

**МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
PROLOG**

*Учебное пособие для обучающихся  
с инструкциями*

**ХИМИЯ**

**ЧАСТЬ 3**



# СОДЕРЖАНИЕ

Техника безопасности .....	4
<b>БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ</b>	
<b>Лабораторная работа № 1.1-БС</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ КИСЛЫХ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ .....	5
<b>Лабораторная работа № 2.1-БС</b> ИЗУЧЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ .....	11
<b>Лабораторная работа № 2.2-БС</b> ИСПЫТАНИЕ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОВОДИМОСТЬ .....	17
<b>Лабораторная работа № 2.4-БС</b> ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЕЕ РАСТВОРА .....	23
<b>Лабораторная работа № 3.1-БС</b> ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ СОЛИ .....	30
<b>Лабораторная работа № 3.2-БС</b> ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ .....	35
<b>Лабораторная работа № 3.4-БС</b> ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ .....	41
<b>Лабораторная работа № 4.2-БС</b> ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛИ В ВОДЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ .....	46
<b>Лабораторная работа № 5.2-БС</b> ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ .....	53
<b>Лабораторная работа № 6.1-БС</b> ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ГЕТЕРОГЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ ПЛОЩАДИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ .....	59

## **Техника безопасности**

### **Общие правила**

1. Прежде чем приступить к выполнению работы, необходимо изучить порядок ее проведения. Следует соблюдать все указания преподавателя по безопасному обращению с реактивами и растворами, наполнению сосудов и т.д. Запрещается проводить самостоятельно любые опыты, не предусмотренные данной работой.
2. Подготовленную к работе установку необходимо показать преподавателю или лаборанту.
3. Растворы кислот и щелочей по степени воздействия на организм относятся к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Растворы могут вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!
4. Обо всех разлитых жидкостях, а также о рассыпанных твердых реактивах следует сообщить преподавателю или лаборанту. Самостоятельно убирать любые вещества запрещается. При получении травмы, а также при плохом самочувствии учащиеся должны немедленно сообщить об этом преподавателю или лаборанту.
5. Уборка рабочих мест по окончании работы проводится в соответствии с указаниями преподавателя. Запрещается выливать в канализацию растворы и органические жидкости, они должны сливаться в специальные сосуды на рабочих местах.

### **Требования по безопасности при работе с нагревательными приборами**

1. Для нагревания жидкостей разрешается использовать только тонкостенные сосуды.
2. Пробирки перед нагреванием запрещается наполнять жидкостью более чем на треть, горло сосудов следует направлять в сторону от работающих. В течение всего процесса нагревания запрещается наклоняться над сосудами и заглядывать в них.
3. Недопустимо нагревать сосуды выше уровня жидкости, а также пустые, с каплями влаги внутри.
4. Запрещается оставлять без присмотра нагревательные приборы.

## Лабораторная работа № 1.1-БС

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ КИСЛЫХ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ

### Цели:

- познакомиться с современным методом определения рН растворов;
- закрепить понятие о кислотах и щелочах;
- определить количественное значение рН кислых и щелочных растворов.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «рН»;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический, 50 мл (5 шт.)

#### *Реактивы:*

- вода дистиллированная;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- серная кислота, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия, NaOH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид калия, KOH, 0,05 М раствор, 20 мл.

### Введение

Кислотность водного раствора определяется присутствием в нем положительных водородных ионов H<sup>+</sup> и характеризуется концентрацией этих ионов в 1 л раствора. На практике степень кислотности (или щелочности) раствора выражается более удобным *водородным показателем*, или рН, представляющим собой отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации водородных ионов. Данный показатель называется рН, по первым буквам латинских слов *potentia hydrogeni* – сила водорода или *pondus hydrogenii* – масса водорода. Кислотность как правило колеблется в пределах от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, в кислых растворах рН менее 7, а в щелочных – более 7.

Для определения значения рН растворов широко используются несколько методов. Водородный показатель можно приблизительно оценить с помощью кислотно-основных индикаторов (органические вещества, цвет которых зависит от рН среды). Однако определение рН индикаторным методом затруднено для мутных или окрашенных растворов.

Эффективно для определения рН использование специального прибора рН-метра, который позволяет измерять рН в более широком диапазоне и точнее, чем с помощью индикаторов. Способ отличается удобством и высокой точностью, особенно после калибровки индикаторного электрода в избранном диапазоне рН, и позволяет измерять рН непрозрачных и цветных растворов.

В этом эксперименте вам предстоит определить реакцию среды в растворах кислот и щелочей с помощью модуля «рН».

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению практических работ в кабинете химии.

Растворы кислот и щелочей по степени воздействия на организм относятся к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Растворы могут вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

Пожалуйста, обратите внимание, что нижняя часть модуля «рН» состоит из хрупкого сферического кристалла. Хотя кристалл и защищен пластиком, обращайтесь с ним осторожно, чтобы не разбить.

### **Указания к работе**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу:

**Таблица. Кислотность растворов**

<b>Раствор</b>	<b>рН</b>
Дистиллированная вода	
Серная кислота	
Соляная кислота	
Гидроксид натрия	
Гидроксид калия	

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- c. налейте в химический стакан 100 мл дистиллированной воды;

- d. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «рН»;
- e. открутите колпачок с защитным раствором с нижней части модуля «рН», осторожно извлеките датчик, поднимите крышку колпачка вверх по модулю, отставьте колпачок с раствором в сторону;
- f. закрепите измерительный модуль «рН» в лапке штатива;
- g. опустите измерительный модуль «рН» в стакан с дистиллированной водой (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

- 3. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
- 4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «рН» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля рН

- 5. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

a. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

b. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

c. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

d. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5).

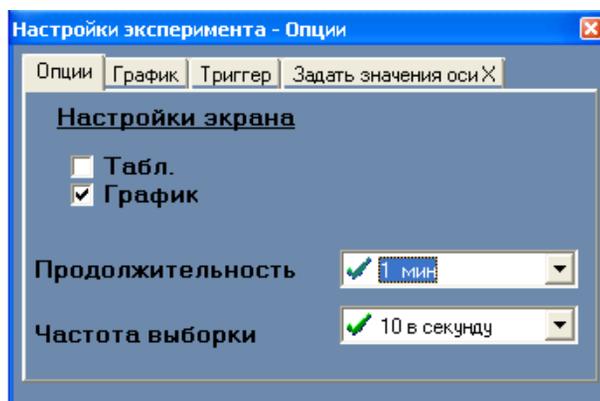


Рис. 5. Окно настройки эксперимента

8. Создайте таблицу данных, поставив флажок рядом с **Таблица**, предварительно сняв флажок с **График**.

9. В открывшейся таблице щелкните курсором мышки по названию третьей колонки **Ввод переменных** и измените его на **Растворы** (рис. 6).

Время	pH 1	Растворы

Рис. 6. Создание таблицы данных

10. Закройте диалоговое окно настройки эксперимента.
11. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «рН». Откроется диалоговое окно (рис. 7).

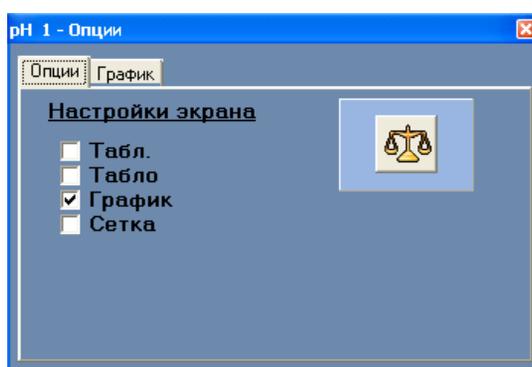


Рис. 7. Окно «Установка модуля»

12. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне, чтобы установить значение 7.
13. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля «рН».

