

 **OBJETIVO**

**ITA**  
Química  
Livro do Professor

**2**

Actinídeos  
Cátions  
Não-Metais  
Gases nobres

Sólidos

25 Mn Manganês 54.938045	26 Fe Ferro 55.845	44 Ru Ródio 101.07	45 Rh Ródio 102.90550	46 Pd Paládio 106.42	47 Ag Prata 107.8682	50 Sn Estanho 118.710	54 Xe Xenônio 131.29
75 Re Rênio 186.207	76 Os Ósmio 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platina 195.084	79 Au Ouro 196.96657	80 Hg Mercúrio 200.59	82 Pb Chumbo 207.2	84 Po Polônio 209





## MÓDULO 5

Cálculos Químicos –  
Interpretação de Gráficos (Parte III)

As questões dessa prova exploram matérias da **Revista Pesquisa FAPESP** (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), uma publicação mensal disponível gratuitamente na rede mundial. Essa é uma importante fonte de informação para a sociedade em geral e particularmente útil para quem quer aprender e ensinar em todas as áreas do conhecimento. As questões seguintes são um singelo exemplo desse uso.!

1. Numa entrevista à *Revista n.º 163*, um astrofísico brasileiro conta que propôs, em um artigo científico, que uma estrela bastante velha e fria (6.000 K), da constelação de Centauro, tem um núcleo quase totalmente cristalizado. Esse núcleo seria constituído principalmente de carbono e a estrela estaria a caminho de se transformar em uma estrela de diamante, com a cristalização do carbono.

- a) O pesquisador relata ter identificado mais 42 estrelas com as mesmas características e afirma: *Enquanto não termina o processo de cristalização do núcleo, as estrelas de diamante permanecem com a temperatura constante*. No que diz respeito à temperatura, independentemente de seu valor absoluto, ele complementa essa afirmação fazendo uma analogia entre o processo que ocorre na estrela e a solidificação da água na Terra. Com base no conhecimento científico, você concorda com a analogia feita pelo pesquisador? Justifique.
- b) Ao final da reportagem afirma-se que: *No diamante da estrela, apenas 0,01 Å separa os núcleos dos átomos do elemento que o compõem*. Considerando-se que o raio atômico do carbono no diamante da Terra é de 0,77 Å, quanto valeria a relação numérica entre os volumes atômicos do carbono (Terra/estrela)? Mostre seu raciocínio.

## RESOLUÇÃO:

- a) **Concorda-se com a afirmação.** Quando a água se solidifica, a temperatura permanece constante, pois temos uma mudança de estado físico.  
 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$  temperatura constante
- b) O volume atômico é diretamente proporcional ao raio atômico elevado ao cubo. Por exemplo, o volume da esfera é  $\frac{4}{3} \pi r^3$ .  
V é proporcional a  $r^3$ .  
O raio do átomo de carbono no diamante da estrela será a metade de 0,01 Å

$$\text{estrela: } r_C = \frac{0,01 \text{ \AA}}{2} \therefore r_C = 0,005 \text{ \AA}$$

$$\text{Terra: } r_C = 0,77 \text{ \AA}$$

A relação numérica entre os volumes será:

$$\frac{V_T}{V_E} = \frac{(0,77 \text{ \AA})^3}{(0,005 \text{ \AA})^3} = 3,65 \cdot 10^6$$

2. Na *Revista n.º 146* descreve-se um sistema de descontaminação e reciclagem de lâmpadas fluorescentes que separa seus componentes (vidro, mercúrio, pó fosfórico e terminais de alumínio), tornando-os disponíveis como matérias-primas para reutilização em vários tipos de indústria.

- a) Num trecho da reportagem, a responsável pelo projeto afirma: *Essa etapa (separação do mercúrio) é realizada por um processo de sublimação do mercúrio, que depois é condensado à temperatura ambiente e armazenado para posterior comercialização*. Considerando apenas esse trecho adaptado da reportagem, identifique as transformações físicas que o mercúrio sofre e as equacione adequadamente.
- b) Em relação à recuperação do mercúrio, a pesquisadora afirma: *O mínimo para comercialização é 1 quilo, sendo que de cada mil lâmpadas só retiramos 8 gramas de mercúrio, em média*. Segundo a literatura, há cerca de 21 mg desse metal em uma lâmpada de 40 W. No contexto dessas informações, discuta criticamente a eficiência do processo de recuperação do mercúrio, considerando que todas as lâmpadas recolhidas são de 40 W.

## RESOLUÇÃO:

- a) **Considerando que, nesta etapa do processo, o mercúrio se encontra no estado sólido, as transformações físicas sofridas por ele, com as respectivas equações químicas, estão descritas a seguir:**
- I) Sublimação (passagem do estado sólido para o estado gasoso):  
 $Hg(s) \rightarrow Hg(g)$
- II) Condensação (passagem do estado gasoso para o estado líquido):  
 $Hg(g) \rightarrow Hg(l)$

- b) Cálculo da massa de mercúrio em 1000 lâmpadas de 40W:  
 1 lâmpada —————  $21 \cdot 10^{-3}$ g de Hg  
 1000 lâmpadas ————— x  
 x = 21g de Hg

A cada 1000 lâmpadas, são recuperados 8g de mercúrio. Desta forma, a eficiência do processo será de:

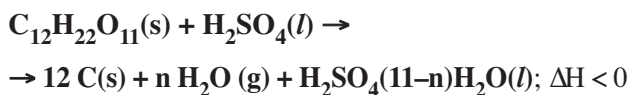
$$\begin{aligned} 21\text{g de Hg} &\text{————— } 100\% \\ 8\text{g de Hg} &\text{————— } y \\ y &= 38,1\% \end{aligned}$$

O mercúrio é um material tóxico, portanto, o processo ideal de recuperação deve ter uma eficiência elevada. O processo citado no enunciado tem eficiência de 38%, um valor baixo. Assim, este processo não é o ideal para a recuperação do mercúrio, pois a maior parte da massa será descartada como lixo.

