

UNICAMP – 2005

2ª Fase

QUÍMICA

Química – Questão 01

"Como vai, vai bem? Veio a pé ou veio de trem?... Vocês querem bacalhau?...” Quem conheceu não se esquece de Abelardo Barbosa, vulgo Chacrinha, e da sua mais famosa frase: "Quem não se comunica 'se trumbica'”!

Embora a palavra 'comunicação' nos leve comumente a pensar na mídia, imprensa escrita, falada e televisionada, de fato, o fenômeno da comunicação é amplo na natureza. Ele se processa desde o íntimo da matéria até à sociedade humana. Os átomos se comunicam para formar moléculas. As moléculas se comunicam para formar organismos. Estes, por sua vez, se comunicam formando organismos superiores e estes se organizam em sociedades.

O assunto é vasto e não temos aqui nem espaço nem tempo para discorrer livremente. Assim, nesta prova faremos uma rápida viagem pelo universo da comunicação, onde a Química está profundamente inserida.

Dado: Constante universal dos gases $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Pode-se imaginar que o ser humano tenha pintado o próprio corpo com cores e formas, procurando imitar os animais multicoloridos e assim adquirir as suas qualidades: a rapidez da gazela; a força do tigre; a leveza das aves...

A pintura corporal é ainda muito usada entre os índios brasileiros. Os desenhos, as cores e as suas combinações estão relacionados com solenidades ou com atividades a serem realizadas. Para obter um corante vermelho, com o que pintam o corpo, os índios brasileiros trituram sementes de urucum, fervendo esse pó com água. A cor preta é obtida da fruta jenipapo ivá. O suco que dela é obtido é quase incolor, mas depois de esfregado no corpo, em contato com o ar, começa a escurecer até ficar preto.

- A) No caso do urucum, como se denomina o processo de obtenção do corante usando água?
- B) **CITE** dois motivos que justifiquem o uso de água quente em lugar de água fria no processo extrativo do corante vermelho.
- C) Algum dos processos de pintura corporal, citados no texto, envolve uma transformação química? **RESPONDA** sim ou não e **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

- A) Extração.
- B) A utilização da água fervendo aumenta a solubilidade dos componentes do corante vermelho e também a velocidade de dissolução.
- C) Sim. Substâncias presentes no suco de jenipapo ivá, quase incolor, ao entrar em contato com o ar atmosférico, sofrem oxidação e começa escurecer até ficar preto. Esse processo de mudança de cor corresponde a uma transformação química.

Química – Questão 02

Hoje em dia, com o rádio, o computador e o telefone celular, a comunicação entre pessoas à distância é algo quase “banalizado”. No entanto, nem sempre foi assim. Por exemplo, algumas tribos de índios norte-americanas utilizavam códigos com fumaça produzida pela queima de madeira para se comunicarem à distância. A fumaça é visível devido à dispersão da luz que sobre ela incide.

A) Considerando que a fumaça seja constituída pelo conjunto de substâncias emitidas no processo de queima da madeira, quantos “estados da matéria” ali comparecem? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

B) Pesar a fumaça é difícil, porém, “para se determinar a massa de fumaça formada na queima de uma certa quantidade de madeira, basta subtrair a massa de cinzas da massa inicial de madeira”. Você concorda com a afirmação que está entre aspas? **RESPONDA** sim ou não e **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

A) Dois estados da matéria. O processo de produção da fumaça corresponde a um processo de combustão que pode originar substâncias no estado gasoso, CO , CO_2 e H_2O , por exemplo, e também substâncias sólidas, tais como, fuligem, que são fragmentos sólidos de carbono, cinzas, etc.

B) Não. Para se determinar a massa de fumaça formada na queima de uma certa quantidade de madeira devemos subtrair a massa das cinzas da massa inicial da madeira adicionada à massa de oxigênio do ar consumido, pois, segundo a Lei de Lavoisier, a soma das massas dos produtos é igual a soma das massas dos reagentes.