### *Исследования и измерения*

14. Налейте по 20 мл каждого исследуемого раствора в разные химические стаканы.
15. Введите модуль «рН» в первый раствор.
16. Когда значение рН стабилизируется, нажмите один раз кнопку **Пошаговый эксперимент** . Запишите полученное значение в отчетную таблицу.
17. Проведите аналогичные измерения для всех исследуемых растворов. Запишите значение рН каждого раствора в таблицу. Не забывайте промывать измерительный модуль перед каждым погружением в новый раствор.
18. В конце эксперимента еще раз промойте модуль «рН» и поместите его в буферный раствор, закрутив крышку до упора.

### ***Анализ результатов лабораторного опыта***

19. Проанализируйте данные в отчетной таблице.
20. Ответьте на контрольные вопросы.
21. Сделайте вывод по лабораторной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. *Какие из исследованных вами растворов имеют кислую среду, а какие щелочную? В каких растворах среда будет нейтральной?*
2. *Смешайте два или более кислых раствора и посмотрите, как это повлияет на значение рН.*
3. *Смешайте один кислый и один щелочной раствор. Отметьте, как это повлияет на значение рН смеси.*

### **Дополнительные задания**

- Если в 1 л дистиллированной воды внести каплю концентрированной соляной кислоты, то рН уменьшится с 7 до 4. Если каплю соляной кислоты добавить в 1 л речной воды с рН 7, показатель почти не изменится. Подумайте, почему природная вода способна сохранять значение рН более или менее постоянным, даже если в нее извне попадает определенное количество кислоты или основания?
- Почему некоторые соли (например,  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) могут использоваться для изменения рН растворов?

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация о кислотах и основаниях:  
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1998.html>
2. Дополнительная информация об индикаторах, используемых для определения рН растворов и самостоятельном изготовлении индикаторов:  
<http://www.kristallikov.net/page5.html>
3. Дополнительная информация о водородном показателе:  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_medicine/6619/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/6619/)

## Лабораторная работа № 2.1-БС

# ИЗУЧЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

### Цели:

- выяснить от чего зависит электропроводность веществ;
- исследовать удельную электропроводность различных веществ;
- установить взаимосвязь между строением вещества и его способностью проводить электрический ток.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Проводимость»;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический, 50 мл (5 шт.).

#### *Реактивы*

- вода дистиллированная;
- хлорид натрия, NaCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- спирт этиловый (этанол), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия, NaOH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- сахара (сахар), 0,05 М раствор, 20 мл.

#### *Материалы:*

- салфетки бумажные.

### Введение

Всем известно, что электрические приборы следует держать подальше от раковины или ванны. Но знаете ли вы, что *чистая* вода практически не проводит ток?! Вещества, растворенные в воде, – вот что проводит электричество. Большинство природных вод и питьевая вода содержат *электролиты* – соединения, диссоциирующие в воде на ионы. В результате образуется раствор, который проводит электричество.

Способность раствора проводить электричество (проводимость) измеряется с помощью кондуктометра (счетчика удельной проводимости раствора). Показания электропроводности могут быть использованы для оценки количества электролита, растворенного в воде, и следовательно показать, насколько чистым является исследуемый образец воды. Показания проводимости используются для оценки степени очистки сточных вод и определения пригодности воды к употреблению человеком в бытовых целях.

Можно сказать, что электролиты – это вещества, молекулы которых в растворе вследствие электролитической диссоциации распадаются на ионы. В соответствии с тем, как легко электролиты диссоциируют на ионы, они подразделяются на сильные и слабые. Чем выше электропроводность раствора, тем сильнее электролит.

*Сильными* называются *электролиты*, которые в растворах диссоциируют полностью независимо от концентрации раствора. Сильные электролиты обычно имеют ионное строение. Чем больше число свободных подвижных ионов в электролите, тем больше его способность переносить или проводить электрический ток. К ним относятся большинство солей, которые уже в кристаллическом состоянии построены из ионов, гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов, некоторые кислоты (HCl, HBr, HI, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>).

Молекулы *слабых электролитов* лишь частично диссоциированы на ионы, которые находятся в динамическом равновесии с недиссоциированными молекулами. К слабым электролитам относятся многие органические кислоты и основания в водных и неводных растворителях. Степень диссоциации зависит от природы растворителя, концентрации раствора, температуры и других факторов.

*Неэлектролиты* – соединения, не диссоциирующие на ионы, и следовательно не проводящие электричество.

В данной работе вы познакомитесь с некоторыми свойствами сильных и слабых электролитов и веществ, не проводящих электрический ток, наблюдая за их поведением в водных растворах. А также с факторами, которые определяют способность раствора проводить электричество.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторных работ в кабинете химии.

Раствор соляной кислоты по степени воздействия на организм относится к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Раствор может вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

### Указания к работе

#### Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в тетради отчетную таблицу.

Т а б л и ц а

Раствор	Удельная электропроводность, мСм/см
Дистиллированная вода	
HCl	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	
NaOH	
NaCl	
Сахар	

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а);

Комплект 2:

- c. закрепите модуль «Проводимость» в лапке штатива, поместите чувствительный щуп модуля в стакан с водой;
- d. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Проводимость»» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для измерения

3. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.

4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Проводимость» (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля «Проводимость»

2. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне измерительного модуля «Проводимость» (рис. 2), чтобы открыть диалоговое окно. Установите единицы измерения модуля, выбрав **мСм/см**.

3. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

a. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

b. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

c. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя ▲ выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

d. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

4. Нажмите кнопку **Эксперимент при Подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

5. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5).

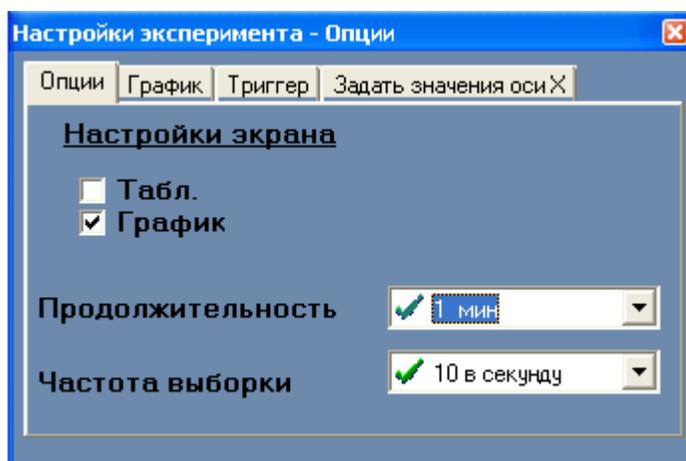
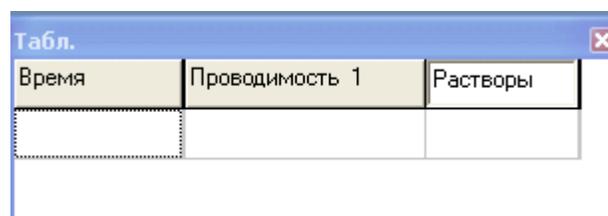


Рис. 5. Окно настройки эксперимента

6. Создайте таблицу данных, поставив флажок рядом с **Таблица**, предварительно сняв флажок с **График**.