Além disso, para a comercialização mínima do mercúrio (1 quilograma), seriam necessárias 125000 lâmpadas.

3. Na *Revista n.º 163* relatam-se alguns aspectos da pesquisa brasileira do etanol de segunda geração que visa à obtenção desse importante combustível a partir do bagaço e da palha da cana-de-açúcar. A obtenção do álcool pode se dar pela hidrólise desses materiais em meio ácido. Num dos trechos afirma-se: *enquanto o ácido sulfúrico destrói parte do açúcar formado, o ácido clorídrico, mais eficiente, tem um problema ligado à corrosividade, exigindo ligas de metal de custos elevados.*

- a) A destruição do açúcar, citada no texto, pode ser exemplificada pela reação da sacarose com ácido sulfúrico concentrado, representada simplificada pela equação química:



onde  $n < 11$ . Levando-se em conta o conhecimento químico e a equação química apresentada, que evidências experimentais poderiam sugerir que o exemplo dado é uma reação química?

- b) Um tipo de corrosão química do aço se deve à presença do íon cloreto. Diferenças na composição do aço podem levar a diferenças na resistência à corrosão; quanto maior o valor de *PRE* (*Pitting Resistance Equivalent*), mais resistente é o aço. Com base nos dados da tabela abaixo, que aço você escolheria para construir um reator para a obtenção de etanol do bagaço da cana por hidrólise com ácido clorídrico? Justifique.

$$\text{Dado: } PRE = \%Cr + 3,3 \times \%Mo + 16 \times \%N$$

Tipo de aço	%Cr	%Mo	%N
304LN	19	0	0,2
SAF2205	22	3	0,2
444	18	2	0,1
904L	19	4	0,1

#### RESOLUÇÃO:

- a) Uma reação química consiste na transformação de um material em outro, com propriedades diferentes. A destruição do açúcar pelo ácido sulfúrico pode ser evidenciada por:
- Mudança de cor: açúcar branco para carbono preto;
  - liberação de calor percebida pelo aquecimento da vizinhança do sistema como, por exemplo, aquecimento do recipiente (a reação é exotérmica,  $\Delta H < 0$ );
  - liberação de vapor de água que, em contato com o ar frio, começa a se condensar formando uma névoa.

- b) Vamos calcular o valor do PRE para cada tipo de aço citado:

$$PRE = \%Cr + 3,3 \times \%Mo + 16 \times \%N$$

$$304LN: 19\% Cr, 0\% Mo, 0,2\% N$$

$$PRE_{304LN} = 19\% + 0 + 16 \times 0,2\% = 22,2\%$$

$$SAF2205: 22\% Cr, 3\% Mo, 0,2\% N$$

$$PRE_{SAF2205} = 22\% + 3,3 \times 3\% + 16 \times 0,2\% = 35,1\%$$

$$444: 18\% Cr, 2\% Mo, 0,1\% N$$

$$PRE_{444} = 18\% + 3,3 \times 2\% + 16 \times 0,1\% = 26,2\%$$

$$904L: 19\% Cr, 4\% Mo, 0,1\% N$$

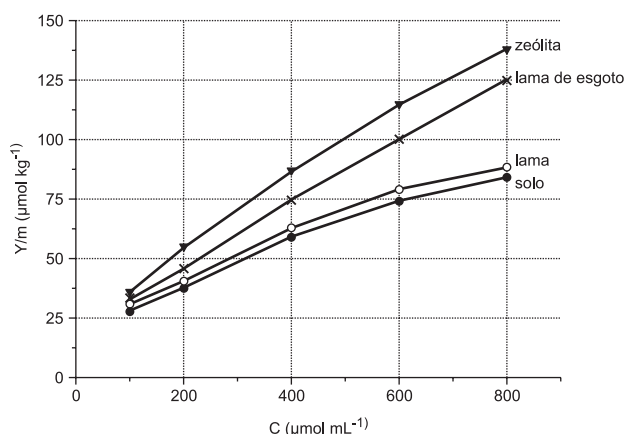
$$PRE_{904L} = 19\% + 3,3 \times 4\% + 16 \times 0,1\% = 33,8\%$$

Como, quanto maior o valor do PRE, maior a resistência do aço, o aço a ser escolhido é o SAF 2205.

## MÓDULO 6

### Cálculos Químicos e Interpretação de Gráficos (Parte IV)

1. O boro é um micronutriente para plantas com importante papel no processo de germinação e na formação de frutos, de grãos e de sementes. A solubilidade dos sais de boro em água constitui um problema para a correção da deficiência desse elemento, que é facilmente "arrastado" pela chuva. Esse problema pode ser contornado pelo uso de materiais que adsorvam os sais de boro, liberando-os lentamente para a umidade do solo. O gráfico abaixo mostra a quantidade de boro adsorvido ( $Y/m$ ) por alguns materiais em função da concentração do boro em solução aquosa.



De acordo com o gráfico:

- Dos materiais em questão, qual é o mais eficiente para a retenção do boro? Justifique sua resposta.
- Para uma concentração de boro de  $600 \mu\text{mol mL}^{-1}$ , quanto o material do item **a** adsorve a mais que o solo em  $\mu\text{mol}$  de boro por tonelada?
- Entre as concentrações de  $300$  e  $600 \mu\text{mol mL}^{-1}$ , as adsorções podem ser descritas, aproximadamente, por retas. Levando isso em conta, escreva, para o caso da lama de esgoto, a equação da reta que correlaciona  $Y/m$  com  $C$ .

