

## Температурные эффекты химических реакций

### Сущность химических реакций и признаки их протекания. Тепловой эффект реакции.

Класс 11

Уровень: углубленный

#### Цели

- Расширить знания о свойствах веществ.
- Сформировать понятия о тепловом эффекте химических реакций.
- Определить молярную теплоту растворения в воде гидроксида натрия и хлорида аммония и молярную теплоту реакции магния с соляной кислотой.

#### Планируемые результаты

##### Личностные результаты обучения

- Развитие познавательного интереса к химии.
- Формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками.

##### Метапредметные результаты обучения

- Познавательные:
  - овладение приемами работы с информацией химического содержания, представленной в разной форме (в виде текста, формул или обозначений величин, графиков зависимости, табличных данных, схем, фотографий и пр.).
- Регулятивные:
  - умение планировать собственную экспериментальную деятельность;
  - способность контролировать свои действия.
- Коммуникативные:
  - умение организовать работу в учебной группе.
- Предметные:  
*в познавательной (интеллектуальной) сфере*
  - формирование первоначальных представлений о химической сущности явлений природы;
  - знакомство с понятиями «тепловой эффект», «экзотермическая реакция», «эндотермическая реакция», «молярная теплота растворения»;
  - исследование изменения температуры при растворении веществ в воде;

*в ценностно-ориентационной сфере*

- способность анализировать и оценивать влияние факторов риска на окружающую среду;

*в сфере трудовой деятельности*

- знание и соблюдение правил работы в кабинете химии;
- соблюдение правил работы с компьютером и другими электронными устройствами.

## Межпредметные связи

- **математика:** понятие переменной, определение переменных, которые могут повлиять на ход эксперимента;
- **информатика:** использование компьютера для проведения эксперимента, построения графиков, представления и анализа данных; работа с электронными приборами и инструментами (датчик температуры);
- **физика:** использование датчиковых систем для проведения химических экспериментов.

## Оборудование (на одну группу учащихся)

### Приборы и инструменты

- Регистратор данных PASCO
- Цифровой датчик температуры PASCO
- Весы с точностью измерения до второго знака

### Лабораторное оборудование

- Стакан, 250 мл
- Мерный цилиндр, 50 мл
- Пластиковый мерный цилиндр или стакан, 250 мл
- Шпатель
- Мешалка
- «Промывалка» и контейнер для отходов

### Реактивы и материалы

- Бумажные полотенца
- Бумага для взвешивания
- Наждачная бумага
- Гранулированный гидроксид натрия (NaOH), 1 г
- Хлорид аммония ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), 1 г
- Магниева лента, 0,10 г
- 1,0 М раствор соляной кислоты (HCl), 25 мл
- Дистиллированная вода, 50 мл

## Базовые понятия

Учащиеся должны быть знакомы со следующими понятиями

- Вещество
- Химическая реакция
- Составление уравнений химических реакций
- Экзотермические и эндотермические процессы
- Теплоемкость
- Энтальпия

## Базовые умения

- Учащиеся должны знать основы пользования системой сбора данных и уметь изменять точность измерений до желаемого разрядного значения.

## Подготовка к лабораторной работе

Приготовьте 1000 мл 0,1 Н соляной кислоты либо из концентрированной (12 Н), либо из разбавленной (6 Н) HCl. Этого достаточно для ста лабораторных групп.

*Работа с концентрированной (12 Н) HCl*

1. Налейте около 500 мл дистиллированной воды в стакан на 1000 мл с мешалкой.
2. Медленно, непрерывно перемешивая, добавьте 83,3 мл 12 Н HCl в стакан.
3. Дайте раствору остыть, затем осторожно перелейте в 1000-мл мерную колбу и долейте дистиллированную воду до метки.
4. Закройте и трижды аккуратно переверните для полного перемешивания.

*Работа с разбавленной (6 Н) HCl*

1. Налейте около 500 мл дистиллированной воды в 1000-мл мерную колбу.
2. Добавьте 166,7 мл 6 Н HCl в воду и долейте дистиллированную воду до метки.
3. Закройте и трижды аккуратно переверните для полного перемешивания.

## Меры безопасности

*Начиная приготовления, следуйте процедурам безопасности.*

- Надевайте защитные очки, лабораторный фартук и перчатки во время работы с кислотами. Рекомендуются влагозащитные очки.
- Если растворы, содержащие кислоты или щелочи, попадут на кожу или в глаза, немедленно промойте эти места обильным количеством проточной воды.
- При разбавлении кислот или щелочей выделяется тепло; будьте осторожны при работе со свежеприготовленными растворами и стеклянной посудой, так как они могут быть очень горячими.
- Всегда добавляйте кислоты и щелочи в воду и никак не наоборот, так как раствор может бурно вскипеть.