7. В открывшейся таблице щелкните курсором мыши по названию третьей колонки **Ввод данных** и измените его на **Растворы** (рис. 6).



Время	Проводимость 1	Растворы

Рис. 6. Создание таблицы данных

8. Закройте диалоговое окно настройки эксперимента.

### ***Исследования и измерения***

9. Введите модуль «Проводимость» в стакан с 20 мл дистиллированной воды. Убедитесь, что модуль полностью погружен в раствор, который вы исследуете. Показания в окне модуля на левой стороне экрана должны отражать отсутствие проводимости (или низкий показатель, близкий к нулю).

10. Подождите до тех пор, пока значение удельной электропроводности стабилизируется и затем нажмите один раз кнопку **Пошаговый режим** .

11. Проведите аналогичные измерения для всех исследуемых растворов. Запишите значение удельной электропроводности каждого раствора в таблицу. Не забывайте промывать измерительный модуль дистиллированной водой и протирать его бумажной салфеткой перед каждым погружением в новый раствор.

12. В конце эксперимента промойте измерительный модуль и протрите его бумажной салфеткой.

### ***Анализ результатов лабораторного опыта***

13. Заполните отчетную таблицу данными об исследованных растворах. Проанализируйте измеренные значения удельной электропроводности и подразделите электролиты на классы.

14. Ответьте на контрольные вопросы.

15. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. *Попытайтесь объяснить разницу в удельной электропроводности различных растворов на основании полученных данных.*

2. *Напишите уравнения диссоциации исследованных соединений.*

### **Дополнительные задания**

- Как вы объясните разницу в удельной электропроводности водопроводной воды из различных стран или даже разных городов одной страны?

- Исследуйте удельную электропроводность воды из различных источников (водопроводная вода, отфильтрованная вода, минеральная вода, дистиллированная вода) и сравните полученные данные.

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация об электропроводности:  
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%EE%E2%EE%E4%E8%EC%EE%F1%F2%FC>
2. Дополнительная информация об электролитах:  
<http://www.volnakz.com/himiya-biologiya/elektrolity/>
3. Дополнительная информация об электропроводности природных вод:  
<http://www.geohydrology.ru/udelnaya-elektricheskaya-provodimost-vodyi.html>

## Лабораторная работа № 2.2-БС

# ИСПЫТАНИЕ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОВОДИМОСТЬ

### Цели:

- изучить зависимость проводимости от природы электролита;
- изучить взаимосвязь между проводимостью и концентрацией раствора.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Проводимость»;
- измерительный модуль «Счетчик капель»;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический, 50 мл (2 шт.);
- бюретка с держателем;
- стеклянные палочки (2 шт.).

#### *Реактивы:*

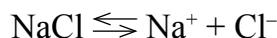
- вода дистиллированная;
- хлорид натрия, NaCl, 1 М раствор, 20 мл;
- хлорид кальция, CaCl<sub>2</sub>, 1 М раствор, 20 мл.

#### *Материалы:*

- салфетки бумажные.

### Введение

Большинство природных вод и питьевая вода содержат электролиты – соединения, которые диссоциируют в воде на ионы. Например, при растворении соли хлорида натрия в воде происходит диссоциация на ионы:



Показания удельной электропроводности могут быть использованы для оценки количества электролитов, растворенных в воде, то есть для анализа чистоты исследуемого образца воды. Показания удельной электропроводности используются для оценки степени очистки сточных вод, определения пригодности воды к употреблению человеком.

Способность раствора проводить электричество (удельная электропроводность) измеряется с помощью кондуктометра (прибора для измерения электропроводности). Электролиты подразделяются на сильные и слабые в соответствии с тем, как они диссоциируют на ионы. Чем выше проводимость раствора, тем сильнее электролит.

В данном эксперименте вы будете изучать влияние концентрации растворенного вещества на удельную электропроводность раствора, а также зависимость удельной электропроводности от природы электролита.

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторной работы в кабинете химии.

### **Указания к работе**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу.

Таблица. **Зависимость удельной электропроводности раствора от концентрации**

<b>Объем раствора, капли</b>	<b>Удельная электропроводность NaCl, мСм/см</b>	<b>Удельная электропроводность CaCl<sub>2</sub>, мСм/см</b>
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

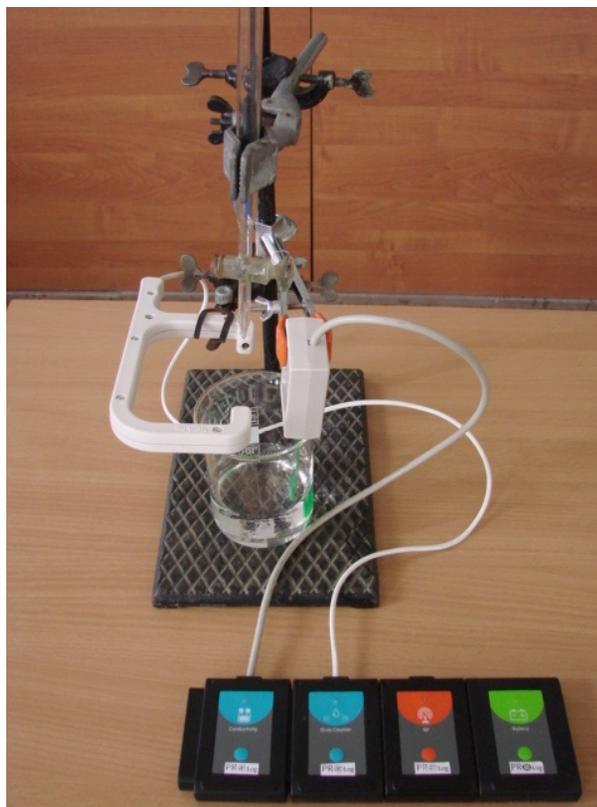
- a. подключите кабель В/М-mini-A/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- с. налейте 70 мл дистиллированной воды в чистый стакан емкостью 100 мл для промывания измерительного модуля после каждого измерения;
- д. наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку;
- е. закрепите модуль «Проводимость» в лапке штатива, поместите чувствительный щуп модуля в стакан с водой;
- ф. закрепите измерительный модуль «Счетчик капель» над центром стакана для испытания электропроводности;
- г. закрепите бюретку на штативе с помощью специального держателя так, чтобы ее конец находился между оптическими датчиками измерительного модуля «Счетчик капель». Заполните бюретку 1 М раствором хлорида натрия (NaCl);
- h. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи, измерительные модули «Проводимость» и «Счетчик капель»;
- i. подключите комплект 2 к модулю сопряжения USB (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения измерений

3. Запустите ПО PROLog и убедитесь, что измерительные модули определены. Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появятся окна измерительных модулей «Проводимость» и «Счетчик капель» (рис. 2).

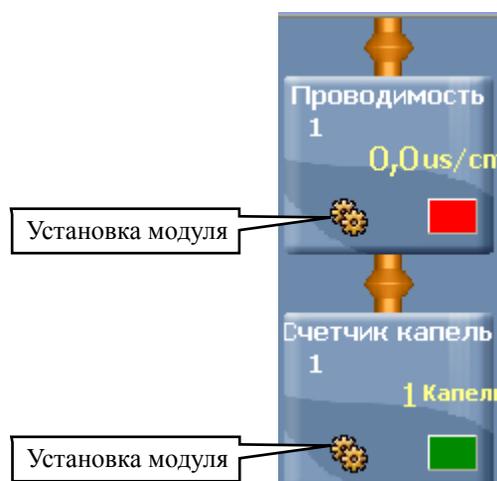


Рис. 2. Окна измерительных модулей

4. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне измерительного модуля «Проводимость» с левой стороны экрана, чтобы открыть диалоговое окно. Установите единицы измерения модуля, выбрав **мСм/см**.

5. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

б. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при Подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5)

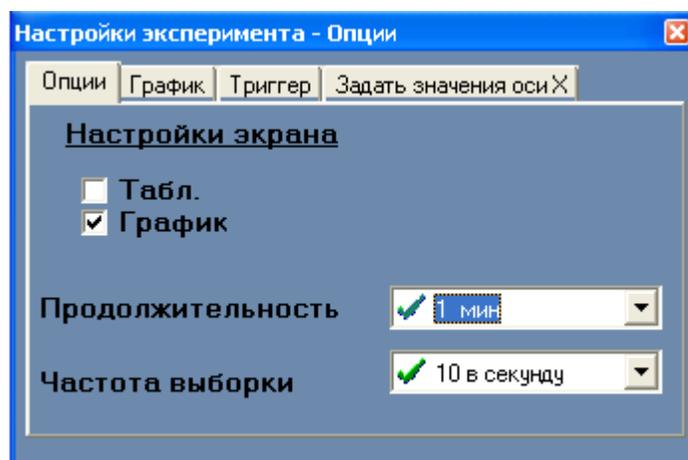
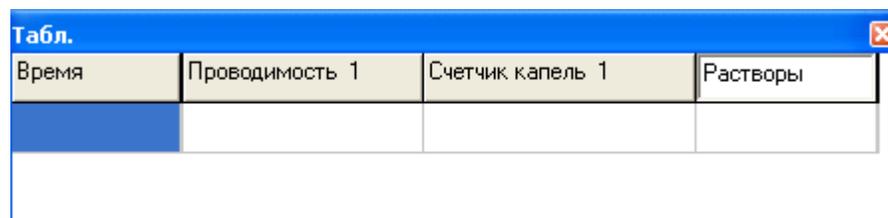


Рис. 5. Окно настройки эксперимента

8. Создайте таблицу данных, поставив флажок рядом с **Таблица**, предварительно сняв флажок с **График**.

9. В открывшейся таблице щелкните курсором мыши по названию третьей колонки «Ввод данных» и измените его на «Растворы» (рис. 6).



Время	Проводимость 1	Счетчик капель 1	Растворы

Рис. 6. Установка таблицы данных

10. Закройте диалоговое окно настройки эксперимента.

### *Исследования и измерения*

11. Введите модуль «Проводимость» в химический стакан с 20 мл дистиллированной воды. Убедитесь, что модуль полностью погружен в исследуемый раствор. Показания в окне модуля на левой стороне экрана должны отобразить отсутствие удельной проводимости (или низкий показатель, близкий к нулю).

12. Подождите, пока значение удельной проводимости стабилизируется, и затем нажмите один раз кнопку **Пошаговый эксперимент** .

13. С помощью бюретки добавьте одну каплю 1М раствора хлорида натрия (NaCl) в дистиллированную воду. Перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой. Погрузите в стакан измерительный модуль. Когда значение удельной проводимости стабилизируется, нажмите один раз кнопку **Пошаговый эксперимент** .

14. Продолжайте добавлять раствор по одной капле, проводя аналогичные измерения, пока в общей сложности не добавите семь капель.

15. По окончании измерений, промойте модуль дистиллированной водой и высушите его бумажной салфеткой.

16. Повторите шаги 11–14, используя 1,0 М раствор хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ).

17. В конце эксперимента промойте измерительный модуль «Проводимость» и протрите его бумажной салфеткой.

### **Анализ результатов лабораторной работы**

1. Заполните отчетную табл. 1 данными об исследованных растворах. Проанализируйте измеренные значения удельной электропроводности.

2. Постройте график зависимости удельной электропроводности от концентрации раствора  $\text{NaCl}$  (отчетная табл. 2.).

3. Ответьте на контрольные вопросы.

4. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

### **Контрольные вопросы**

1. На какие продукты диссоциируют  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaCl}_2$  в воде? Напишите уравнение реакции диссоциации для этих солей.

2. Какая связь существует между удельной электропроводностью и концентрацией растворов?

### **Дополнительные задания**

- Как объяснить электропроводность водных растворов электролитов?
- Как отличается по своей природе электропроводность металлов от электропроводности электролитов?
- Почему при разбавлении раствора электролита степень его диссоциации увеличивается?
- Объясните, почему раствор гидроксида калия проводит электрический ток, а раствор глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  нет.

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация об электролитической диссоциации:

<http://www.claw.ru/a-natural/18032.htm>

<http://www.alhimik.ru/teleclass/konspekt/konsp7-11.shtml>

2. Дополнительная информация об электролитах и неэлектролитах:

[http://sci.informika.ru/text/database/chemy/Rus/Data/Text/Ch1\\_6-3.html](http://sci.informika.ru/text/database/chemy/Rus/Data/Text/Ch1_6-3.html)

<http://www.himhelp.ru/section23/section6/section41/44.html>

3. Дополнительная информация о зависимости электропроводности от концентрации:

<http://www.tehnoarticles.ru/electrovydelenie/11.html>

4. Дополнительная информация о диссоциации воды:

<http://all-about-water.ru/dissociation.php>

## Лабораторная работа № 2.4-БС

# ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЕЕ РАСТВОРА

### Цель:

■ определить зависимость электропроводности уксусной кислоты от концентрации ее раствора.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Проводимость»;
- измерительный модуль «Счетчик капель»;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка (по 3 шт.);
- бюретка с краном.

#### *Дополнительные материалы:*

- стакан химический, 250 мл;
- стакан химический, 50 мл;
- уксусная кислота, 70% раствор (уксусная эссенция), 75 мл;
- вода дистиллированная;
- салфетка бумажная.

### Введение

Вещества, растворы или расплавы которых способны проводить электрический ток, называются *электролитами*. Соответственно, вещества, растворы или расплавы которых не проводят электрический ток, называются *неэлектролитами*. Электролитами являются кислоты, основания и большинство солей, неэлектролитами – почти все органические соединения.

В растворе или расплаве электролиты распадаются на ионы – диссоциируют. Этот процесс называется *электролитической диссоциацией*, которая происходит в результате взаимодействия полярных молекул растворителя с молекулами или кристаллической решеткой растворяемого вещества. Молекулы растворителя разрушают кристаллическую решетку и переводят ионы в раствор в форме заряженных частиц. Растворенное вещество и растворитель влияют друг на друга: полярные молекулы растворителя разрушают кристаллическую решетку, а высвобождающиеся ионы, переходя в раствор, вызывают упорядочивание молекул растворителя. При этом полярные молекулы рас-

творителя ориентированы в соответствии с зарядом ионов. Электролитическая диссоциация – процесс обратимый, и при написании уравнения диссоциации указывается, что реакция идет в обе стороны.

Степень электролитической диссоциации  $\alpha$  – это число, показывающее, какая часть молекул электролита находится в растворе в виде ионов, или отношение продиссоциировавших молекул к общему числу молекул в растворе. Обычно ее выражают в долях единицы или в процентах. В растворах неэлектролитов, где распад на ионы полностью отсутствует,  $\alpha = 0$ , а в растворах, где всё растворенное вещество присутствует в форме ионов,  $\alpha = 1$ . Величина степени диссоциации зависит от природы электролита и растворителя, концентрации и температуры раствора.