#### RESOLUÇÃO:

- O material que apresenta maior eficiência para a retenção de boro é a zeólita, pois é o que apresenta maior valor de adsorção  $Y/m$  para qualquer concentração de boro.
- Para uma concentração de  $600 \mu\text{mol mL}^{-1}$ , a quantidade de boro adsorvida para a zeólita é  $112,5 \mu\text{mol kg}^{-1}$  e para o solo é  $75 \mu\text{mol kg}^{-1}$ . Quantidade de boro adsorvida a mais pela zeólita por kg de material adsorvente:

$$x = 112,5 \frac{\mu\text{mol}}{\text{kg}} - 75 \frac{\mu\text{mol}}{\text{kg}} = 37,5 \frac{\mu\text{mol}}{\text{kg}}$$

Cálculo da quantidade adsorvida a mais para uma tonelada:

$$1 \text{ kg} \text{ ————— } 37,5 \mu\text{mol} \quad \Rightarrow z = 37,5 \cdot 10^3 \mu\text{mol}$$

$$10^3 \text{ kg} \text{ ————— } z$$

Portanto, será  $37,5 \cdot 10^3 \mu\text{mol}$  por tonelada.

- c) A equação da reta pode ser descrita por:

$$Y/m = aC + b$$

Para a lama de esgoto, temos os seguintes valores:

$$Y_{1/m} = 100 \text{ e } C_1 = 600$$

$$Y_{2/m} = 75 \text{ e } C_2 = 400$$

Isso leva às seguintes equações:

$$\text{(I)} \quad 100 = a \cdot 600 + b$$

$$\text{(II)} \quad 75 = a \cdot 400 + b$$

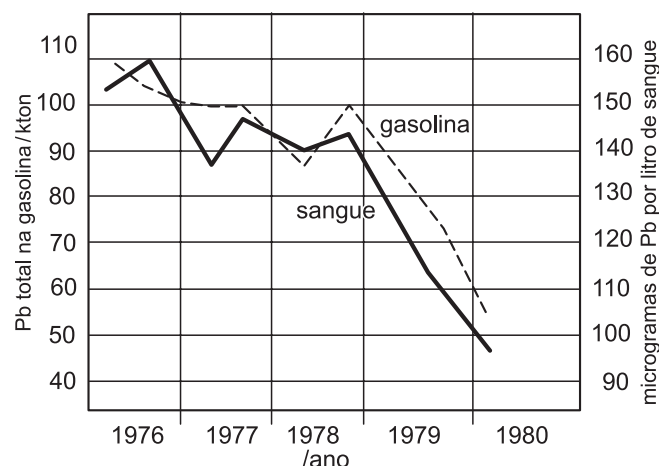
Resolvendo esse sistema, encontramos:

$$a = 0,125 \text{ e } b = 25$$

A equação da reta é  $Y/m = 0,125 C + 25$

2. 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.

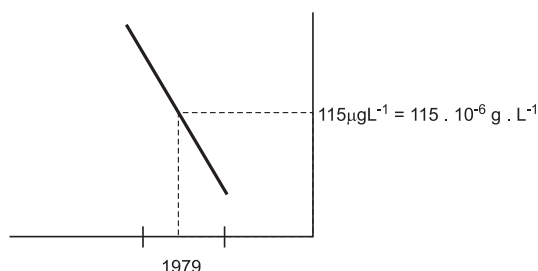
O gráfico abaixo mostra uma comparação entre a concentração média de chumbo, por indivíduo, encontrada no sangue de uma população, em determinado lugar, e a quantidade total de chumbo adicionado na gasolina, entre os anos de 1976 e 1980.



- 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<sup>-1</sup>) 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 com base apenas no gráfico.

**RESOLUÇÃO:**

- a) Observando o gráfico, podemos estimar que, em meados de 1979, a concentração de Pb no sangue era aproximadamente 115 microgramas por litro de sangue.



$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de Pb} \text{ ————— } 207,2\text{g} \\ x \text{ ————— } 115 \cdot 10^{-6}\text{g} \\ x = 5,55 \cdot 10^{-7} \text{ mol de Pb} \end{array}$$

Como a concentração de tetraetilchumbo (Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>) em mol por litro é igual à concentração de Pb que entra na corrente sanguínea (proporção de 1 mol para 1 mol), temos: concentração de tetraetilchumbo = 5,55 · 10<sup>-7</sup> mol · L<sup>-1</sup>

- b) Não. Embora, pelo gráfico, possamos concluir que a quantidade de chumbo presente no sangue está relacionada com a quantidade de chumbo presente na gasolina nos anos citados, a afirmação é descabível, pois o gráfico apenas relaciona a quantidade de chumbo adicionada na gasolina e a concentração média de chumbo no sangue em determinado lugar. É incorreto afirmar que todo o chumbo foi absorvido pelos seres humanos. Isso pode ser comprovado analisando o ano de 1977, no qual a quantidade de chumbo na gasolina ficou aproximadamente constante e a concentração de chumbo no sangue variou.

3. O tetraidrocannabinol (THC) vem sendo utilizado, mediante controle legal, como coadjuvante para o tratamento de náuseas, enjoos e ânsia de vômito de pacientes que se submetem a tratamento quimioterápico; para interromper ou reverter a perda de peso de portadores de AIDS e para combater o aumento da pressão ocular (glaucoma). Essa substância é encontrada na planta *Cannabis sativa*, conhecida popularmente como maconha. O skank, um tipo de maconha cultivada em laboratório, pode apresentar até 17,5% em massa de THC, enquanto a planta comum contém 2,5%.

- a) De acordo com o texto, o THC é um agente que combate o vírus da AIDS? Responda sim ou não e justifique.
- b) Para aviar uma receita, um farmacêutico decidiu preparar uma mistura de vegetais, composta por 1/3 de skank, 30 g de maconha e 1/5 de matéria vegetal sem THC, em massa. Qual é a massa total da mistura? Mostre os cálculos.
- c) Qual é a porcentagem em massa de THC na mistura sólida preparada pelo farmacêutico? Mostre os cálculos.

