.

Caso $T_{1/2}$ seja da mesma ordem de grandeza de D , a atividade A_S se reduz a metade, pois:

$$A_f = \frac{A_i}{2^{t/t^{1/2}}} = \frac{A_S}{2^{D/t^{1/2}}} = \frac{A_S}{2^1}$$

$$A_f = \frac{A_S}{2}$$

portanto,

$$V_L = \frac{A_S \cdot V_A}{2A_A}$$