

UFMG – 2004

3º DIA

QUÍMICA

Química – Questão 01

Os metais alcalinos, ao reagirem com água, produzem soluções dos respectivos hidróxidos e gás hidrogênio. Esta tabela apresenta os dados termoquímicos que permitem a obtenção das equações das reações globais e seus respectivos ΔH :

ETAPA	PROCESSO	$\Delta H / (\text{kJ/mol})$		
		Li	Na	K
Etapa I	$M_{(s)} \rightarrow M_{(g)}$	+159	+107	+89
Etapa II	$M_{(g)} \rightarrow M^+_{(g)} + e^-$	+519	+502	+425
Etapa III	$M^+_{(g)} \rightarrow M^+_{(aq)}$	-957	-849	-767
Etapa IV	$H_2O_{(l)} + e^- \rightarrow OH^-_{(aq)} + \frac{1}{2} H_{2(g)}$	+56	+56	+56

1. Considerando os dados dessa tabela, **ESCREVA** a equação balanceada da reação global entre o potássio metálico e a água.
2. **CALCULE** a variação de entalpia para a reação entre o potássio metálico e a água, conforme mostrado no item 1. (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)
3. Considerando as variações de entalpia envolvidas na quebra ou formação de ligações químicas, **JUSTIFIQUE** por que a etapa I é, **necessariamente**, endotérmica. (Deixe claro, em sua resposta, o tipo das ligações envolvidas.)
4. Considerando a estrutura eletrônica dos átomos dos três elementos representados na tabela desta questão, **JUSTIFIQUE** por que o potássio tem o menor ΔH na etapa **II**.

RESOLUÇÃO:

1. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + \frac{1}{2}H_{2(g)}$
2. Somando-se os valores de ΔH das quatro etapas, temos:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \Delta H_I + \Delta H_{II} + \Delta H_{III} + \Delta H_{IV} \\ \Delta H &= +89 + 425 - 767 + 56 \\ \Delta H &= -197 \text{ kJ/mol de K(s)}\end{aligned}$$

3. A etapa I corresponde à sublimação do metal e, portanto, a ruptura das ligações metálicas entre seus átomos. Sendo assim, necessariamente é uma etapa endotérmica.
4. Entre os três elementos representados na tabela, o potássio apresenta o maior número de elétrons e, portanto, maior número de níveis de energia e maior distância média entre o elétron de valência e o núcleo, isto é, o potássio possui maior raio atômico. Dessa forma, o elétron a ser retirado do átomo de potássio possui maior energia total em relação àquele do sódio e do lítio, requerendo menor energia de ionização.

Química – Questão 02

O teste de chama é uma técnica utilizada para a identificação de certos átomos ou íons presentes em substâncias. Nesse teste, um fio metálico é impregnado com a substância a ser analisada e, em seguida, é colocado numa chama pouco luminosa, que pode assumir a cor característica de algum elemento presente nessa substância. Este quadro indica os resultados de testes de chama, realizados num laboratório, com quatro substâncias:

Substância	Cor da chama
HCl	Não se observa cor
$CaCl_2$	Vermelho-tijolo (ou alaranjado)
$SrCl_2$	Vermelho
$BaCl_2$	Verde-amarelado

- 1. INDIQUE**, em cada caso, o elemento responsável pela cor observada.
- Utilizando um modelo atômico em que os elétrons estão em níveis quantizados de energia, **EXPLIQUE** como um átomo emite luz no teste de chama.
(Deixe claro, em sua resposta, o motivo pelo qual átomos de elementos diferentes emitem luz de cor diferente.)

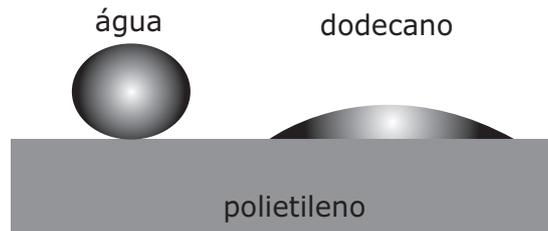
RESOLUÇÃO:

Vermelho-tijolo (ou alaranjado)	Vermelho	Verde-amarelado
Cálcio	Estrôncio	Bário

- Segundo o modelo atômico de N. Bohr os elétrons descrevem órbitas ao redor do núcleo que são quantizadas e estacionárias em relação a energia. Ao absorver calor os elétrons são promovidos a níveis de energia potencial mais elevados, mais afastados do núcleo. Ainda, esses elétrons retornam a um nível de menor energia, mais próximo do núcleo, emitindo a diferença de energia entre eles na forma de luz. Como essa variação de energia entre os níveis é diferente para átomos de elementos químicos distintos em função de diferentes cargas nucleares, obtêm-se diferentes cores no espectro de emissão.

