

Лабораторная работа 1

Определение интегральной теплоты растворения соли

Цель работы:

1. Определить постоянную калориметра по известной теплоте растворения соли KCl
2. Определить теплоту растворения исследуемой соли.

Содержание работы:

Работа состоит из двух опытов:

1. Определение постоянной калориметра по известной теплоте растворения KCl, ($\Delta H_{\text{KCl}} = 18,67$ кДж).
2. Определение интегральной теплоты растворения заданной соли.

Экспериментальное определение тепловых эффектов проводят в калориметрах, конструкции которых очень разнообразны. Работа проводится в калориметре, который состоит из калориметрического сосуда, изготовленного из материала с малой проводимостью (органическое стекло), в отверстие крышки которого вставляют термометр и пробирку для соли. Калориметр устанавливают на магнитную мешалку. Во время опыта давление в калориметрической системе остается постоянным, равным атмосферному (калориметр открытого типа), поэтому тепловой эффект изучаемого процесса:

$$Q_p = \Delta H$$

Чтобы уменьшить величину теплообмена и погрешности в определении ΔH необходимо правильно выбрать условия: продолжительность опыта должна составлять 7-10 мин., температура калориметра не должна сильно отличаться от температуры окружающей среды.

Тепловой баланс процесса в калориметрическом опыте выражается уравнением:

$$\Delta H = C_k * \Delta t$$

где C_k – теплоемкость калориметрической системы, которая равна сумме теплоемкостей всех ее частей $C_k = \sum C_i * m_i$; C_k остается постоянной при опытах в данном калориметре с различными солями, если вес соли и растворителя (воды) брать постоянным. В противном случае:

$$C_k = (G + q) * C + K$$

где G - навеска воды; q - навеска соли; C – удельная теплоемкость раствора, которая практически одинакова для всех разбавленных растворов неорганических солей в воде $C=0,98\text{ кал/г.град} = 4,1\text{ Дж/г.град}$; K - постоянная калориметра, т.е теплоемкость калориметра и вспомогательных устройств(стакана, крышки, термометра, пробирки, перемешивающего стержня); Δt – изменение температуры в процессе растворения, которое определяется графически.

Выполнение опыта 1.

1. Залить в стакан 200 мл воды комнатной температуры. Установить стакан в калориметре. Установить мешалку.
2. Отвесить на аналитических весах рассчитанное количество(0,1-0,069 моля) и перенести в пробирку, которую укрепит в крышке калориметра.
3. В отверстие крышки калориметра установить термометр и включить мешалку.
4. Включить секундомер и начать измерение температуры каждые 30 сек.:
Первые ~ 10 отсчетов составляют предварительный период. После этого ввести в калориметре вещество, быстро высыпав его из пробирки в воду и поставив пустую пробирку на прежнее место, и продолжая при этом вести измерения температуры. Мешалку не включать. В результате растворения соли температура в калориметре резко изменяется. Это и будет главный период. Затем начинается выравнивание температуры раствора и окружающей среды. Это заключительный период, который продолжается еще 10 измерений. Общее количество измерений должно быть равным 30.
5. Результаты опыта записать в виде таблицы:

τ , мин												
$t, ^\circ\text{C}$												

τ , мин												
$t, ^\circ\text{C}$												

τ , мин						
$t, ^\circ\text{C}$						

$$g_{\text{KCl}} = 5 \text{ г.}$$

$$M_{\text{KCl}} = 74,5 \text{ г/моль.}$$

$$\Delta H_{\text{KCl}} = 18,67 \text{ кДж}$$

Обработка результатов опыта № 1.

1. По результатам опыта построить график в координатах « Температура – время» и найти величину Δt .

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1,67 - 1,04 = 0,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Рассчитать постоянную калориметра по формуле:

$$K = \frac{\Delta H}{\Delta t} \times \frac{g}{M} \quad \text{кДж} / \text{град}$$

$$K = \frac{18,67}{0,63} \times \frac{5}{74,5} = 1,98521 \text{ кДж} / \text{град}$$

Выполнение опыта №2

В той же последовательности проводится опыт №2 по определению интегральной теплоты растворения заданной соли. Результаты опыта записать в виде таблицы:

τ , мин	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
t , $^\circ\text{C}$	1,63 1,64	1,64	1,65	1,65	1,66	1,66	1,66	1,66	1,67	1,04	1,05	

τ , мин	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
t , $^\circ\text{C}$	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,14	1,15	1,16

τ , мин	12,5	13	13,5	14	14,5	15
t , $^\circ\text{C}$	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22

$g(\text{NH}_4\text{Cl}) = 3\text{г}$

$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5\text{г/моль}$

Обработка результатов опыта №2

1. Графически определили Δt .

$$\Delta t = 1,75 - 1,01 = 0,74$$

2. Рассчитали интегральную теплоту растворения соли по формуле:

$$\Delta H_{\text{соли}} = \frac{K \times \Delta t \times M}{g} = \frac{1,98521 \times 0,74 \times 53,5}{3} = 26,198 \text{ кДж/моль.}$$

Вывод: в ходе данной лабораторной работы, мы научились определять постоянную калориметра по известной теплоте растворения – 1,98 кДж/град. Построили график и определили Δt . Определили теплоту растворения исследуемой соли.

