# Бланк выполнения задания № 2

**Цель работы:** определение теплового эффекта системы, в которой происходит химическая реакция, и энтальпии реакции в нестандартных условиях

**Опыт 1**

Реакция нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия в одну стадию:

H2SO4 + 2NaOH = Na2SO4 + 2H2O; ± ∆Н1

1. Результаты опыта 1 занесите в таблицу 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | v,  мл | t,  0С | ρ,  г/см3 | С, Дж/г∙0С | n,  моль | Q, Дж/n моль | ∆Н, кДж/ моль |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H2SO4 | 20 | 18 | 1,059 | 2,93 | 0,020 | 1117 | -55,85 |
| NaOH | 20 | 18 | 1,076 | 3,50 | 0,040 | 1356 | -33,90 |
| Na2SO4 | 40 | 31 | 1,028 | 3,795 | 0,020 | 4838 | -241,90 |

1. Расчеты:

2.1. Рассчитайте количество теплоты для каждого из веществ: *Q = V · ρ · c ∙ t*, округляя до целого значения:

20∙1,059∙2,93∙18 = 1117 Дж

20∙1,076∙3,50∙18 = 1356 Дж

40∙1,028∙3,795∙31 = 4838 Дж

2.2. Определите число молей, округляя до тысячных:

= 20/1000 = 0,020

2∙0,020 = 0,040

0,020

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | V(H2SO4), мл | t(H2SO4), oC | t(NaHSO4), oC | t(Na2SO4), oC |
| 3 | 20 | 18 | 27 | 31 |

2.3. Рассчитайте энтальпию каждого вещества: ∆Н =  округляя до сотых:

кДж/моль

кДж/моль

кДж/моль

2.4. По следствию из закона Гесса определите тепловой эффект системы и энтальпию реакции:

4838 – 1117 – 1356 = 2365 Дж

(-241,90) – (-55,85) - 2∙(-33,90) = -118,25 кДж/моль

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раствор | t, оС | ρ, г/см3 | С, Дж/г∙оС |
| H2SO4, 1 М | 12 | 1,061 | 2,75 |
| 14 | 1,060 | 2,81 |
| 16 | 1,060 | 2,87 |
| 18 | 1,059 | 2,93 |
| 20 | 1,059 | 2,99 |
| 22 | 1,059 | 3,04 |
| 24 | 1,058 | 3,10 |
| 26 | 1,058 | 3,15 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NаОН, 2 М | 12 | 1,079 | 3,41 |
| 14 | 1,078 | 3,44 |
| 16 | 1,077 | 3,47 |
| 18 | 1,076 | 3,50 |
| 20 | 1,075 | 3,53 |
| 22 | 1,074 | 3,56 |
| 24 | 1,073 | 3,59 |
| 26 | 1,072 | 3,62 |
| NаНSО4, 1 М | 20 | 1,050 | 3,73 |
| 22 | 1,046 | 3,74 |
| 24 | 1,042 | 3,75 |
| 26 | 1,038 | 3,76 |
| 28 | 1,034 | 3,77 |
| 30 | 1,030 | 3,78 |
| 32 | 1,026 | 3,79 |
| 34 | 1,022 | 3,80 |
| Nа2SО4, 1 М | 24 | 1,074 | 3,74 |
| 26 | 1,066 | 3,76 |
| 28 | 1,058 | 3,78 |
| 30 | 1,050 | 3,80 |
| 32 | 1,042 | 3,82 |
| 34 | 1,034 | 3,84 |
| 36 | 1,026 | 3,86 |
| 38 | 1,018 | 3,88 |

**Опыт 2**

Реакция нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия в две стадии:

H2SO4 + NaOH = NaНSO4 + H2O; ± ∆Н2.1

NaHSO4 + NaOH = Na2SO4 + H2O; ± ∆Н2.2

1. Результаты опыта 2 занесите в таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | v,  мл | t,  0С | ρ,  г/см3 | С, Дж/г∙0С | n,  моль | Q, Дж/n моль | ∆Н, кДж/ моль |
| H2SO4 | 20 | 18 | 1,059 | 2,93 |  |  |  |
| NaOH | 10 | 18 | 1,076 | 3,50 |  |  |  |
| NaНSO4 | 30 | 27 | 1,036 | 3,765 |  |  |  |
| Na2SO4 | 40 | 31 | 1,028 | 3,795 |  |  |  |

1. Расчеты:

4.1. Рассчитайте количество теплоты для каждого из веществ: *Q = V · ρ · c ∙ t*, округляя до целого значения:

20∙1,059∙2,93∙18 = 1117 Дж

10∙1,076∙3,50∙18 = 678 Дж

30∙1,036∙3,765∙27 = 3983 Дж

40∙1,028∙3,795∙31 = 4838 Дж

4.2. Определите число молей, округляя до тысячных:

0,020

0,020

0,020

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | V(H2SO4), мл | t(H2SO4), oC | t(NaHSO4), oC | t(Na2SO4), oC |
| 3 | 20 | 18 | 27 | 31 |

4.3. Рассчитайте энтальпию каждого вещества: ∆Н =  округляя до сотых:

кДж/моль

кДж/моль

кДж/моль

кДж/моль

4.4. По следствию из закона Гесса определите тепловые эффекты систем и энтальпии реакций:

2188 Дж

Дж

= -109,39 кДж/моль

4.5. Выполните проверку:

– по тепловому эффекту системы:

= 2188 + 177 = 2365 Дж;

– по энтальпии реакции:

= (-109,39) + (-8,86) = -118,25 кДж/моль

4.6. Рассчитайте относительную ошибку опыта:

∆= 

если *∆Нтеор =* – 136кДж, *∆Нэксп = ∆Н1*

∆= 

* 1. Сделайте вывод к работе.

Проведённые опыты доказывают, что тепловой эффект и энтальпия процесса нейтрализации не зависят от пути реакции (в одну или в две стадии).

Заметная ошибка опыта связана с потерями некоторого количества тепла в окружающую среду. Кроме того, в расчётах мы не учли увеличение количества воды, которая тоже является продуктом реакции нейтрализации, и на её нагревание расходуется дополнительное тепло.