Química – Questão 03

Observe as formas de uma gota de água e de uma gota de dodecano, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$, colocadas sobre uma superfície de polietileno, um polímero de fórmula $\text{-(CH}_2\text{CH}_2\text{)}_n\text{-}$, mostradas nesta figura:



1. Considerando as interações intermoleculares entre a água e a superfície do polietileno e as interações das moléculas de água entre si, **JUSTIFIQUE** o fato de a gota de água apresentar uma pequena área de contato com o polietileno.
2. Considerando as interações intermoleculares entre o dodecano e a superfície do polietileno e as interações das moléculas de dodecano entre si, **JUSTIFIQUE** o fato de a gota de dodecano apresentar uma grande área de contato com o polietileno.
3. Nesta figura, está representada uma gota de água depositada sobre uma superfície de vidro limpo:



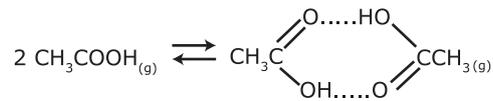
INDIQUE se, nesse caso, a superfície do vidro apresenta características polares ou apolares.

RESOLUÇÃO:

1. As interações entre as moléculas polares de água (interação do tipo ligações de hidrogênio) são mais intensas, energeticamente mais estáveis, que as interações entre essas moléculas e as moléculas apolares do polietileno (interações do tipo dipolo instantâneo – dipolo induzido). Portanto, as moléculas de água ficam mais próximas entre si que da superfície do polietileno, apresentando pequena área de contato com esse material.
2. As interações entre as moléculas apolares de dodecano (interações do tipo dipolo instantâneo – dipolo induzido) são menos intensas que as interações entre essas moléculas e as moléculas apolares do polietileno (dipolo dipolo instantâneo – dipolo induzido) pois as moléculas do polímero possuem maior número de elétrons e podem induzir eletricamente com maior intensidade as moléculas menores de dodecano. Portanto, a gota tende a apresentar grande área de contato com a superfície de polietileno.
3. Polares.

Química – Questão 04

Um balão rígido contém vapor de ácido acético, CH_3COOH (g). Esse vapor se dimeriza e estabelece-se o equilíbrio representado por esta equação:



1. Esta mistura, em equilíbrio, comporta-se como um gás ideal. O balão tem um volume igual a 1 L, sua pressão interna é de 1 atm e a temperatura é igual a 400 K. Considerando que, nessas condições, o volume molar de um gás ideal é igual a 33 L, **CALCULE** a quantidade, em mol, de gás contida no balão.
2. A massa do conteúdo desse balão foi medida, encontrando-se o valor aproximado de 3 g. A partir dessa massa, **CALCULE** a quantidade, em mol, de moléculas de vapor de ácido acético, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(g)}$, que haveria no balão, caso não ocorresse a dimerização.
3. De acordo com a equação representada nesta questão, para cada molécula do dímero que se formar, desaparecem duas moléculas do monômero.
CALCULE as quantidades, em mol, do monômero e do dímero existentes no equilíbrio, quando a soma dessas quantidades corresponder ao valor calculado no item 1 desta questão. (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

RESOLUÇÃO:

1.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de gás} \quad \text{---} \quad 33 \text{ L} \\ X \quad \quad \quad \text{---} \quad 1 \text{ L} \end{array}$$

$$x = 0,03 \text{ mol de gás}$$

2. Massa molar do ácido acético = $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } \text{CH}_3\text{COOH} \quad \text{---} \quad 60 \text{ g} \\ x \quad \quad \quad \text{---} \quad 3 \text{ g} \end{array}$$

$$x = \frac{3}{60} \Rightarrow x = 0,05 \text{ mol de moléculas de } \text{CH}_3\text{COOH}$$

3.