**RESOLUÇÃO:**

- a) Não. Reverte ou interrompe a perda de peso de portadores de AIDS.
- b) Admitindo a massa total igual a m, temos:

$$\frac{1}{3} m + 30\text{g} + \frac{1}{5} m = m$$

$$m - \frac{1}{3} m - \frac{1}{5} m = 30\text{g}$$

$$\frac{7}{15} m = 30\text{g}$$

$$m = 64,3\text{g}$$

- c) Massa total de THC na mistura

$$\text{Skank: } \frac{1}{3} \text{ de } 64,3\text{g} = 21,43\text{g}$$

$$\begin{array}{l} 21,43\text{g} \text{ ————— } 100\% \\ x \text{ ————— } 17,5\% \\ x = 3,75\text{g de THC} \end{array}$$

**Maconha:**

$$\begin{array}{l} 30\text{g} \text{ ————— } 100\% \\ y \text{ ————— } 2,5\% \\ y = 0,75\text{g} \end{array}$$

$$m_{\text{total}} = 3,75\text{g} + 0,75\text{g} = 4,50\text{g}$$

**Porcentagem de THC:**

$$\begin{array}{l} 64,3\text{g} \text{ ————— } 100\% \\ 4,50\text{g} \text{ ————— } z \\ z \approx 7,0\% \end{array}$$

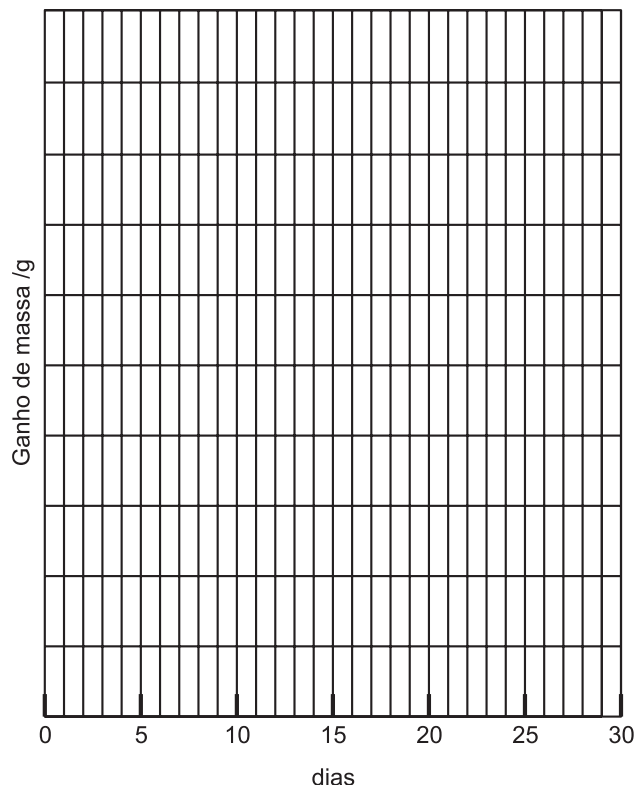
## MÓDULO 7

### Cálculos Químicos – Interpretação de Gráficos (Parte V)

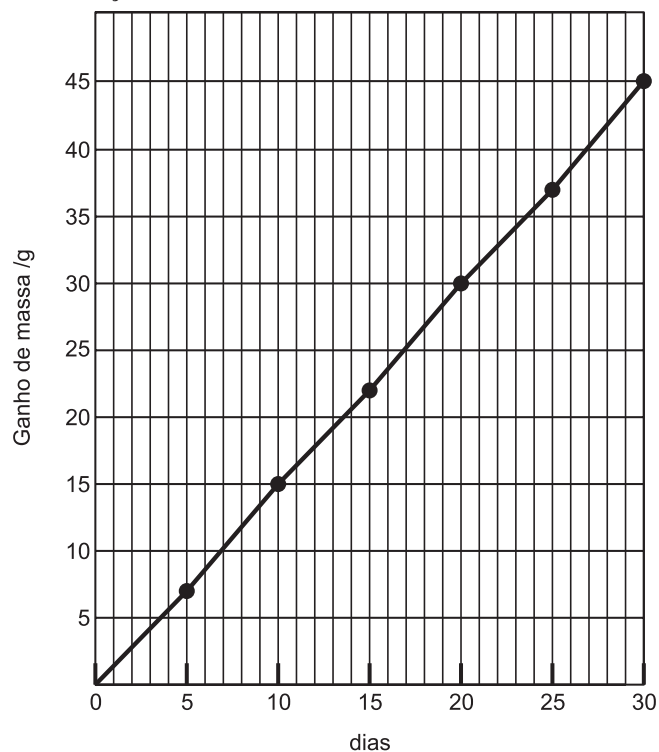
1. Um determinado agente antimofa consiste em um pote com tampa perfurada, contendo 80g de cloreto de cálcio anidro que, ao absorver água, se transforma em cloreto de cálcio diidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Em uma experiência, o agente foi mantido durante um mês em ambiente úmido. A cada 5 dias, o pote foi pesado e registrado o ganho de massa:

dias	ganho de massa / g
0	0
5	7
10	15
15	22
20	30
25	37
30	45

Construa, na folha de respostas abaixo, o gráfico que representa o ganho de massa versus o número de dias.