Química – Questão 03

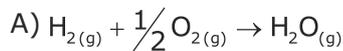
Os sistemas de comunicação e transporte criados pelo homem foram evoluindo ao longo do tempo. Assim, em fins do século XVIII, apareceram os balões, cujo desenvolvimento ocorreu durante todo o século XIX, chegando ao século XX com os dirigíveis cheios de hidrogênio e, mais recentemente, de hélio. Nesse processo, o brasileiro Santos Dumont contribuiu de modo significativo.

Os "Zeppelins", dirigíveis cheios de hidrogênio, estão, ainda, entre as maiores naves aéreas já construídas pelo homem. O mais famoso deles, o Hindenburg, começou a sua história em 1936, terminando em maio de 1937, num dos maiores acidentes aéreos já vistos e filmados. O seu tamanho era incrível, tendo cerca de 250 metros de comprimento, com um volume de 200×10^6 litros, correspondendo a $8,1 \times 10^6$ mols de gás.

A) No dia 6 de maio de 1937, ao chegar a Nova Iorque, o Hindenburg queimou em chamas. **ESCREVA** equação química que representa a reação principal da queima nesse evento.

B) Se o hidrogênio necessário para encher totalmente o Hindenburg fosse obtido a partir da reação de ferro com ácido (dando Fe^{2+}), quantos quilogramas de ferro seriam necessários?

RESOLUÇÃO:



B) Reação envolvida no processo



$$M(\text{Fe}) = 55,845 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol Fe}_{(s)} \text{ ————— } 1 \text{ mol H}_{2(g)}$$

$$x \text{ ————— } 8,1 \times 10^6 \text{ mol Fe}_{(s)}$$

$$\boxed{x = 8,1 \times 10^6 \text{ mol Fe}(s)}$$

$$1 \text{ mol Fe}(s) \text{ ————— } 55,845 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

$$8,1 \times 10^6 \text{ mol Fe}(s) \text{ ————— } y$$

$$\boxed{y = 452344 \text{ Kg}}$$

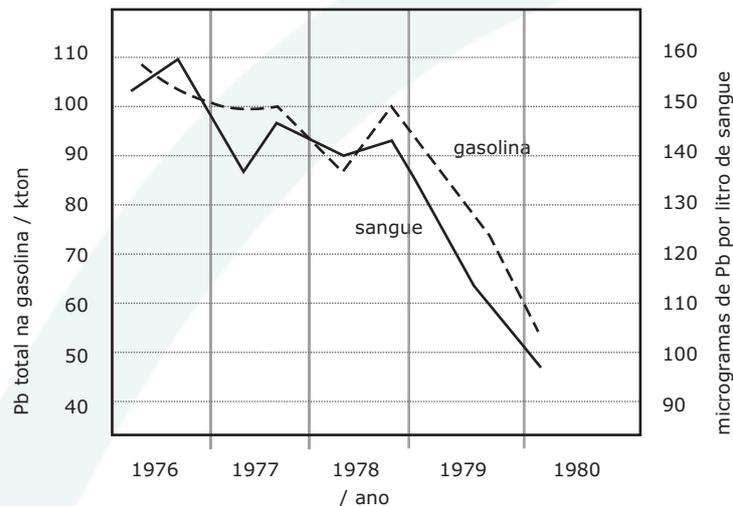
$$y = 4,5 \times 10^5 \text{ Kg} = 450 \text{ toneladas.}$$

Química – Questão 04

Apesar dos problemas que traz, o automóvel é um grande facilitador de comunicação. Já em meados do século XX, a participação do automóvel na sociedade humana estava muito bem estabelecida. Até recentemente, para aumentar a octanagem da gasolina (e por interesses de grupos econômicos), nela era adicionado um composto de chumbo.

Quando a sociedade percebeu os males que o chumbo liberado na atmosfera trazia, ocorreram pressões sociais que levaram, pouco a pouco, ao abandono desse aditivo.

O gráfico a seguir mostra uma comparação entre a concentração média de chumbo, por indivíduo, encontrada no sangue de uma população, em determinado lugar, e a quantidade total de chumbo adicionado na gasolina, entre os anos de 1976 e 1980.