- Работайте с концентрированными кислотами в вытяжном шкафу; пары могут быть едкими или токсичными.
- Непременно напомните учащимся об общих правилах безопасности при работе с лабораторным оборудованием и химическими реактивами.
- Гидроксид натрия и соляная кислота -- едкие раздражающие вещества. Избегайте их контактов с кожей и глазами.
- Убедитесь, что все кислоты и щелочи нейтрализованы перед утилизацией в слив.



## Ключ к ответам

### Самоконтроль

1. Что происходит во время экзотермической реакции?  а) Тепло поглощается от окружающей среды. б) Газ конденсируется. в) Тепловых изменений не происходит. г) Тепло выделяется в окружающее пространство.	Правильный ответ: г)
2. В эндотермической реакции реагенты имеют:  а) больше энергии, чем продукты; б) меньше энергии, чем продукты; в) ту же энергию, что и продукты; г) больше или меньше энергии в зависимости от реагентов, которые вступают в реакцию.	Правильный ответ: б)
3. В экзотермической реакции продукты имеют _____ энергии (энтальпии), в то время как окружающее пространство должно _____ эту энергию.  а) больше; поглотить б) больше; отдать в) меньше; отдать г) меньше; поглотить д) ноль; бесконечность	Правильный ответ: г)

### Определите правильную последовательность действий

А. Прекратите регистрацию температуры после того, как температура стабилизируется (или пойдет обратно).  Б. Запишите точную массу каждого реагента. Поместите жидкость в калориметр и начните регистрировать температуру.  В. Вычислите тепловой эффект (энтальпию) реакции или растворения.  Г. После стабилизации температуры добавьте вещество в раствор и аккуратно перемешайте.	Правильный ответ: Б, Г, А, В
--	---------------------------------

### Подготовка к работе

<b>Вопрос № 1.</b>  Что означает «тарирование» весов?	Если вы не тарировали весы, то вам для начала нужно определить массу пустой емкости, затем массу емкости с водой, а потом вычесть из второй первую.
<b>Вопрос № 2.</b>  Сравните массу воды и ее объем. Вышло так, как вы ожидали? Объясните.	Объем воды очень близок к ее массе. Это происходит потому, что плотность воды равна 1,0 г/мл



## Ход работы

## Вопрос № 3.

Почему пластиковый цилиндр, температурный датчик и мешалка должны быть высушены перед их использованием в следующем эксперименте?

Оборудование должно быть сухим, так как оставшаяся вода будет добавлять неизвестное количество к измеренному количеству воды, что негативно повлияет на результаты эксперимента.

## Вопрос № 4.

Почему магниевая лента разрезается на кусочки?

Магний режется на кусочки для того, чтобы реакция проходила быстрее.

## Сбор данных

## Вопрос № 5.

Какие вы заметили признаки того, что произошла химическая реакция между HCl и Mg? Напишите уравнение химической реакции.

При взаимодействии HCl и Mg выделилось тепло в окружающее пространство, и в результате реакции замещения образовался газ (H<sub>2</sub>, наблюдается в виде пузырьков):  

$$\text{Mg(т)} + 2\text{HCl(р-р)} \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{р-р}) + \text{H}_2(\text{г})$$

## Анализ

## Вопрос № 1.

Вычислить тепло, поглощенное раствором в каждом процессе. Внесите свои ответы в таблицу данных. Переведите Джоули в Килоджоули в последнем столбце.

$$q = m \times c \times \Delta T$$

q = тепло потерянное или приобретенное раствором

m = масса жидкости

c = удельная теплота растворения (4.18 Дж/г°C)

ΔT= изменения температуры

## Вопрос № 2.

Определить количество вещества каждого твердого вещества. Определите ΔH для каждого процесса.

$$v = m/M; \Delta H = -q$$

## Вопрос № 3.

Определите ошибку измерения в процентах для каждого процесса, используя допустимые значения в таблице ниже. Введите ошибку измерения в процентах в таблицу.

Ошибка измерения = (справочное значение – экспериментальное значение) \* 100% / справочное значение

**Вопрос № 4.**

Предложите возможные улучшения в эксперименте, которые могли бы увеличить точность результатов.

Процедура эксперимента может быть улучшена путем снижения потерь тепла в калориметре, для чего: закрыть калориметр крышкой; использовать емкость с более толстыми полистироловыми стенками; использовать несколько полистироловых емкостей; использовать сосуд Дюара; использовать более точные измерительные шкалы.