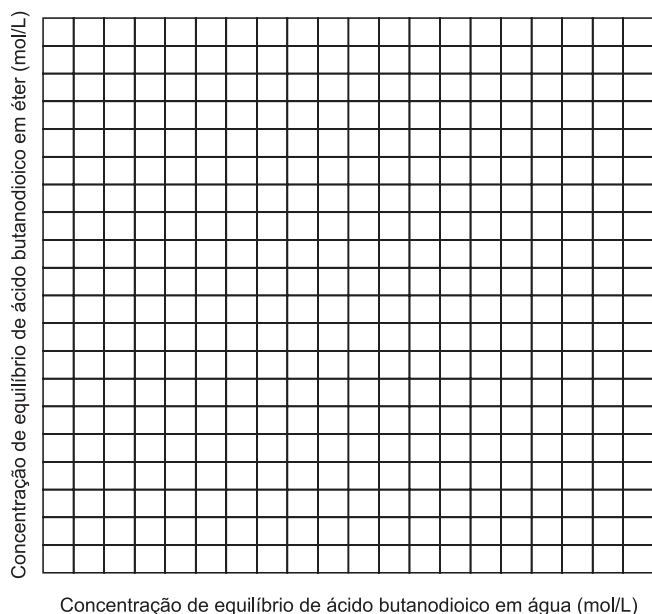
RESOLUÇÃO:



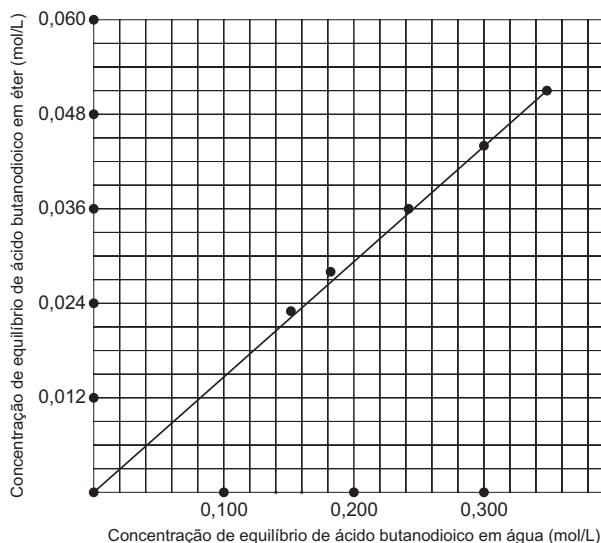
2. Uma substância pode apresentar solubilidades diferentes em solventes diversos. Assim, por exemplo, o ácido butanodioico é mais solúvel em água do que em éter. Ao misturar ácido butanodioico, éter e água, agitar a mistura e deixá-la em repouso por alguns minutos, separam-se duas fases, uma de éter e outra de água. Ambas contêm ácido butanodioico, em concentrações diferentes e que não mais se alteram, pois o sistema atingiu o equilíbrio. ácido butanodioico (água)  $\rightleftharpoons$  ácido butanodioico (éter) Para determinar a constante desse equilíbrio, também chamada de coeficiente de partição, foram efetuados cinco experimentos. Em cada um, foi adicionado ácido butanodioico a uma mistura de 25 mL de água e 25 mL de éter. Após a agitação e separação das fases, as concentrações de ácido butanodioico, em cada fase, foram determinadas.

Experimento	Concentração de equilíbrio do ácido butanodioico na água (mol/L)	Concentração de equilíbrio do ácido butanodioico no éter (mol/L)
1	0,152	0,023
2	0,182	0,028
3	0,242	0,036
4	0,300	0,044
5	0,349	0,051

No quadriculado da folha de respostas, construa um gráfico da concentração de ácido butanodioico em éter *versus* a concentração de ácido butanodioico em água.



#### RESOLUÇÃO:



3. 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.

- No caso do urucum, como se denomina o processo de obtenção do corante usando água?
- Cite dois motivos que justifiquem o uso de água quente em lugar de água fria no processo extrativo do corante vermelho.
- Algum dos processos de pintura corporal, citados no texto, envolve uma transformação química? Responda sim ou não e justifique.

#### RESOLUÇÃO:

- O corante vermelho é extraído por solubilização em água quente do pó de semente de urucum triturada. Esse processo pode ser denominado extração ou dissolução fracionada.
- O aumento da temperatura acarreta:
  - aumento da solubilidade do corante em água;
  - aumento da velocidade de dissolução.
- Sim. Como ocorreu mudança de cor, isso implica uma transformação química. Provavelmente, o suco de jenipapo ivá incolor sofreu oxidação em contato com o oxigênio do ar, provocando o escurecimento.

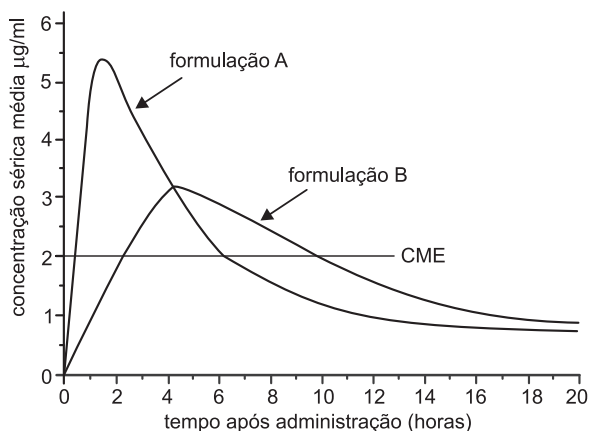


## MÓDULO 8

### Cálculos Químicos – Interpretação de Gráficos (Parte VI)

Use o enunciado e o gráfico seguintes para responder às questões 1 e 2:

A eficiência na administração oral de um medicamento leva em conta vários parâmetros, dentre os quais: o tempo para se atingir a concentração máxima na corrente sanguínea; a concentração mínima efetiva (CME), que é a concentração mínima necessária para que o paciente apresente resposta adequada ao medicamento; a quantidade total de medicamento no sangue após a sua administração. O diagrama abaixo mostra a variação da concentração no sangue (microgramas por mililitro –  $\mu\text{g/mL}$ ), em função do tempo, para a mesma quantidade de um mesmo medicamento em duas formulações diferentes.



- Aspectos cinéticos do uso do medicamento:
  - Que formulação é absorvida mais rapidamente?
  - Que formulação apresenta maior tempo de manutenção da concentração mínima efetiva? E qual é esse tempo?
  - Se o paciente iniciar o tratamento com a formulação A, e em seguida passar para a formulação B, depois de quantas horas da ingestão da formulação A ele deve iniciar a ingestão da formulação B? Explique.