A) Sabendo-se que o composto de chumbo usado era o tetraetilchumbo, e que esse entrava na corrente sanguínea sem se alterar, qual era a concentração média (em mol L⁻¹) desse composto no sangue de um indivíduo, em meados de 1979?

B) "O fato de a curva referente à gasolina quase se sobrepor à do sangue significa que todo o chumbo emitido pela queima da gasolina foi absorvido pelos seres humanos". Você concorda com esta afirmação?

RESPONDA sim ou não e **JUSTIFIQUE** sua resposta com base apenas no gráfico.

RESOLUÇÃO:

A) No início de 1979, a quantidade de chumbo era igual a 138×10^{-6} g/L de sangue e no final do mesmo ano era igual a 100×10^{-6} g/L de sangue. Portanto, a quantidade média era igual a

$$m_{\text{média}} = \frac{138 \times 10^{-6} + 100}{2} = 119 \times 10^{-6} \text{ g Pb / L de sangue}$$

como $M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g/mol}$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Pb} \text{ ————— } 207,2 \text{ g} \\ x \text{ ————— } 119 \times 10^{-6} \text{ g} \end{array}$$

$$\boxed{x = 5,7 \times 10^{-7} \text{ mol Pb}}$$

e 1 mol Pb equivale a 1 mol de $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4$

$$\boxed{C (\text{mol/L}) = 5,7 \times 10^{-7} \text{ mol/L}}$$

B) Não. Não é possível extrair do gráfico uma conclusão quanto a absorção total do chumbo emitido pela queima de gasolina, apenas podemos verificar que, quanto maior a quantidade de tetraetilchumbo na gasolina, maior era a concentração de chumbo no sangue dos seres humanos.

Química – Questão 05

Desde os primórdios, o ser humano desejou voar. Aquela facilidade com que as aves singravam pelos ares despertava-lhe a ânsia de se elevar como elas pelos céus. Muito recentemente esse desejo foi realizado e até superado. Não só o ser humano voa, de certo modo imitando os pássaros, como vai além da atmosfera do planeta, coisa que os pássaros não fazem.

Algumas naves espaciais são equipadas com três tanques cilíndricos. Dois referentes ao hidrogênio e um ao oxigênio, líquidos. A energia necessária para elevar uma nave é obtida pela reação entre esses dois elementos.

Nas condições do voo, considere as seguintes densidades dos dois líquidos: hidrogênio $0,071 \text{ g cm}^{-3}$ e oxigênio $1,14 \text{ g cm}^{-3}$.

A) Se o volume total de hidrogênio nos dois tanques é de $1,46 \times 10^6$ litros, qual deve ser a capacidade mínima, em litros, do tanque de oxigênio para que se mantenha a relação estequiométrica na reação entre ambos?

B) Nas condições restritas das questões 3 e 5, em que situação há liberação de maior quantidade de energia : no desastre do Hindenburg ou no voo da nave espacial? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

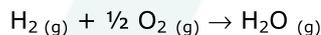
RESOLUÇÃO:

A) Como: $d = \frac{m}{V} \therefore m = d \cdot V$

$$m(\text{H}_2) = 0,071 \text{ g.cm}^3 \times 1,46 \times 10^9 \text{ cm}^3$$

$$\boxed{m(\text{H}_2) = 1,04 \times 10^8 \text{ g}}$$

como:



$$1 \text{ mol H}_2(\text{g}) \text{ ————— } \frac{1}{2} \text{ mol O}_2(\text{g})$$

$$2 \text{ g H}_2(\text{g}) \text{ ————— } 16 \text{ g O}_2(\text{g})$$

$$1,04 \times 10^8 \text{ g H}_2(\text{g}) \text{ ————— } x$$

$$\boxed{x = 8,32 \times 10^8 \text{ g O}_2(\text{g})}$$

como: $d = \frac{m}{V} \therefore V = \frac{m}{d}$

$$V(\text{O}_2) = \frac{8,32 \times 10^8 \text{ g}}{1,14 \times 10^3 \text{ g/L}}$$