### **Техника безопасности**

Соблюдение общих правил поведения в кабинете химии. Уксусная кислота – легко воспламеняется, по степени влияния на организм относится к веществам третьего класса опасности. Для работы с уксусной кислотой необходимо использовать индивидуальные средства защиты. При ожогах необходима первая помощь в виде обильного промывания водой.

### **Порядок проведения работы**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Начертите в тетради отчетную таблицу

Таблица. Электропроводность уксусной кислоты

<b>№</b>	<b>Количество воды, мл</b>	<b>Электропроводность</b>
1	0	
2	1	
3	2	
4	3	
5	4	
6	5	

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- а. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- б. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- с. наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку;

- d. налейте в химический стакан 75 мл 70% уксусной кислоты;
- e. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительные модули «Проводимость», «Счетчик капель»;
- f. налейте в бюретку дистиллированную воду;
- g. закрепите модуль «Счетчик капель» в лапке штатива над центром стакана для испытания электропроводности;
- h. закрепите бюретку в лапке штатива так, чтобы ее конец находился между оптическими датчиками измерительного модуля «Счетчик капель»;
- i. закрепите модуль «Проводимость» в лапке штатива, поместите его в стакан с уксусной кислотой (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

3. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительные модули определены. Для этого нажмите значок **Поиск модулей**  на панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появятся окна измерительных модулей «Проводимость» и «Счетчик капель» (рис. 2).

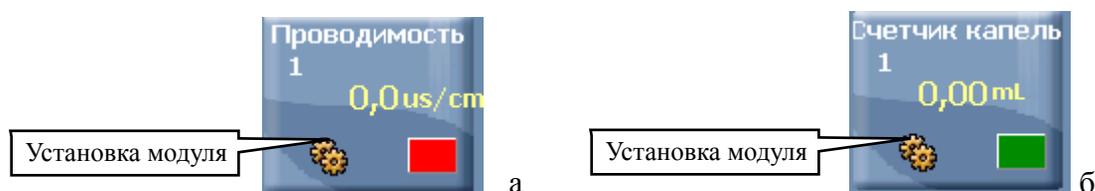


Рис. 2. Окна модулей «Проводимость» и «Счетчик капель»

5. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
  - а. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

- в. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- с. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- д. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля электропроводности (рис. 2 а). Откроется диалоговое окно. В открывшемся окне выберите в качестве единицы измерения **us/cm** (рис. 5).

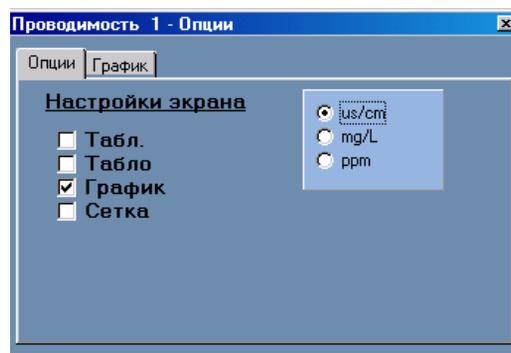


Рис.5. Установка параметров модуля «Проводимость»

8. Закройте диалоговое окно.
9. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля счетчика капель (рис. 2). Откроется диалоговое окно. В открывшемся окне выберите в качестве единицы измерения **мл** и нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне, чтобы установить значение измерительного модуля равным 0 (рис. 6).

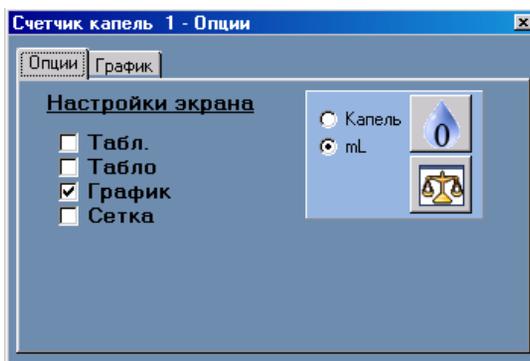


Рис. 6. Установка параметров модуля «Счетчик капель»

10. Закройте диалоговое окно.

11. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно (рис. 7).

- a. Установите дополнительно в **Настройки эксперимента** флажок на **Таблица**;
- b. Установите продолжительность эксперимента на 4 минуты;
- c. Установите частоту измерения на 60 в минуту в выпадающем меню.

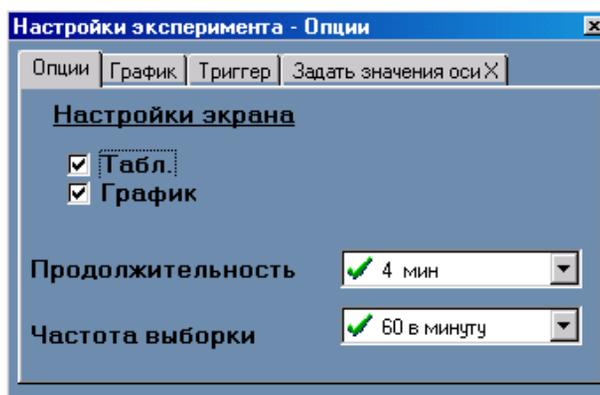


Рис.7. Установка эксперимента

12. Закройте диалоговое окно.

### *Исследование и измерение*

13. Занесите в отчетную таблицу значение электропроводности 70% уксусной кислоты.

14. Откройте кран бюретки и настройте поток капель на одну каплю в секунду.

Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение. На экране будет отображаться график. Через 4 мин измерение автоматически завершится.

15. Занесите в отчетную таблицу значения электропроводности уксусной кислоты при добавлении 1, 2 и т.д. до 6 или 7 мл дистиллированной воды (значения можно взять из таблицы).

16. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  на панели инструментов работы с графиком (рис. 8). После проведения измерений график будет выглядеть примерно как на рисунке 9.



Рис. 8. Панель инструментов работы с графиком

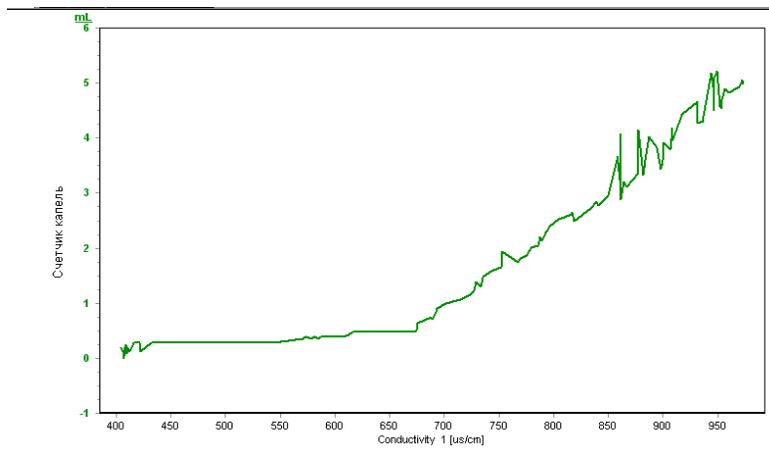


Рис. 9. Примерный вид графика

17. По окончании измерений промойте модуль дистиллированной водой и высушите бумажной салфеткой.

18. Распечатайте полученный график, нажав кнопку **Печать**  на главной панели инструментов. Подпишите рисунок.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

19. Вклейте лист с распечатанным графиком в рабочую тетрадь. (Если ваш компьютер не подключен к принтеру, перерисуйте график в рабочую тетрадь и подпишите его.)

20. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.

21. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему «ледяная» уксусная кислота не проводит электрический ток?
2. Рассчитайте степень диссоциации уксусной кислоты, если известно, что из 1000 ее молекул протиссоциировало 300.
3. Как влияет на удельную электропроводность раствора температура?

### **Дополнительные задания**

- Как изменяется степень диссоциации уксусной кислоты при понижении ее концентрации?

- Как будет изменяться электропроводность сильного электролита при увеличении его концентрации в растворе? Эксперимент можно провести на примере хлорида натрия.

### **Справочный материал**

1. Электролитическая диссоциация:

[http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_4495.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_4495.html)

<http://all-about-water.ru/electroconductivity.php>

<http://www.alhimikov.net/dissoziation/Page-1.html>

2. Растворы электролитов:

<http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0134112>

3. Степень диссоциации:

<http://www.himhelp.ru/section23/section6/section41/48.html>

<http://www.alhimik.ru/teleclass/konspekt/konsp7-11.shtml>

4. Видеоопыты по электролитической диссоциации:

<http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/eb17b17a-6bcc-01ab-0e3a-a1cd26d56d67/23535/?interface=themcol>

## Лабораторная работа № 3.1

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ СОЛИ

#### Цель:

- сформировать представления о растворах, как однородных смесях;
- закрепить и расширить знания о получении растворов, раскрыть сущность процесса растворения;
- установить зависимость растворимости различных веществ от температуры.

#### Оборудование и материалы

##### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Температура»;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

##### *Традиционное:*

- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический, 200 мл, (2 шт.);
- стеклянные палочки, (2 шт.).

##### *Реактивы:*

- холодная вода;
- горячая вода;
- хлорид натрия, NaCl, 40 г;
- сульфат меди, CuSO<sub>4</sub>, 80 г

#### Введение

Любой раствор состоит из растворителя и растворенного вещества. Если в сосуд с водой поместить кристаллы поваренной соли, сахара или перманганата калия (марганцовки), то мы можем наблюдать, что количество твердого вещества постепенно уменьшается. При этом вода, в которую были добавлены кристаллы, приобретает новые свойства. Если раствор профильтровать через самый плотный фильтр, то ни соль, ни сахар, ни перманганат калия не удастся отделить от воды. Следовательно, эти вещества в воде раздроблены до молекул. Если выпарить воду – молекулы могут снова собраться в кристаллы. Таким образом, растворы – это молекулярные смеси.

Поскольку вода очень хороший растворитель, в природе она всегда содержит растворимые вещества, так как не существует абсолютно нерастворимых веществ. Их число и характер зависит от состава пород, с которыми вода находилась в контакте. Наименьшее число примесей и растворенных веществ содержится в дождевой воде. Однако даже она содержит растворенные газы, соли, твердые частицы. Соли, содержащиеся в дождевой воде, попадают в нее из океанов и морей. Твердый остаток, который образуется при испарении дождевой воды, – это частицы пыли, захваченные капельками воды.

*Растворимостью* вещества в воде называется максимальное количество этого вещества, выраженное, например, в граммах, которое растворяется в некотором количестве воды (например, в 100 г) при определенной температуре.

Понятие «растворимость» имеет относительный смысл, поскольку все вещества в какой-то степени растворимы в воде. Аналогично, «нерастворимым» называется вещество, имеющее крайне низкую растворимость в воде. Мел, например, считается нерастворимым в воде. Растворимость вещества зависит от природы вещества и растворителя, их агрегатного состояния, наличия в растворе посторонних веществ, температуры.

В этом эксперименте вам предстоит установить зависимость растворимости различных веществ от температуры.

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторного опыта в кабинете химии.

Будьте осторожны при работе с горячей водой.

### **Указания к работе**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу.

**Таблица. Влияние температуры на растворимость соли**

Температура, °С	Растворимость, г/100 мл H <sub>2</sub> O	
	NaCl	CuSO <sub>4</sub>

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini – А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- a. налейте 100 мл холодной воды в химический стакан;
- b. поместите в стакан металлический щуп модуля «Температура»

- c. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- d. подключите модуль сопряжения USB к модулю «Температура» (рис. 1б).



а



б

Рис. 1. Комплекты для проведения измерений

2. Запустите ПО PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля температуры (рис. 2).

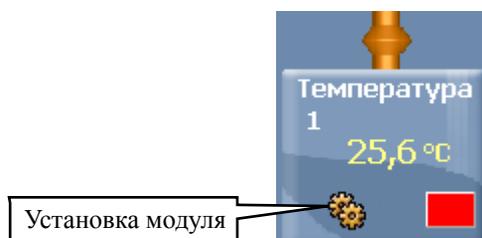


Рис. 2. Окно модуля «Температура».

3. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

- a. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.
- b. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- c. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя ▲ выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- d. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

4. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.

5. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

6. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5).

- a. Установите продолжительность эксперимента на 3 мин.
- b. Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню.

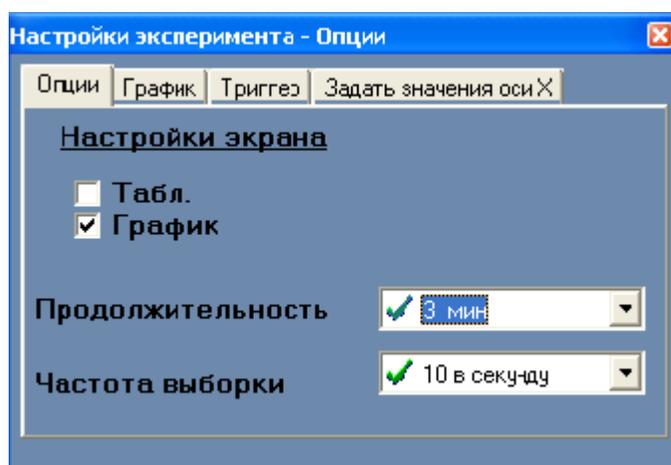


Рис. 5. Установка эксперимента

7. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля.

### *Исследования и измерения*

8. Измерьте температуру дистиллированной воды, нажав кнопку **Запуск эксперимента** .

9. Подождите, пока значение температуры стабилизируется, и запишите данные в отчетную таблицу.

10. Не останавливая измерение, начните добавлять в химический стакан поваренную соль по одной чайной ложке, помешивая стеклянной палочкой. Наблюдайте процесс растворения. Добавляйте соль до тех пор, пока она не перестанет растворяться. Зафиксируйте количество добавленной соли в отчетной таблице (одна чайная ложка – это примерно 5 г соли).

11. После того как соль перестанет растворяться, начните добавлять в стакан с солью горячую воду, наблюдайте влияние изменения температуры на растворимость соли.

Помешивая раствор, продолжайте добавлять поваренную соль по одной чайной ложке по мере ее растворения. Запишите полученные значения в таблицу.

12. Повторите эксперимент с использованием сульфата меди. Сравните полученные данные.

13. В конце эксперимента промойте измерительный модуль и протрите его бумажной салфеткой.

### ***Анализ результатов лабораторной работы***

14. Проанализируйте данные отчетной таблицы.

15. Ответьте на контрольные вопросы.