	CH_3COOH	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$
início	0,05 mol	0 mol
desenvolvimento	2x mol	x mol
equilíbrio	0,05 - 2x mol	x mol

Como a soma das quantidades, em mol, do monômero e do dímero existentes no equilíbrio são iguais a 0,03 mol, temos

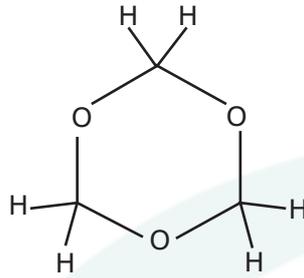
$$0,05 - 2x + x = 0,03$$

$$x = 0,02 \text{ mol}$$

Portanto, a quantidade do monômero é igual a 0,01 mol e a do dímero, igual a 0,02 mol.

Química – Questão 05

A estrutura representa um trímero, X_3 , de um composto orgânico X .

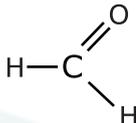


- ESCREVA** a fórmula molecular e a fórmula mínima desse trímero.
- REPRESENTE** a fórmula estrutural do monômero X . **CITE** o nome desse monômero.
- Esse monômero X pode ser reduzido para produzir um álcool e pode ser oxidado para produzir um ácido carboxílico.
REPRESENTE as fórmulas estruturais desse álcool e desse ácido carboxílico. **CITE** o nome dos dois.
- O álcool e o ácido carboxílico abordados no item 3 desta questão reagem entre si.
ESCREVA a equação completa, balanceada, que representa essa reação.

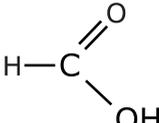
RESOLUÇÃO:

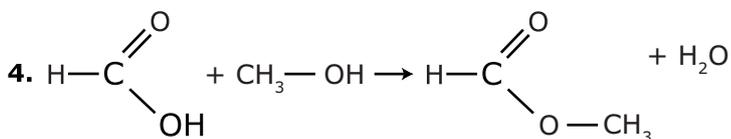
- Fórmula molecular: $C_3H_6O_3$

Fórmula mínima: CH_2O

- Fórmula estrutural:  metanal

- Fórmula estrutural do álcool: CH_3-OH metanol

Fórmula estrutural do ácido carboxílico:  ácido metanoico

- 

Química – Questão 06

Quando o acetoacetato de etila – Composto **I** – é dissolvido em hexano, estabelece-se o equilíbrio representado nesta equação:



- IDENTIFIQUE** as funções orgânicas presentes na estrutura do composto **I**.
- Um mol de acetoacetato de etila foi dissolvido em uma quantidade de hexano suficiente para preparar 1 L de solução. Essa solução apresentou, no estado de equilíbrio, as seguintes concentrações:

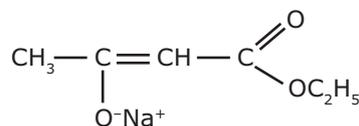
Composto	Concentração / (mol/L)
I	0,90
II	0,10

CALCULE a constante de equilíbrio.

(Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

- À solução em hexano, descrita no item 2 desta questão, adicionou-se 0,20 mol de sódio metálico, que reage, exclusivamente, com o composto **II**.

Nessa reação, é formado o enolato de sódio, composto **III**:



composto III

Considerando o equilíbrio entre os compostos **I** e **II**, **INDIQUE** a quantidade do composto **III** formado na reação com o sódio.

JUSTIFIQUE sua resposta.

RESOLUÇÃO:

- Funções éster e cetona.

$$2. \quad K_c = \frac{[\text{composto II}]}{[\text{composto I}]}$$

$$K_c = \frac{0,10}{0,90}$$

$$K_c = 0,11$$

- Indicação: 0,20 mol de composto III

Justificativa: A reação de sódio metálico com o composto II desloca o equilíbrio, entre os compostos I e II para a formação de composto II, originando maior quantidade desse composto, suficiente para reagir completamente com o sódio adicionado. Considerando que a reação entre o composto II e o sódio metálico não estabelece um estado de equilíbrio químico, e a relação estequiométrica entre os compostos II e III é de 1:1, 0,20 mol de composto II serão convertidos em 0,20 mol de composto III.