#### RESOLUÇÃO:

- Cálculo da velocidade de absorção das formulações:

$$\text{formulação A: } V_A = \frac{5 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}}}{1 \text{ h}} = 5 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL} \cdot \text{h}}$$

$$\text{formulação B: } V_B = \frac{0,75 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}}}{1 \text{ h}} = 0,75 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL} \cdot \text{h}}$$

A formulação A é que tem maior velocidade de absorção.

- De acordo com o gráfico, temos uma concentração igual ou superior à CME:

formulação A: durante cerca de 6 horas

formulação B: durante cerca de 8 horas

A formulação B apresenta maior tempo de manutenção da CME (8 horas)

- O medicamento deverá manter a CME durante a mudança de formulação. A concentração obtida pela formulação A passa a ser menor que a CME após 6 horas de ingestão e a formulação B atinge a CME após 2 horas de ingestão. A ingestão da formulação B deve ocorrer após 6 horas da ingestão da formulação A.

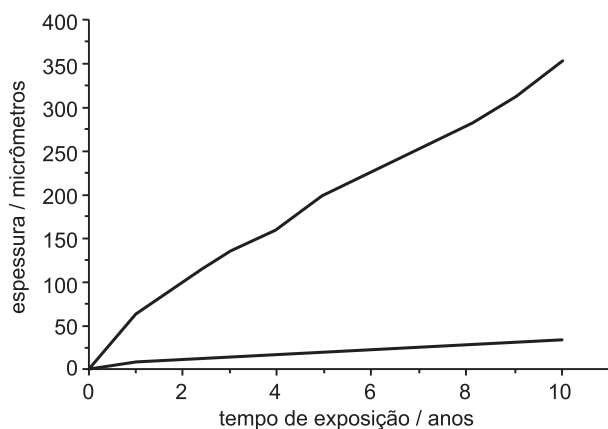
- Aspectos econômicos e de dosagem no uso do medicamento:

- Considere que um determinado tratamento deve se prolongar por sete dias, independentemente da formulação utilizada (A ou B), e que as cápsulas de ambas as formulações têm a mesma quantidade do medicamento, custam o mesmo preço e podem ser compradas por unidade. Qual tratamento custaria menos? Explique.
- Um paciente que precisa ingerir, por exemplo, 10 mg do medicamento e tem à sua disposição comprimidos de 20 mg, simplesmente corta o comprimido ao meio e ingere apenas uma metade por vez. Suponha o caso de alguém que precisa ingerir a quantidade de 10 mg do princípio ativo, mas que tem à sua disposição o medicamento na forma de uma solução aquosa na concentração de 20 mg por gota. Como essa pessoa poderia proceder, considerando que seja impossível "cortar" uma gota pela metade?

#### RESOLUÇÃO:

- A formulação A deve ser tomada a cada 6 horas (28 comprimidos), e a formulação B deve ser tomada a cada 8 horas (21 comprimidos), portanto, usando a formulação B, o custo seria menor.
- A pessoa poderia adotar um dos dois procedimentos.  
Procedimento 1: Diluir o remédio pela adição de igual volume de água que o conteúdo volumétrico do remédio, assim, cada gota passa a ter 10mg do remédio.  
Procedimento 2: O paciente deverá adicionar uma gota em determinado volume de água e, depois, ingerir metade desse volume, ingerindo, assim, 10mg do remédio.

3. Coincidentemente, duas equipes independentes de geólogos brasileiros encontraram dois meteoritos. Um foi encontrado em Cabaceiras, Paraíba, na região do polígono das secas e o outro em São Félix do Xingu, na Amazônia. Os dois eram, essencialmente, constituídos por ferro metálico. Um deles (A), no entanto, apresentava uma película de  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  de  $300 \times 10^{-6}$  m de espessura, enquanto que o outro (B) apresentava uma superfície pouco alterada. Suspeita-se que ambos tiveram a mesma origem, tendo, portanto, a mesma composição química original. O gráfico abaixo representa a formação de  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  em função do tempo, em presença de ar atmosférico com umidades relativas diferentes.



- Qual dos meteoritos, A ou B, caiu na região do Xingu? Justifique.
- Escreva a equação química que representa a formação da substância que recobre a superfície do meteorito.
- Há quanto tempo, pode-se estimar, caiu na Terra o meteorito que foi encontrado oxidado?

**RESOLUÇÃO:**

- Meteorito A.** Em São Félix do Xingu, a umidade relativa do ar é maior que em Cabaceiras, facilitando a oxidação do ferro.
- A equação química do processo:  

$$2\text{Fe}(s) + 3/2\text{O}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(s)$$
- Pelo gráfico, podemos estimar o tempo de queda do meteorito A em aproximadamente 8,5 anos.