$$\boxed{V(\text{O}_2) = 7,3 \times 10^5 \text{ L}}$$

B) $1 \text{ mol H}_2(\text{g}) \text{ ————— } 2 \text{ g}$

$$x \text{ ————— } 1,04 \times 10^8 \text{ g}$$

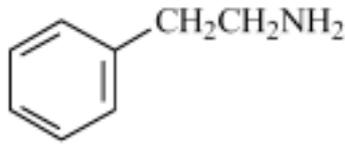
$$x = 0,52 \times 10^8 \text{ mol}$$

$$\boxed{x = 5,2 \times 10^7 \text{ mol}}$$

No voo da nave espacial, pois a quantidade de energia liberada na combustão do $\text{H}_{2(\text{g})}$ é proporcional a quantidade em mols desse reagente. No voo da nave espacial são consumidos $5,2 \times 10^7$ mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$ e no desastre do Hindenburg são consumidos $8,1 \times 10^6$ mol de $\text{H}_{2(\text{g})}$.

Química – Questão 06

A comunicação que ocorre entre neurônios merece ser destacada. É através dela que se manifestam as nossas sensações. Entre as inúmeras substâncias que participam desse processo, está a 2-feniletilamina a qual se atribui o “ficar enamorado”. Algumas pessoas acreditam que sua ingestão poderia estimular o “processo do amor” mas, de fato, isto não se verifica. A estrutura da molécula dessa substância está a seguir representada.

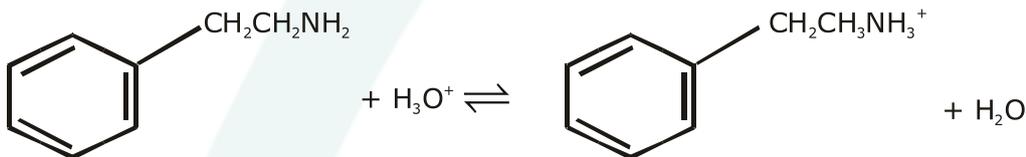


A) Considerando que alguém ingeriu certa quantidade de 2-feniletilamina, com a intenção de cair de amores, escreva a equação que representa o equilíbrio ácido-base dessa substância no estômago. Use fórmulas estruturais.

B) Em que meio (aquoso) a 2-feniletilamina é mais solúvel: básico, neutro ou ácido? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

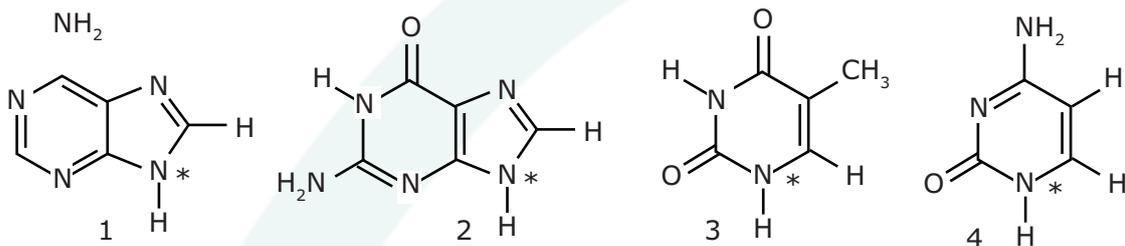
A)



B) Ácido. Em meio ácido, o equilíbrio acima encontra-se deslocado no sentido de formação dos produtos, devido à alta concentração de íons H_3O^+ presente no meio.

Química – Questão 07

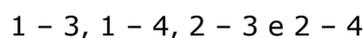
A comunicação implica transmissão de informação. É o que acontece no processo de hereditariedade através do DNA, em que são passadas informações de geração em geração. A descoberta da estrutura do DNA, na metade do século XX, representou um grande avanço para a humanidade. Wilkins, Watson e Crick ganharam o Prêmio Nobel em 1962 por essa descoberta. Para que seja mantida a estrutura da dupla hélice do DNA, segundo as regras de Chargaff, **existem ligações químicas entre pares das bases a seguir mostradas**, observando-se, também, que os pares são sempre os mesmos. A representação simplificada da estrutura do DNA, vista ao lado, pode ser comparada a uma "escada espiralada" (α -hélice), **em que o tamanho dos degraus é sempre o mesmo e a largura da escada é perfeitamente constante. As bases estão ligadas ao corrimão da escada pelo nitrogênio assinalado com asterisco nas fórmulas a seguir.**



- A) Considerando apenas as informações dadas em negrito, quais seriam as possíveis combinações entre as bases 1, 2, 3 e 4? **JUSTIFIQUE** sua resposta.
 B) Na verdade, somente duas combinações do item **A** ocorrem na natureza. **JUSTIFIQUE** esse fato em termos de interações intermoleculares.