Лабораторная работа №1

Определение интегральной теплоты растворения соли

Цель работы:

3. Определить постоянную калориметра по известной теплоте растворения соли KCl
4. Определить теплоту растворения исследуемой соли.

Содержание работы:

Работа состоит из двух опытов:

3. Определение постоянной калориметра по известной теплоте растворения KCl, ($\Delta H_{\text{KCl}} = 18,67 \text{ кДж}$).
4. Определение интегральной теплоты растворения заданной соли.

Экспериментальное определение тепловых эффектов проводят в калориметрах, конструкции которых очень разнообразны. Работа проводится в калориметре, который состоит из калориметрического сосуда, изготовленного из материала с малой проводимостью (органическое стекло), в отверстие крышки которого вставляют термометр и пробирку для соли. Калориметр устанавливают на магнитную мешалку. Во время опыта давление в калориметрической системе остается постоянным, равным атмосферному (калориметр открытого типа), поэтому тепловой эффект изучаемого процесса:

$$Q_p = \Delta H$$

Чтобы уменьшить величину теплообмена и погрешности в определении ΔH необходимо правильно выбрать условия: продолжительность опыта должна составлять 7-10 мин., температура калориметра не должна сильно отличаться от температуры окружающей среды.

Тепловой баланс процесса в калориметрическом опыте выражается уравнением:

$$\Delta H = C_k \cdot \Delta t$$

где C_k – теплоемкость калориметрической системы, которая равна сумме теплоемкостей всех ее частей $C_k = \sum C_i \cdot m_i$; C_k остается постоянной при

опытах в данном калориметре с различными солями, если вес соли и растворителя (воды) брать постоянным. В противном случае:

$$C_{\kappa} = (G + q) * C + K$$

где G - навеска воды;

q - навеска соли;

C – удельная теплоемкость раствора ,которая практически одинакова для всех разбавленных растворов неорганических солей в воде

$C=0,98\text{кал/г.град} = 4,1 \text{ Дж/град};$

K - постоянная калориметра, т.е теплоемкость калориметра и вспомогательных устройств (стакана, крышки, термометра, пробирки, перемешивающего стержня);

Δt – изменение температуры в процессе растворения, которое определяется графически.

Выполнение опыта №1.

6. Залить в стакан 200 мл воды комнатной температуры. Установить стакан в калориметре. Установить мешалку.
7. Отвесить на аналитических весах рассчитанное количество (0,1-0,069 моля) и перенести в пробирку, которую укрепить в крышке калориметра.
8. В отверстие крышки калориметра установить термометр и включить мешалку.
9. Включить секундомер и начать измерение температуры каждые 30 сек.:
Первые ~ 10 отсчетов составляют предварительный период. После этого ввести в калориметр вещество, быстро всыпав его из пробирки в воду и поставив пустую пробирку на прежнее место, и продолжая при этом вести измерения температуры. Мешалку не включать. В результате растворения соли температура в калориметре резко изменяется. Это и будет главный период. Затем начинается выравнивание температуры раствора и окружающей среды. Это заключительный период, который продолжается еще 10 измерений. Общее количество измерений должно быть равным 30.
10. Результаты опыта записать в виде таблицы:

τ , мин												
$t, ^\circ\text{C}$												

τ , мин												
$t, ^\circ\text{C}$												

τ , мин						
--------------	--	--	--	--	--	--

t, °C						
-------	--	--	--	--	--	--

$$g_{KCl} = 5 \text{ г.}$$

$$M_{KCl} = 74,5 \text{ г/моль.}$$

$$\Delta H_{KCl} = 18,67 \text{ кДж}$$

Обработка результатов опыта № 1.

3. По результатам опыта построить график в координатах « Температура – время» и найти величину Δt .

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1,67 - 1,04 = 0,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4. Рассчитать постоянную калориметра по формуле:

$$K = \frac{\Delta H}{\Delta t} \times \frac{g}{M} \quad \text{кДж} / \text{град}$$

$$K = \frac{18,67}{0,63} \times \frac{5}{74,5} = 1,98521 \text{ кДж} / \text{град}$$

Выполнение опыта №2

В той же последовательности проводится опыт №2 по определению интегральной теплоты растворения заданной соли. Результаты опыта записать в виде таблицы:

τ, мин	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
t, °C	1,63	1,64	1,64	1,65	1,65	1,66	1,66	1,66	1,66	1,67	1,04	1,05

τ, мин	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
t, °C	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,14	1,15	1,16

τ, мин	12,5	13	13,5	14	14,5	15
t, °C	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22

$$g(\text{NH}_4\text{Cl}) = 3 \text{ г}$$

$$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5 \text{ г/моль}$$

Обработка результатов опыта №2

3. Графически определили Δt .

$$\Delta t = 1,75 - 1,01 = 0,74$$

4. Рассчитали интегральную теплоту растворения соли по формуле:

$$\Delta H_{\text{соли}} = \frac{K \times \Delta t \times M}{g} = \frac{1,98521 \times 0,74 \times 53,5}{3} = 26,198 \text{ кДж/моль.}$$

Вывод: в ходе данной лабораторной работы, мы научились определять постоянную калориметра по известной теплоте растворения – 1,98 кДж/град. Построили график и определили Δt . Определили теплоту растворения исследуемой соли.