## exercícios-tarefa

### ❑ Módulo 5 – Cálculos Químicos e Interpretação de Gráficos (Parte III)

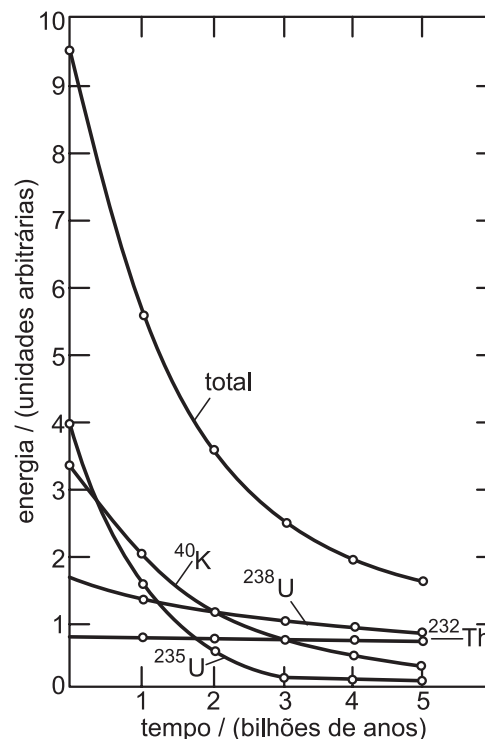
1. Um artigo publicado no *The Agronomy Journal* de 2006 trata de um estudo relacionado à fixação de nitrogênio por uma planta forrageira que se desenvolve bem em um solo ácido. Essa planta tem o crescimento limitado pela baixa fixação de nitrogênio. O objetivo central do trabalho era verificar como uma cultura de alfafa, cultivada junto à forrageira citada, poderia melhorar o crescimento da forrageira, aumentando a fixação de nitrogênio. Relata o artigo que o terreno a ser adubado foi subdividido em cinco partes. Cada parte foi adubada com as seguintes quantidades fixas de nitrato de amônio, a cada vez: 0; 28; 56; 84; 112 kg/ha. As adubações foram repetidas por 15 vezes em períodos regulares, iniciando-se no começo de 1994 e encerrando-se no final de 1996. Para monitorar a fixação de nitrogênio, os pesquisadores adicionaram uma pequeníssima quantidade conhecida de nitrato de amônio marcado ( $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ) ao nitrato de amônio comercial a ser aplicado na plantação.

- Do ponto de vista da representação química, o que significa o sobrescrito 15 junto ao símbolo N?
- Suponha duas amostras de mesma massa, uma de  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$  e a outra de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . A quantidade de nitrogênio (em mol) na amostra de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  é maior, igual ou menor do que na amostra de  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ? Justifique sua resposta.
- Considere que na aplicação regular de 28 kg/ha não sobrou nem faltou adubo para as plantas. Determine, em mol/ha, que quantidade desse adubo foi aplicada em excesso na parte que recebeu 112 kg/ha, ao final do primeiro ano de estudo.

Dado: massas molares em g/mol: N: 14; O: 16; H: 1.

### ❑ Módulo 6 – Cálculos Químicos e Interpretação de Gráficos (Parte IV)

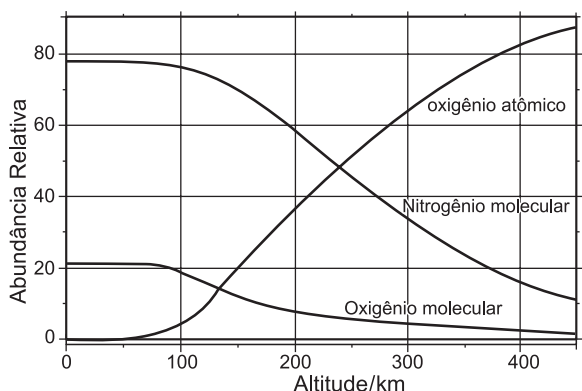
1. Existem várias hipóteses quanto à origem da Terra e sobre os acontecimentos que geraram as condições físico-químico-biológicas dos dias de hoje. Acredita-se que o nosso planeta tenha se formado há cerca de 4550 milhões de anos. Um dos estágios, logo no início, deve ter sido o seu aquecimento, principalmente pela radioatividade. A figura mostra a produção de energia a partir de espécies radioativas e suas abundâncias conhecidas na Terra.



- Quantas vezes a produção de energia radiogênica (radioativa) era maior na época inicial de formação da Terra, em relação aos dias atuais?
- Quais foram os dois principais elementos responsáveis pela produção de energia radiogênica na época inicial de formação da Terra?
- E nos dias de hoje, quais são os dois principais elementos responsáveis pela produção dessa energia?

### ❑ Módulo 7 – Cálculos Químicos e Interpretação de Gráficos (PARTE V)

1. A Terra é um sistema em equilíbrio altamente complexo, possuindo muitos mecanismos auto-regulados de proteção. Esse sistema admirável se formou ao longo de um extenso processo evolutivo de 4550 milhões de anos. A atmosfera terrestre é parte integrante desse intrincado sistema. A sua existência, dentro de estreitos limites de composição, é essencial para a preservação da vida. No gráfico abaixo, pode-se ver a abundância relativa de alguns de seus constituintes em função da altitude. Um outro constituinte, embora minoritário, que não se encontra na figura é o ozônio, que age como filtro protetor da vida na alta atmosfera. Na baixa atmosfera, a sua presença é danosa à vida, mesmo em concentrações relativamente baixas.



- a) Considerando que o ozônio seja formado a partir da combinação de oxigênio molecular com oxigênio atômico, e que este seja formado a partir da decomposição do oxigênio molecular, escreva uma seqüência de equações químicas que mostre a formação do ozônio.
- b) Tomando como base apenas o gráfico e as reações químicas citadas no item a, estime em que altitude a formação de ozônio é mais favorecida do ponto de vista estequiométrico. Justifique.

## ❑ Módulo 8 – Cálculos Químicos e Interpretação de Gráficos (PARTE (VI))

1. A rotulagem nutricional tem como principal função informar o consumidor sobre as propriedades nutricionais dos alimentos e bebidas. Diferentes unidades como cal, kcal, Cal e kJ são utilizadas para esse fim, deixando as pessoas muito confusas quando procuram selecionar alimentos a partir de seu valor calórico. O Sistema Internacional de Unidades (SI) somente reconhece a unidade kJ, que corresponde a 1000 J. A unidade Caloria (Cal) com C maiúsculo corresponde a 1000 calorias e é uma unidade praticamente desconhecida. A ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – é o órgão responsável pela regulamentação de rotulagem nutricional, que recomenda que os valores calóricos dos alimentos sejam expressos nos rótulos em quilocalorias e que sejam reportados em percentuais (%) de valores diários. Assim, temos a relação entre as diferentes unidades utilizadas:

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 1 \text{ Cal} = 4,18 \text{ kJ} = 4180 \text{ J.}$$

As tabelas apresentam partes dos rótulos de três produtos.