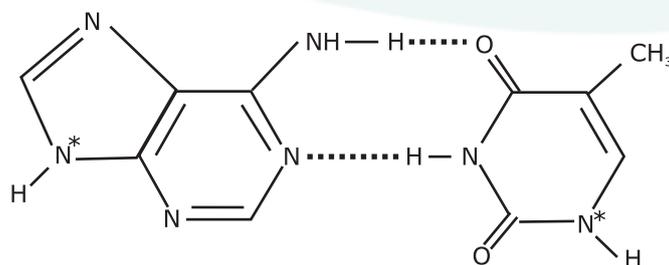
RESOLUÇÃO:

A) Para que o tamanho dos degraus seja sempre o mesmo e a largura da escada perfeitamente constante aqueles devem ser construídos a partir do mesmo número de ciclos, ou seja, três, portanto essas combinações são:

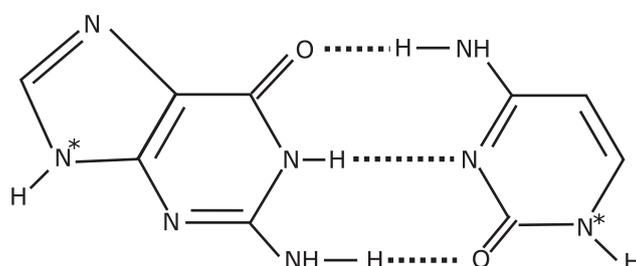


B) As combinações naturais são aquelas que favorecem o estabelecimento de maior número de ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas, portanto, as combinações 1 - 3 e 2 - 4.

combinação 1 - 3



combinação 2 - 4



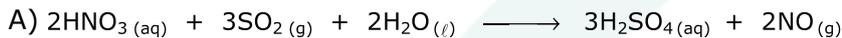
Química – Questão 08

O óxido nítrico (NO) é um gás que, produzido por uma célula, regula o funcionamento de outras células, configurando-se como um princípio sinalizador em sistemas biológicos. Essa descoberta não só conferiu o Prêmio Nobel de Medicina em 1998 para Ignaro, Furchgott e Murad, como também abriu as portas para muitos progressos científicos nesta área, inclusive no desenvolvimento do Viagra®. Como fármaco, a produção do NO começa com a reação entre SO_2 , ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como produto final, o NO é comercializado em cilindros de 16 litros, diluído em N_2 . A concentração máxima é de 0,08% em massa. Este cilindro chega a fornecer cerca de 2 400 litros de gás a 25 °C e 1 atmosfera.

A) **ESCREVA** a equação química da reação de produção do NO.

B) Qual é a massa aproximada de NO contida no cilindro a que se refere o texto da questão?

RESOLUÇÃO:



B) Como:

$$P.V = n.R.T$$

$$1 \cdot 2\,400 = n \cdot 0,082 \cdot 298$$

$$n = 98,22 \text{ mol}$$

$$n_{\text{TOTAL}} = n_{\text{NO}} + n_{\text{N}_2}$$

$$M(\text{NO}) = 14 + 16 = 30 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{TOTAL}} = \frac{m_{(\text{NO})}}{M_{(\text{NO})}} + \frac{m_{(\text{N}_2)}}{M_{(\text{N}_2)}}$$

$$\frac{m_{(\text{NO})}}{30} + \frac{m_{(\text{N}_2)}}{28} = 98,22$$

$$28 m_{(\text{NO})} + \overset{\approx 28}{30} m_{(\text{N}_2)} = 98,22 \cdot 28 \cdot 30$$