16. Сделайте вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. *Как изменяется температура в течение проведенных реакций?*
2. *Как изменяется растворимость соли при повышении температуры?*
3. *Что происходит с приготовленными растворами при их охлаждении?*
4. *Как правило, в начальный момент растворения выданных образцов солей стенки стакана становятся холодными, хотя в реакции используется вода комнатной температуры. С чем это связано?*

### **Дополнительные задания**

- Какой метод могут использовать химики, чтобы проверить, является ли вещество чистым или в нем присутствует примесь другого вещества?
- Раствор – вещество переменного состава. От концентрации раствора зависят и его свойства. То, что в повседневной жизни мы называем водой, является раствором. В воде хорошо растворяются газы, жидкости и твердые вещества. Приведите примеры растворов? Какие растворы вы используете в быту?

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация о растворимости:

<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3821.html>

2. Дополнительная информация о растворах:

<http://www.alhimik.ru/teleclass/konspekt/konsp7-03.shtml>

3. Дополнительная информация о влиянии температуры на растворимость:

<http://exxum10.narod.ru/vop/21.html>

4. Дополнительная информация о воде как растворителе:

<http://www.xumuk.ru/biochem/32.html>

## Лабораторный опыт № 3.2-БС

# ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

### Цель:

- расширить знания о свойствах кислот и оснований;
- закрепить знания о типах химических реакций;
- изучить тепловой эффект реакции нейтрализации на примере растворения гидроксида натрия в воде.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «рН»;
- измерительный модуль «Температура»;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- стакан химический пластиковый, 50 мл (2 шт.);
- пипетка градуированная, 1 мл.

#### *Реактивы:*

- вода дистиллированная;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- серная кислота, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия, NaOH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид калия, KOH, 0,05 М раствор, 20 мл.

### Введение

Почти все химические реакции сопровождаются либо выделением, либо поглощением теплоты, и на основе этого классифицируются как экзотермические или эндотермические. *Экзотермический процесс* – это химическая реакция с выделением тепла. В результате экзотермической реакции вещества нагреваются. Затем выделившееся тепло передается в окружающую среду до тех пор, пока температуры не сравняются. В *эндотермической реакции* энергия должна быть поглощена из окружающей среды.

Кислотность растворов, как правило, колеблется от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, в кислых растворах рН менее 7, а в щелочных – более 7. Добавление щелочи к воде приводит к возрастанию рН водного раствора, а добавление кислоты – к понижению рН. При взаимодействии кислоты с эквивалентным количеством основания протекает реакция нейтрализации с образованием соли и воды. Изменение рН можно

контролировать с помощью специальных красителей (индикаторов) или измерительного модуля «рН».

В этом эксперименте вам предстоит исследовать тепловой эффект реакции нейтрализации и определить, является эта реакция экзотермической или эндотермической.

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторного опыта в кабинете химии.

Растворы кислот и щелочей по степени воздействия на организм относятся к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Растворы могут вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

Обратите внимание, что нижняя часть модуля «рН» состоит из хрупкого сферического кристалла. Хотя кристалл и защищен пластиком, обращайтесь с ним осторожно, чтобы не разбить.

### **Указания к работе**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Подготовьте в тетради отчетные таблицы.

Таблица 1. Гидроксид натрия

<b>Количество добавленного раствора <math>\text{HCl}</math>, мл</b>	<b>рН</b>	<b>Температура, °С</b>

Таблица 2. Гидроксид калия

<b>Количество добавленного раствора <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>, мл</b>	<b>рН</b>	<b>Температура, °С</b>

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- c. налейте в химический стакан 100 мл дистиллированной воды;
- d. закрепите модуль «Температура» в лапке штатива;
- e. открутите колпачок с защитным раствором с нижней части модуля «рН», осторожно извлеките датчик, поднимите крышку колпачка вверх по модулю, оставьте колпачок с раствором в сторону;
- f. опустите измерительный модуль «рН» в стакан с дистиллированной водой;
- g. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи измерительные модули «Температура» и «рН» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения измерений

2. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
3. Запустите ПО PROLog и убедитесь, что измерительные модули определены.

Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появятся окна измерительных модулей «рН» и «Температура» (рис. 2).

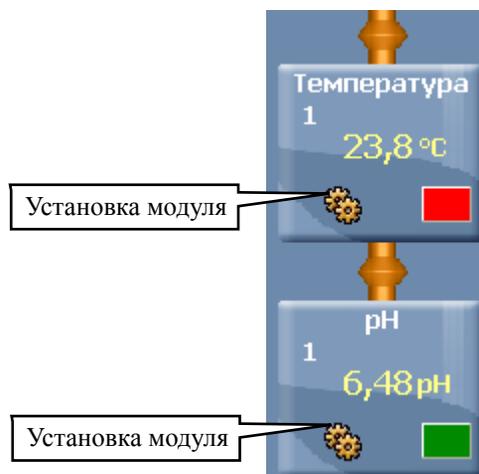


Рис. 2. Окна измерительных модулей

4. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

- a. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.
- b. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

- c. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .
- d. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

5. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

6. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5).

- a. Установите продолжительность эксперимента на 3 мин.
- b. Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню.

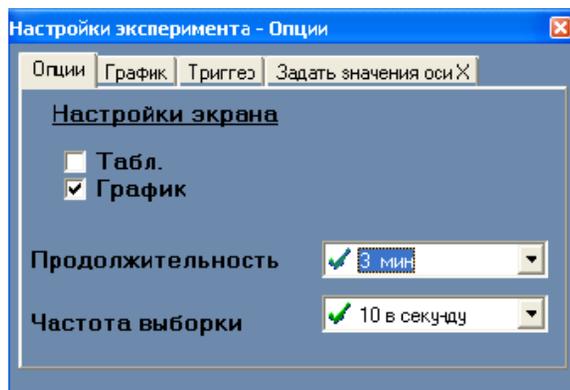


Рис. 5. Установка эксперимента

7. Закройте диалоговое окно.

8. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «рН» (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис. 6).

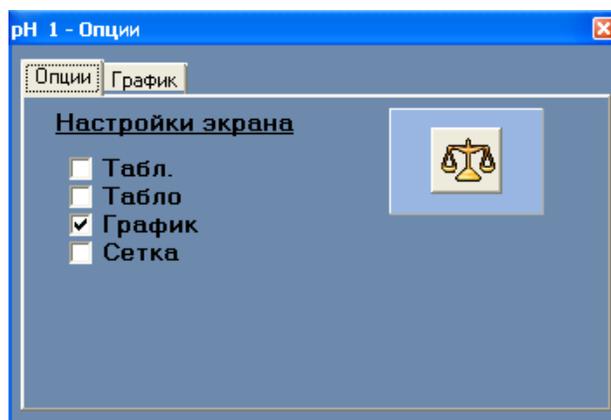


Рис. 6. Окно «Установка модуля»

9. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне, чтобы установить значение 7.

10. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля «рН».

### *Исследования и измерения*

11. Налейте в химический стакан 20 мл раствора гидроксида натрия.

12. Введите в стакан с исследуемым раствором измерительный модуль «Температура» и измерительный модуль «рН».

13. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение.

14. Подождите, пока показания температуры и рН стабилизируются.

15. Не останавливая измерение, с помощью пипетки по каплям добавляйте раствор

соляной кислоты. Наблюдайте изменения температуры и pH, записывая показания в отчетную таблицу 1.

16. Продолжайте эксперимент до тех пор, пока среда раствора не станет нейтральной (pH=7).

17. По завершении эксперимента вылейте раствор гидроксида натрия и тщательно промойте стакан.

18. Проведите аналогичные измерения для раствора гидроксида калия и серной кислоты, повторив шаги 11–17. Запишите показания в отчетную таблицу 2.