<b>Produto I – porção de 30g</b>		
Quantidade por porção	% VD*	
Valor calórico	75kcal	3%
carboidratos	18g	4%
cálcio	32mg	4%

\*Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2 500 calorias [sic].

<b>Produto II – porção de 40g</b>		
Quantidade por porção	% VD*	
Valor calórico	150kcal	6%
carboidratos	24g	6%
cálcio	16mg	2%

\*Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2 500 kcal.

<b>Produto III – porção de 15g</b>		
Quantidade por porção	% VD*	
Valor calórico	50kcal	2%
carboidratos	10g	2,5%
cálcio	8mg	1%

\*Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2 500 calorias [sic].

Com base nas informações dos rótulos dos produtos, são feitas as seguintes afirmações:

- I. No rótulo do **produto II**, o valor energético da dieta poderia ser substituído por 2 500 kJ.
- II. Três porções do **produto II** têm igual quantidade de valor calórico que quatro porções do **produto I**.
- III. O **produto III** é o mais rico em carboidratos.

É correto apenas o que se afirma em

- a) II.    b) III.    c) I e II.    d) I e III.    e) II e III.

# resolução dos exercícios-tarefa

## ■ MÓDULO 5

1) a) Isótopo 15 do átomo de nitrogênio. O sobrescrito 15 é o número de massa do átomo, soma do número de prótons com o número de nêutrons.

b) Massa molar do  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 80\text{g/mol}$

Massa molar do  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 = 82\text{g/mol}$

Quantidade em mol de nitrogênio:

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \left\{ \begin{array}{l} 80\text{g} \rightarrow 2 \text{ mol de N} \\ m \rightarrow x \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} x = \frac{2m}{80} \end{array} \right. \quad \boxed{x > y}$$

$$^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3 \left\{ \begin{array}{l} 82\text{g} \rightarrow 2 \text{ mol de N} \\ m \rightarrow y \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} y = \frac{2m}{82} \end{array} \right.$$

Portanto, a quantidade de nitrogênio (em mol) na amostra de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  é maior.

c) Quantidade em excesso do adubo para uma aplicação:

$$m = 112\text{kg} - 28\text{kg} = 84\text{kg}$$

$$1 \text{ mol} \rightarrow 80\text{g}$$

$$x \rightarrow 84 \cdot 10^3\text{g}$$

$$x = \frac{84 \cdot 10^3}{80} \text{ mol} = 1,05 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

Número de aplicações em um ano:

$$36 \text{ meses} \text{ — } 15 \text{ aplicações} \Rightarrow x = 5 \text{ aplicações}$$

$$12 \text{ meses} \text{ — } x$$

$$\text{Resposta: } 1,05 \cdot 10^3 \text{ mol/ha} \cdot 5 = 5,25 \cdot 10^3 \text{ mol/ha}$$

## ■ MÓDULO 6

1) a) Pelo gráfico, observamos que no tempo 0 (zero), a energia total produzida vale 9,5 unidades arbitrárias. No tempo 4550 milhões de anos (4,55 bilhões de anos), a energia total vale aproximadamente 1,8 unidades arbitrárias. Logo, a relação de produção de energia inicial na formação da Terra em relação aos dias atuais será:

$$\frac{E_0}{E_{\text{atual}}} \cong \frac{9,5}{1,8} \cong 5,3$$

b) Pelo gráfico, no tempo 0 (zero), os dois principais elementos radioativos responsáveis pela produção de energia são:

Urânio: ( $^{235}\text{U} \rightarrow 4$  unidades arbitrárias e  $^{238}\text{U} \rightarrow 1,7$  unidades arbitrárias) e potássio ( $^{40}\text{K} \rightarrow 3,3$  unidades arbitrárias).

c) Nos dias de hoje (4,55 bilhões de anos), os principais elementos responsáveis pela produção de energia radiogênica são urânio ( $^{238}\text{U} \rightarrow 1$  unidade arbitrária;  $^{235}\text{U} \rightarrow \cong 0$  unidade arbitrária) e tório ( $^{232}\text{Th} \rightarrow 0,8$  unidade arbitrária).

## ■ MÓDULO 7

1) a) A sequência de equações que mostram a formação do ozônio é:

Etapa I: decomposição do oxigênio molecular



Etapa II: combinação do oxigênio molecular com o oxigênio atômico.



b) Pela equação na etapa II, a proporção estequiométrica entre o oxigênio molecular e o oxigênio atômico é de 1 para 1, assim, para a altitude de aproximadamente 130 km, a quantidade em mols de oxigênio molecular é igual à quantidade em mols de oxigênio atômico (ponto onde as curvas se cruzam).

## ■ MÓDULO 8

1) I) *Falsa.*

$$1 \text{ kcal} \text{ — } 4,18\text{kJ}$$

$$2500 \text{ kcal} \text{ — } x$$

$$\boxed{x = 10450\text{kJ}}$$

II) *Falsa.*

Produto II:

$$1 \text{ porção} \text{ — } 150\text{kcal}$$

$$3 \text{ porções} \text{ — } x$$

$$\boxed{x = 450\text{kcal}}$$

**Produto I:**

1 porção ————— 75kcal

4 porções ————— y

$y = 300\text{kcal}$
----------------------

**III) Correta.**

**Cálculo da massa de carboidratos em porções de 15g:**

**Produto I:**

30g ————— 18g de carboidratos

15g ————— x

x = 9g de carboidratos

**Produto II:**

40g ————— 24g de carboidratos

15g ————— y

y = 9g de carboidratos

**Produto III:**

15g ————— 10g de carboidratos

**Observação:** Nos produtos I e III, a dieta é 2500kcal e não 2500 calorias.

**Resposta: B**