**Вопрос № 5.**

Определите каждый процесс как экзотермический или эндотермический:

- 1) растворение NaOH
- 2) растворение  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 3) реакция  $\text{Mg} + \text{HCl}$

Растворение NaOH – экзотермический

Растворение  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – эндотермический

Реакция  $\text{Mg} + \text{HCl}$  – экзотермический

**Вопрос № 6.**

Напишите уравнение реакции, иллюстрирующее температурные изменения, которые произошли для каждого физического и химического процесса, выполненного в этом эксперименте. Используйте свои экспериментально найденные значения для расчета молярной теплоты реакции/растворения. Не забудьте включить структурные формулы для всех реагентов и продуктов.

Растворение NaOH:  $\text{NaOH(т)} \rightarrow \text{Na+(р-р)} + \text{OH-(р-р)} + 29,8 \text{ кДж}$

Растворение  $\text{NH}_4\text{Cl}$ :  $\text{NH}_4\text{Cl(т)} + 15,5 \text{ кДж} \rightarrow \text{NH}_4\text{+(р-р)} + \text{Cl- (р-р)}$

Реакция HCl и Mg:  $\text{Mg(т)} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{(г)} + \text{MgCl}_2\text{(р-р)} + 391,6 \text{ кДж}$



## Выводы

## Вопрос № 1.

Опишите, что происходит на молекулярном уровне с гидроксидом натрия, когда он растворяется в воде.

Когда гидроксид натрия растворяется, ионы натрия и ионы гидроксида окружаются молекулами воды, формируя «сolvатационную оболочку».

## Вопрос № 2.

Тепло выделилось или поглотилось во всех трех процессах, но только один из процессов был химической реакцией. Объясните, как это возможно.

Тепло может поглощаться или выделяться как в химических реакциях, так и в физических процессах, поскольку и там и там задействованы образование и разрыв связей. В химических реакциях формируются связи, образуя новые вещества, что не происходит, когда вещества растворяются.

## Вопрос № 3.

Опишите, что произошло бы, если бы физические и химические процессы проводились при 50 °С, а не при комнатной температуре?

Если бы все три процесса происходили при 50 °С, то исходная и конечная температуры были бы выше, но количество тепла, поглощенного или выделенного, осталось бы прежним.

## Выберите правильный ответ

1. Тепловые эффекты реакций относятся к \_\_\_\_\_.

- а) теплу, выделяющемуся в результате химической реакции;
- б) теплу, поглощаемому химической реакцией;
- в) температуре раствора после химической реакции;
- г) верны варианты а и б.

Правильный ответ: г)

2. Используя химическое уравнение  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2219,2 \text{ кДж}$ , определите энергию, выделяемую при сжигании 2 моль пропана ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ).

- а) 2219,2 кДж
- б) 4438,4 кДж
- в) 1109,6 кДж
- г) 11 096 кДж

Правильный ответ: б)



3. Прочтите информацию ниже, ответьте на следующие три вопроса.

Два грамма соли А были добавлены в 50 мл воды, исходные и конечные температурные данные записаны ниже. В отдельном эксперименте два грамма соли Б были добавлены к 50 мл воды, исходные и конечные температурные данные записаны ниже.

Соль А

Исходная температура=20°

Конечная температура=35°

Соль Б

Исходная температура =20°

Конечная температура=10°

Используя информацию, полученную в результате эксперимента, что можно сказать о потоке энергии в экспериментах с солью А и солью Б?

- а) Для соли А: энергия поступает из воды в соль; для соли Б: энергия поступает из воды в соль.
- б) Для соли А: энергия поступает из соли в воду; для соли Б: энергия поступает из соли в воду.
- в) Для соли А: энергия поступает из соли в воду; для соли Б: энергия поступает из воды в соль.
- г) Для соли А: энергия поступает из воды в соль; для соли Б: энергия поступает из соли в воду.

Правильный ответ: в)

4. Какой процесс произошел, когда соль А растворилась в воде?

- а) Энтальпия
- б) Тепло
- в) Эндотермический
- г) Экзотермический

Правильный ответ: г)

5. Какое уравнение иллюстрирует процесс, который произошел, когда соль Б растворяли в воде?

- а) соль Б(т) → соль Б(р-р) + тепло
- б) соль Б (р-р) → соль Б (р-р) + тепло
- в) соль Б (т) + тепло → соль Б (р-р)
- г) соль Б (р-р) + тепло → соль Б (р-р)

Правильный ответ: в)

