

# RELATÓRIO 5

## Calor de Reação

NOME: \_\_\_\_\_ NO.USP: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_ NO.USP: \_\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

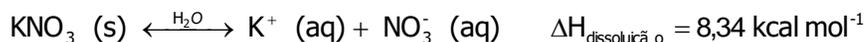
Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### PARTE A: Determinação da Capacidade Calorífica do Calorímetro

#### a1. Dissolução de nitrato de potássio

Temperatura / °C	Experimento 1	Experimento 2
Inicial	±	±
Final	±	±

1. A capacidade calorífica do calorímetro é calculada através do balanço energético da dissolução de nitrato de potássio em água



2. Considerando o processo adiabático, então o calor da reação (dissolução) é a soma do calor absorvido pela solução e o calor absorvido pelo calorímetro ou seja:  $q_{\text{dissolução}} + q_{\text{solução}} + q_{\text{calorímetro}} = 0$
3. O calor de dissolução é o calor liberado pela solução de  $\text{KNO}_3$  e é determinado como o produto do número de mol de  $\text{KNO}_3$  ( $n_{\text{KNO}_3}$ ) e a entalpia molar de dissolução ( $\Delta H_{\text{dissolução}}$ ):  $q_{\text{dissolução}} = n_{\text{KNO}_3} \times \Delta H_{\text{dissolução}}$
4. O calor da solução é o calor absorvido pela solução de  $\text{KNO}_3$ :  $q_{\text{solução}} = m.c.\Delta T$ , onde  $m$  é a massa da solução e  $c$  o calor específico da solução em  $\text{g mL}^{-1}$ . Note que a massa da solução não foi determinada mas sim o volume. Assim, é possível reescrever a expressão como:  $q_{\text{solução}} = d \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$ , onde  $d$  é a densidade da solução e  $V$  o seu volume.
5. Solução de  $\text{KNO}_3$  (determine os valores de densidade e calor específico através da tabela 11.1):

Concentração: \_\_\_\_\_  $\text{mol L}^{-1}$ ;

Densidade: \_\_\_\_\_  $\text{g mL}^{-1}$

Calor específico: \_\_\_\_\_  $\text{cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

6. Exemplificar os cálculos e não esquecer as unidades.

$Q_{\text{dissolução}} = \dots\dots\dots$

$Q_{\text{solução}} = \dots\dots\dots$

$$C = \frac{-q_{\text{dissolução}} - q_{\text{solução}}}{\Delta T} = \dots\dots\dots \text{ (cal/grau)}$$

	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2
Variação de temperatura (_____)	_____	_____
Volume da solução (_____)	_____	_____
Número de mol de KNO <sub>3</sub>	_____	_____
Calor específico da solução (_____)	_____	_____
Densidade da solução (_____)	_____	_____
$Q_{\text{dissolução}}$ (_____)	_____	_____
$Q_{\text{solução}}$ (_____)	_____	_____
<b>Capacidade calorífica do calorímetro, Cal/grau</b> (_____)	_____	_____

## a2. Variação de temperatura de água

1. Não esquecer de indicar as unidades e os erros.
2. O calor cedido pela água quente deve ser igual ao calor recebido pela água fria e pelo calorímetro assim, para a mistura a seguinte equação é aplicada:

$$m_Q^{(H_2O)} \cdot c^{(H_2O)} \cdot |\Delta T_Q| = E_{\text{cal}} \cdot |\Delta T_F| + m_F^{(H_2O)} \cdot c^{(H_2O)} \cdot |\Delta T_F|$$

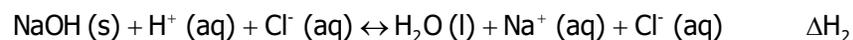
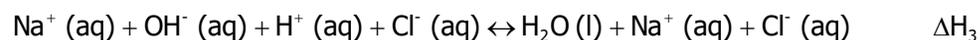
3. Assumir que o calor específico da água é 1,00 cal g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>
4. Lembrar que a massa de água não foi determinada mas sim o volume. Procurar a densidade (d) da água a diferentes temperaturas na referência 2 e calcular a massa como:  $m = d \cdot V$

**ATENÇÃO:** Comparação das capacidades caloríficas do calorímetro calculadas (em a2 foi denominada de equivalente em água) os equivalentes. Tomando o valor determinado em a2, determinar  $\Delta H_{\text{dissolução}}$  de KNO<sub>3</sub>. Discuta o resultado. Qual o valor de capacidade calorífica do calorímetro mais precisa ? Qual o valor a ser utilizado na Parte B ?