Química – Questão 07

O sulfato de bário, $\text{BaSO}_{4(s)}$, é usado como contraste radiográfico, porque átomos e íons de bário absorvem, eficientemente, os raios X. Entretanto, os íons de bário dissolvidos em água, $\text{Ba}^{2+}_{(aq)}$, são muito tóxicos. Em 2003, uma empresa produziu e comercializou, como contraste radiográfico, sulfato de bário contaminado com carbonato de bário, $\text{BaCO}_{3(s)}$, o que provocou a morte de diversos pacientes que ingeriram o produto. Esta tabela apresenta as solubilidades de sulfato de bário, carbonato de bário e cloreto de bário, BaCl_2 :

Sal de bário	Solubilidade em água / (mol/L)
Sulfato de bário	1×10^{-9}
Carbonato de bário	5×10^{-8}
Cloreto de bário	1,4

1. A um recipiente que contém 1 mol de $\text{BaCO}_{3(s)}$ foi adicionada água destilada suficiente para se obter uma mistura de $\text{BaCO}_{3(s)}$ e 1 L de solução desse sal.

Considerando a solubilidade do carbonato de bário em água, **CALCULE** a massa, em gramas, de íons $\text{Ba}^{2+}_{(aq)}$, que estão dissociados na solução, depois de se estabelecer o equilíbrio entre o sólido e os íons dissociados.

(Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

2. Sabe-se que, para um adulto que pese 60 kg, a dose letal do BaCO_3 (s), se ingerido por via oral, é de 48 g. **CALCULE** a massa de íons Ba^{2+} nessa dose.

(Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

3. Para se entender a toxicidade do carbonato de bário, é preciso considerar-se a possibilidade do seguinte equilíbrio, quando esse sal chega ao estômago:



Considerando que o suco gástrico, secretado pelo estômago, é constituído, principalmente, de HCl , com pH menor que 2, e levando em conta a solubilidade do cloreto de bário apresentada na tabela, **EXPLIQUE** por que ocorreram essas mortes causadas pela ingestão do BaSO_4 contaminado com BaCO_3 , apesar da baixa solubilidade em água desses sais.

RESOLUÇÃO:

1. A dissociação do $\text{BaCO}_3(s)$ é dado pela equação:



Portanto

	$\text{BaCO}_3(s)$	$\text{Ba}^{2+}_{(aq)}$	$\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$
início	1 mol	0 mol	0 mol
desenvolvimento	5×10^{-8} mol	5×10^{-8} mol	5×10^{-8} mol
equilíbrio	$1 - 5 \times 10^{-8}$ mol \cong 1 mol	5×10^{-8} mol	5×10^{-8} mol

Cálculo da massa molar do carbonato de bário:

$$\text{Ba} \Rightarrow 1 \cdot 137,3 = 137,3$$

$$\text{C} \Rightarrow 1 \cdot 12 = 12$$

$$\text{O} \Rightarrow 3 \cdot 16 = 48$$

$$\Rightarrow M(\text{BaCO}_3) = 197,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ mol de Ba}^{2+} \text{ — } 137,3 \text{ g}$$

$$5 \times 10^{-8} \text{ mol Ba}^{2+} \text{ — } x$$

$$x = 5 \times 10^{-8} \cdot 137,3$$

$$x = 6,87 \times 10^{-6} \text{ g de Ba}^{2+}$$

$$1 \text{ mol de Ba}^{2+} \text{ — } 1 \text{ mol de BaCO}_3$$

$$137,3 \text{ g de Ba}^{2+} \text{ — } 197,3 \text{ g de BaCO}_3$$

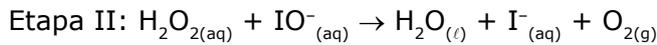
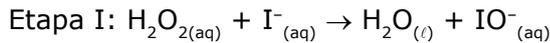
$$x \text{ — } 48 \text{ g de BaCO}_3$$

$$x = \frac{137,3 \cdot 48}{197,3} \Rightarrow x = 33,4 \text{ g Ba}^{2+}$$

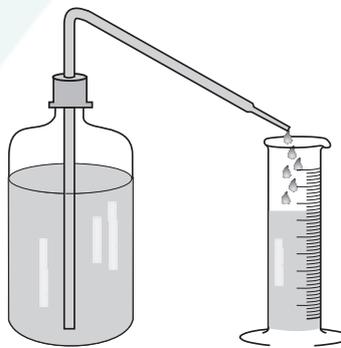
O carbonato de bário reage com o ácido clorídrico, enquanto o sulfato de bário não apresenta tal comportamento. Em presença de suco gástrico, a alta concentração de íons $\text{H}^+_{(aq)}$ favorece a transformação de carbonato de bário em cloreto de bário (BaCl_2), devido ao deslocamento do equilíbrio apresentado no sentido de formação de íons Ba^{2+} . A solubilidade do BaCl_2 é significativamente maior que a do sulfato de bário e carbonato de bário, apresentando os íons Ba^{2+} , que são tóxicos, dissociados.