$$m(\text{NO}) + m(\text{N}_2) = \frac{82501,22}{28}$$

$$m(\text{NO}) + m(\text{N}_2) \approx 2\,946 \text{ g}$$

$$2\,946 \text{ g} \quad \text{_____} \quad 100\%$$

$$x \quad \text{_____} \quad 0,08\%$$

$$x \approx 2,35 \text{ g NO}$$

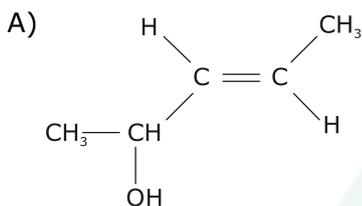
Química – Questão 09

As plantas necessitam se comunicar com insetos e mesmo com animais superiores na polinização, frutificação e maturação. Para isso, sintetizam substâncias voláteis que os atraem. Um exemplo desse tipo de substâncias é o 3-penten-2-ol, encontrado em algumas variedades de manga, morango, pêssago, maçã, alho, feno e até mesmo em alguns tipos de queijo como, por exemplo, o parmesão. Alguns dos seus isômeros atuam também como feromônios de agregação de certos insetos.

A) Sabendo que o 3-penten-2-ol apresenta isomeria cis-trans, **DESENHE** a fórmula estrutural da forma trans.

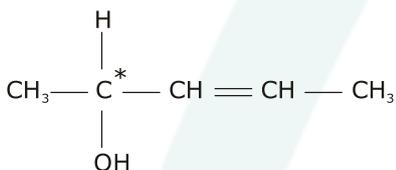
B) O 3-penten-2-ol apresenta também outro tipo de isomeria. **DIGA** qual é, e **JUSTIFIQUE** a sua resposta utilizando a fórmula estrutural.

RESOLUÇÃO:

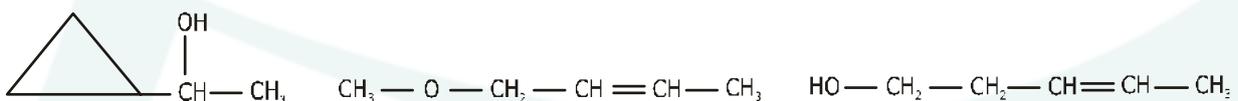


B) o composto 3-penten-2-ol apresenta outros tipos de isomeria, como podemos verificar a seguir:

1. isomeria óptica, devido à presença de um centro estereoquímico (carbono assimétrico).

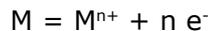


2. isomerias planas de cadeia, de função e de posição que podemos exemplificar com os respectivos isômeros:



Química – Questão 10

Câmeras fotográficas, celulares e computadores, todos veículos de comunicação, têm algo em comum: pilhas (baterias). Uma boa pilha deve ser econômica, estável, segura e leve. A pilha perfeita ainda não existe. Simplificadamente, pode-se considerar que uma pilha seja constituída por dois eletrodos, sendo um deles o anodo, formado por um metal facilmente oxidável, como ilustrado pela equação envolvendo o par íon / metal:



A capacidade eletroquímica de um eletrodo é definida como a quantidade teórica de carga elétrica produzida por grama de material consumido. A tabela a seguir mostra o potencial padrão de redução de cinco metais que poderiam ser utilizados, como ânodos, em pilhas:

Par íon / metal	Potencial padrão de redução / volts
Ag ⁺ / Ag	+0,80
Ni ²⁺ / Ni	-0,23
Cd ²⁺ / Cd	-0,40
Cr ³⁺ / Cr	-0,73
Zn ²⁺ / Zn	-0,76

A) Considere para todas as possíveis pilhas que: o cátodo seja sempre o mesmo, a carga total seja fixada num mesmo valor e que a prioridade seja dada para o peso da pilha. Qual seria o metal escolhido como anodo? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

B) Considerando-se um mesmo catodo, qual seria o metal escolhido como ânodo, se o potencial da pilha deve ser o mais elevado possível? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