	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2
Varição da temperatura da água fria no calorímetro ( $\Delta T_F = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$ )	_____	_____
Varição da temperatura da água quente adicionada ao calorímetro ( $\Delta T_Q = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$ )	_____	_____
Massa de água fria ( $m_F$ )	_____	_____
Massa de água quente ( $m_Q$ )	_____	_____
Equivalente em água do calorímetro ( $E_{\text{cal}}$ ) e valor de C	_____	_____

### PARTE B: Entalpia de Neutralização e a Lei de Hess.

Reações envolvidas:



#### B.1. Dissolução de hidróxido de sódio em água.

Massa de NaOH (g)	$T_{\text{inicial}} / ^\circ\text{C}$	$T_{\text{final}} / ^\circ\text{C}$
_____	_____	_____

#### B.2. Reação de neutralização do hidróxido de sódio sólido com uma solução aquosa de ácido clorídrico.

Massa de NaOH (g)	$T_{\text{inicial}} / ^\circ\text{C}$	$T_{\text{final}} / ^\circ\text{C}$
_____	_____	_____

**B.3. Reação de neutralização empregando soluções aquosas de hidróxido de sódio e ácido clorídrico.**

Número de mol de NaOH	T <sub>inicial</sub> / °C	T <sub>final</sub> / °C
_____	_____	_____

1. De acordo com a lei de Hess:  $\Delta H_2 = \Delta H_1 + H_3$
2. O calor de reação ( $q_{\text{reação}}$ ) pode ser calculado através da relação:  $-q_{\text{reação}} = q_{\text{solução}} + q_{\text{calorímetro}}$  onde  $q_{\text{reação}}$  é o calor de reação;  $q_{\text{solução}}$  é o calor absorvido pela solução  $= m \cdot c \cdot \Delta T = d \cdot v \cdot c \cdot \Delta T$
3. Os valores de densidade e calor específico das soluções de NaOH e NaCl podem ser encontrados na Tabela 1.
4. Os valores de  $\Delta H$  podem ser calculados como:  $n_{\text{NaOH}} \cdot \Delta H = q_{\text{reação}}$ , onde  $n_{\text{NaOH}}$  é o número de mol de hidróxido de sódio.

**CÁLCULOS E QUESTÕES**

1. Construir um gráfico de temperatura em função do tempo com as medidas realizadas em a2. Explicar como obter o valor correto de  $\Delta T$  através deste gráfico.

**Gráfico (colar neste espaço)**

2. Demonstrar se há uma equiparação entre os dois métodos (a1 e a2) de determinar a capacidade calorífica do calorímetro.

.....  
 .....  
 .....

3. Construir uma tabela demonstrando a lei de Hess.

4. Calcular a porcentagem de erro relativo para a diferença entre  $\Delta H_2$  e a soma  $\Delta H_1 + \Delta H_3$ .

.....  
 .....

5. Na Parte B, indicar quais as etapas são endotérmicas e quais são exotérmicas

.....  
 .....

**Tabela 11.1.** Densidade e calor específico de soluções aquosas

Solução	Molaridade (M)	Densidade ( g mL <sup>-1</sup> )	Calor específico (cal g <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )
NaOH	1,00	1,04	0,94
	0,50	1,02	0,97
	0,25	1,01	0,98
NaCl	2,00	1,08	0,91
	1,00	1,04	0,93
	0,50	1,02	0,96
KNO <sub>3</sub>	1,00	1,06	0,90
	0,50	1,03	0,94
	0,25	1,02	0,97

\* Valores de densidade e calor específico para soluções intermediárias podem ser graficamente interpolados