Química – Questão 08

A reação de decomposição de água oxigenada, $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$, foi realizada na presença do catalisador $\text{KI}_{(\text{aq})}$. Essa reação ocorre em duas etapas consecutivas, representadas pelas equações



- ESCREVA** a equação da reação global de decomposição da água oxigenada.
- É comum afirmar-se que “um catalisador **não** participa da reação, embora aumente a velocidade dela”. Considerando as equações das duas etapas e a equação da reação global solicitada no item 1 desta questão, **INDIQUE** se essa afirmação é **verdadeira** ou **falsa**.
JUSTIFIQUE sua resposta.
- Essa reação foi realizada e sua velocidade medida a partir do volume de líquido expelido pelo bico de uma garrafa lavadeira, como representado neste desenho:



Foram feitos três experimentos com variação das quantidades iniciais de $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ 1 mol/L e de KI 0,1 mol/L. Os dois reagentes foram misturados, juntamente com volumes de água escolhidos para que, nas três situações, fosse constante o volume total da solução.

Nesta tabela, estão representadas as condições em que os experimentos foram realizados e, na última coluna, os volumes de líquido expelidos por minuto pelo bico da garrafa lavadeira:

Experimento	Volume / mL			Volume expelido por minuto / mL
	$\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ 1 mol/L	$\text{KI}_{(\text{aq})}$ 0,1 mol/L	H_2O	
I	50	100	150	8,5
II	100	100	100	17
III	100	50	150	8,5

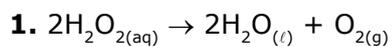
A equação da velocidade da reação tem esta forma:

$$\text{velocidade} = \text{constante} \cdot (\text{concentração de } \text{H}_2\text{O}_2)^m \cdot (\text{concentração de } \text{KI})^n$$

Nessa expressão, **m** e **n** são números inteiros constantes, determinados experimentalmente. Considerando os resultados desses experimentos, **INDIQUE** os valores das constantes **m** e **n**.

EXPLIQUE como você encontrou esses valores.

RESOLUÇÃO:



2. **Indicação:** Falsa.

Justificativa: O catalisador $\text{KI}_{(\text{aq})}$ participa como reagente na Etapa I, sendo restituído na Etapa II. Portanto, o catalisador participa da reação, mas não é consumido por ela.