A) Considerando a mesma carga total igual para todas as pilhas, a pilha que apresentará menor massa é a que apresentar a menor razão $\frac{\text{massa molar do metal}}{\text{n}^{\circ} \text{ de elétrons transferidos}}$, sendo assim:

Níquel

$$\frac{58,7}{2} = 29,35$$

Cádmio

$$\frac{112,4}{2} = 56,2$$

Cromo

$$\frac{52}{3} = 17,33$$

Zinco

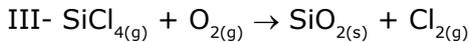
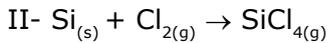
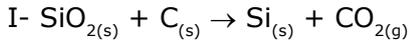
$$\frac{65,4}{2} = 32,7$$

Portanto, o cromo é a melhor opção.

B) Considerando o mesmo cátodo e necessitando de uma pilha com um potencial o mais elevado possível, devemos escolher, dentre os metais fornecidos, aquele com o menor potencial padrão de redução, ou seja, o zinco.

Química – Questão 11

Uma das grandes novidades em comunicação é a fibra óptica. Nesta, a luz é transmitida por grandes distâncias sem sofrer distorção ou grande atenuação. Para fabricar fibra óptica de quartzo, é necessário usar sílica de alta pureza, que é preparada industrialmente usando uma sequência de reações cujas equações (não balanceadas) estão representadas a seguir:



A) Na obtenção de um tarugo de 300 g de sílica pura, qual a quantidade de energia (em kJ) envolvida? Considere a condição padrão.

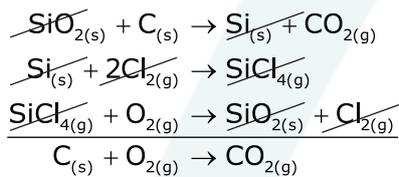
Dados de entalpia padrão de formação em kJ mol^{-1} : $\text{SiO}_{2(s)} = -910$; $\text{CO}_{2(g)} = -394$; $\text{SiCl}_{4(g)} = -657$.

B) Com a sílica produzida (densidade = $2,2 \text{ g cm}^{-3}$), foi feito um tarugo que, esticado, formou uma fibra de 0,06 mm de diâmetro.

CALCULE o comprimento da fibra esticada, em metros.

RESOLUÇÃO:

A) Balanceando as equações e somando-as, temos:



Portanto, a energia envolvida na purificação da sílica é igual ao calor de formação padrão do $\text{CO}_{2(g)}$, ou seja, 394 kJ.

$$M(\text{SiO}_2) = 28 + 2 \cdot 16 = 60 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol SiO}_2 \rightarrow 60 \text{ g} \text{ ————— } 394 \text{ kJ} \\ 300 \text{ g} \text{ ————— } x \end{array}$$

$$\boxed{x = 1970 \text{ kJ}}$$

B)

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

$$v = \frac{300 \text{ g}}{2,2 \text{ g cm}^{-3}}$$

$$\boxed{v = 136,36 \text{ cm}^3}$$

$$v = A_{\text{base}} \cdot \text{comprimento}$$

$$136,36 = \pi R^2 \cdot C$$

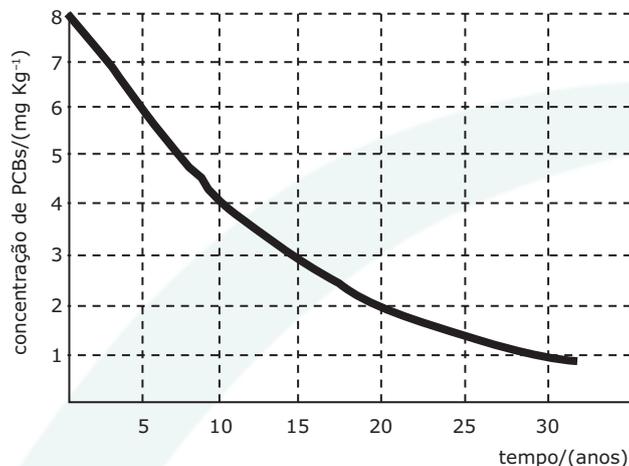
$$C = \frac{136,36}{3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$C = 4,83 \cdot 10^6 \text{ cm}$$