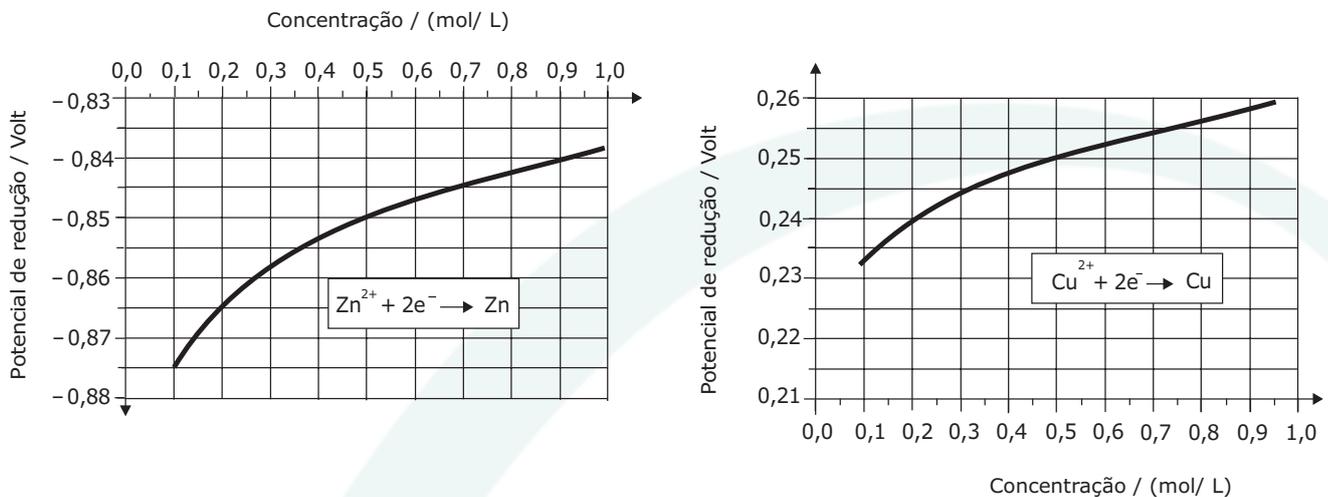
3. $m = 1$

$n = 1$

Nos experimentos **I** e **II** dobrando a concentração, em mol/L, de $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ e mantendo constante a concentração de $\text{KI}_{(\text{aq})}$, a velocidade dobra. Nos experimentos **II** e **III** reduzindo à metade a concentração, em mol/L, de $\text{KI}_{(\text{aq})}$ e mantendo constante a concentração de $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$, a velocidade é reduzida à metade. Portanto, a velocidade inicial da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio é diretamente proporcional em relação às concentrações de $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ e $\text{KI}_{(\text{aq})}$.

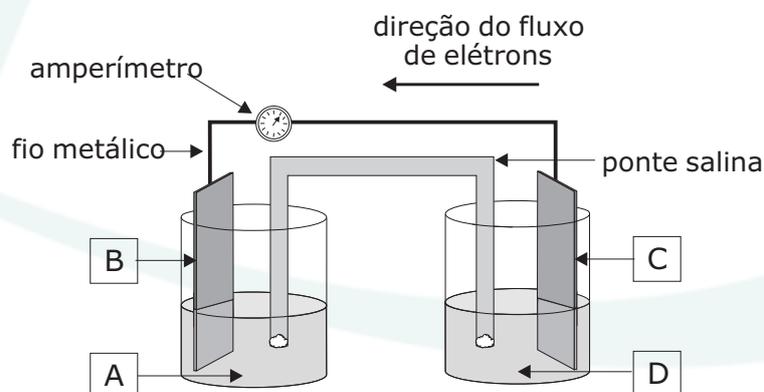
Química – Questão 09

Estes gráficos apresentam os potenciais de redução do zinco e do cobre, medidos em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio, em função das concentrações dos íons metálicos presentes nas soluções:



Uma pilha eletroquímica foi montada com placas de cobre e zinco e soluções aquosas dos respectivos sulfatos.

1. Considerando as informações contidas nos gráficos, **ESCREVA** a equação balanceada da reação espontânea dessa pilha.
2. Neste desenho, estão representados a pilha e o fluxo de elétrons – da direita para a esquerda – no fio metálico:



Considerando as informações contidas nesse desenho, **IDENTIFIQUE**, no quadro, os metais e soluções constituintes da pilha, indicados com as letras A, B, C e D.

3. Utilizando dados dos gráficos, **CALCULE** a força eletromotriz medida nessa pilha, caso as duas soluções tenham concentração igual a 0,5 mol/L.
(Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)
4. Uma segunda pilha foi montada, usando uma solução de CuSO_{4(aq)}, de concentração mais alta que 0,5 mol/L, e uma solução de ZnSO_{4(aq)}, de concentração mais baixa que 0,5 mol/L. **INDIQUE** se a força eletromotriz dessa nova pilha é **menor**, **igual** ou **maior** que aquela calculada no item 3 desta questão.

RESOLUÇÃO:

1. Na forma iônica: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$

Na forma completa: $\text{CuSO}_{4(\text{aq})} + \text{Zn}_{(\text{s})} \rightarrow \text{ZnSO}_{4(\text{aq})} + \text{Cu}_{(\text{s})}$

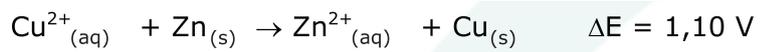
2. A: $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$

B: $\text{Cu}_{(\text{s})}$

C: $\text{Zn}_{(\text{s})}$

D: $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$

3.



4. Maior