$$\boxed{C = 4,83 \cdot 10^4 \text{ m}}$$

Química – Questão 12

Computadores, televisores, transformadores elétricos, tintas e muitas outras utilidades que facilitam a comunicação, já empregaram os PCBs (compostos bifenílicos policlorados). Infelizmente, a alta estabilidade dos PCBs, aliada às suas características prejudiciais, os colocou entre os mais indesejáveis agentes poluentes. Esses compostos continuam, ainda, presentes no ar, na água dos rios e mares, bem como em animais aquáticos e terrestres. O gráfico a seguir mostra a sua degradabilidade, em tecidos humanos.



A) Imagine que uma pessoa, pesando 70 kg, ingere 100 kg/ano de um alimento contaminado com 0,3 ppm (mg kg^{-1}) de PCBs, e que o nível letal de PCBs para o ser humano seja 1300 ppm. Será possível que este nível de PCBs seja alcançado, ao longo de sua vida, considerando a alimentação como única forma de ingestão de PCBs? **RESPONDA** sim ou não e **JUSTIFIQUE** sua resposta.

B) Após realizar exames de laboratório, uma moça de vinte e cinco anos descobriu que estava contaminada por 14 ppm de PCBs, o que poderia comprometer seriamente o feto em caso de gravidez. Deixando imediatamente de ingerir alimentos contaminados com PCBs, ela poderia engravidar ao longo de sua vida, sem nenhum risco para o feto?

RESPONDA sim ou não e **JUSTIFIQUE**, sabendo que o limite seguro é de aproximadamente 0,2 ppm.

RESOLUÇÃO:

A) Não. Como o nível letal de PCB's é igual a 1300 ppm, temos:

$$\begin{array}{r} 1300 \text{ mg} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ kg} \\ \times \quad \text{_____} \quad 70 \text{ kg} \end{array}$$

$$\boxed{x = 91\,000 \text{ mg PCB's}}$$

Como a contaminação do alimento é igual a 0,3 ppm, temos:

$$\begin{array}{r} 0,3 \text{ mg} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ kg alimento} \\ y \quad \text{_____} \quad 100 \text{ kg alimento} \end{array}$$

$$\boxed{y = 30 \text{ mg PCB's}}$$

$$\begin{array}{r} 30 \text{ mg PCB's} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ ano} \\ 91000 \text{ mg PCB's} \quad \text{_____} \quad z \end{array}$$

$$\boxed{z = 3033,33 \text{ anos}}$$

Portanto, mesmo não havendo degradação, esse nível jamais será alcançado.

B) Não. A partir do gráfico podemos verificar que a meia-vida, $t_{1/2}$, tempo necessário para que uma amostra de PCB's se reduza à metade é de 10 anos. Sendo assim,

$$\text{concentração final} = \frac{\text{concentração inicial}}{2^{\frac{\text{tempo}}{t_{1/2}}}}$$

$$0,2 = \frac{14}{2^{\frac{t}{10}}}$$

$$2^{\frac{t}{10}} = 70$$

$$\log 2^{\frac{t}{10}} = \log 70$$

$$\frac{t}{10} \cdot \log 2 = \log 70$$

$$\frac{t}{10} \cdot 0,3 = 1,845$$

$$\boxed{t = 61,5 \text{ anos}}$$

Apenas após 61,5 anos, ou seja, com a idade de 86,5 anos a moça atingiria o limite seguro.

OBS.: o aluno poderia utilizar o seguinte raciocínio para chegar à resposta.

início: 14 ppm $\xrightarrow{10 \text{ anos}}$ 7 ppm $\xrightarrow{10 \text{ anos}}$ 3,5 ppm $\xrightarrow{10 \text{ anos}}$ 1,75 ppm $\xrightarrow{10 \text{ anos}}$ 0,875 ppm $\xrightarrow{10 \text{ anos}}$ 0,4375 ppm

Com 75 anos, a moça ainda não tinha atingido o valor de segurança.