19. В конце эксперимента промойте модуль «pH» и поместите его в буферный раствор, закрутив крышку до упора.

### ***Анализ результатов лабораторной работы***

20. Проанализируйте данные отчетных таблиц..

21. Ответьте на контрольные вопросы.

22. Сделайте вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. *Как изменяется температура в ходе реакции с гидроксидом натрия? Данная реакция экзотермическая или эндотермическая?*

2. *Как изменяется температура в ходе реакции с гидроксидом калия? Данная реакция экзотермическая или эндотермическая?*

3. *Как изменяется pH в процессе нейтрализации растворов? Существует ли зависимость между изменением значения pH и температуры?*

### **Дополнительные задания**

- Прежде чем вылить в канализацию жидкие отходы лабораторных работ, содержащие соляную кислоту, следует их нейтрализовать щелочью (например, гидроксидом натрия) или содой (карбонатом натрия). Определите массу NaOH, необходимую для нейтрализации отходов, содержащих 0,45 моль HCl.

- В чем значение реакции нейтрализации? Где она используется человеком?

### **Справочный материал**

1. Дополнительная информация о реакции нейтрализации:  
<http://www.xumuk.ru/bse/1778.html>

2. Дополнительная информация об индикаторах в реакциях нейтрализации:  
<http://www.hemi.nsu.ru/ucheb185.htm>

3. Дополнительная информация о тепловом эффекте реакции нейтрализации:  
[http://chem-bsu.narod.ru/umk\\_chem\\_webCD/lwork/lr3.htm](http://chem-bsu.narod.ru/umk_chem_webCD/lwork/lr3.htm)

4. Дополнительная информация о тепловых эффектах химических реакций:  
<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4352.html>  
<http://www.ximicat.com/info.php?id=5225>

## Лабораторная работа № 3.4-БС

# ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

### Цели:

- закрепить понятие скорость химической реакции;
- исследовать влияние температуры на скорость химической реакции.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО PROLog;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Температура»;
- USB кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- стакан химический, 100 мл;
- пробирки стеклянные (2 шт.);
- штатив для пробирок;
- спиртовка.

#### *Реактивы:*

- оксид меди (II), CuO, (две гранулы);
- серная кислота, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 М раствор, 20 мл.

### Введение

Химические реакции протекают с различными скоростями. Некоторые из них полностью заканчиваются за несколько секунд, другие – за минуты, дни; известны реакции, длящиеся несколько лет, десятилетий и еще дольше. Кроме того, одна и та же реакция (при прочих одинаковых условиях) при повышенных температурах может протекать быстро, а при охлаждении – медленно; при этом различие в скоростях может быть очень большим.

Знание скоростей химических реакций имеет большое научное и практическое значение. В химической промышленности, например, это знание необходимо, чтобы размеры и производительность аппаратуры, выбранной для производства какого-либо вещества, соответствовали количеству производимого продукта.

Скорость химической реакции зависит от природы реагирующих веществ и условий протекания реакции: концентрации, температуры, присутствия катализаторов, давления (для газовых смесей), измельчения (для твердых веществ), радиоактивного облучения.

В данном эксперименте вам предстоит выяснить, как температура влияет на скорость протекания химической реакции.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности по проведению лабораторных работ в кабинете химии.

Ознакомьтесь с требованиями, обеспечивающими безопасность при работе с горючими веществами.

Раствор серной кислоты по степени воздействия на организм относится к веществам 2-го класса опасности (вещества высокоопасные). Раствор может вызвать ожоги кожи и глаз, пары – раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Следует избегать попадания раствора на кожу рук и в глаза! Не глотать!

### Указания к работе

#### Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу.

Таблица. Зависимость времени протекания реакции от температуры

Номер пробирки	Температура, °С	Время протекания реакции, с
1		
2		

2. Соберите два комплекта модулей, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- c. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Температура» (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Комплекты для проведения измерений

3. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
4. В две пробирки поместите по одной грануле оксида меди (II).

5. Запустите ПО PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите кнопку **Поиск модулей** . Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля температуры (рис. 2).



Рис. 2. Окно модуля «Температура»

6. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

a. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

b. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

c. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

d. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

7. Подключите комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.

8. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

9. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это откроет диалоговое окно (рис. 5).

a. Установите продолжительность эксперимента на 2 мин.

b. Установите частоту измерения на 20 в секунду в выпадающем меню.

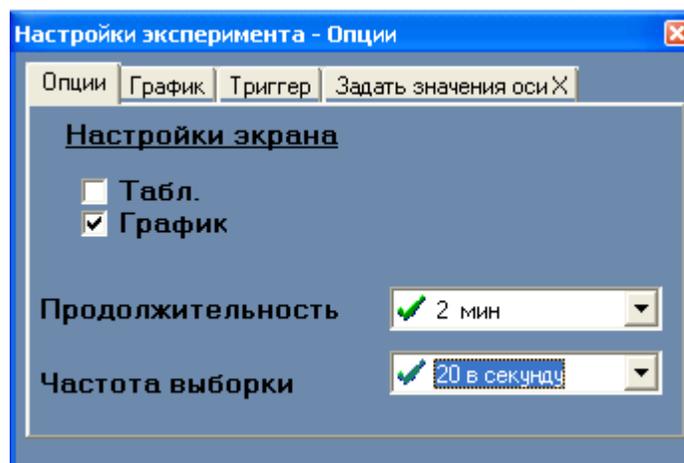


Рис. 5. Установка эксперимента

10. Закройте диалоговое окно установки измерительного модуля.

### *Исследования и измерения*

11. Добавьте 5–6 капель серной кислоты в первую пробирку и введите в нее модуль «Температура».

12. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение. Подождите, пока значение температуры стабилизируется. Запишите полученные данные в отчетную таблицу.

13. Добавьте 5–6 капель серной кислоты во вторую пробирку и введите модуль «Температура». Подождите, пока показания температуры стабилизируются.

14. Начните нагревание пробирки с помощью спиртовки. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение.

15. Наблюдайте, как влияет изменение температуры на скорость протекания реакции. Дождитесь окончания протекания химической реакции. Отметьте время протекания реакций в первом и во втором случаях. Запишите данные в отчетную таблицу.

16. В конце эксперимента промойте измерительный модуль и протрите его бумажной салфеткой.

### *Анализ результатов лабораторного опыта*

17. Заполните отчетную таблицу данными исследования. Проанализируйте измененные значения.

18. Ответьте на контрольные вопросы.

19. Сделайте вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. В какой пробирке реакция протекает более интенсивно? По каким признакам вы это определили?

2. Какое условие влияет на скорость данной химической реакции?

### Дополнительные задания

- Что называется скоростью химической реакции и как она рассчитывается?
- В реакцию вступили вещества при температуре 40 °С, затем их нагрели до 70 °С. Как изменится скорость химической реакции, если температурный коэффициент ее равен 2?

### Справочный материал

Влияние температуры на скорость химических реакций описывается правилом Вант-Гоффа: повышение температуры на каждые 10 °С приводит к увеличению скорости реакции в 2–4 раза (эта величина называется температурным коэффициентом реакции). Математически эта зависимость выражается соотношением:

$$v_{T_2} = v_{T_1} \times g^{(T_2 - T_1)/10},$$

где  $v_{T_1}$  и  $v_{T_2}$  – скорости реакций при температурах  $T_1$  и  $T_2$ ;

$g$  – температурный коэффициент реакции – число, показывающее, во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на каждые 10 °С.

1. Дополнительная информация о скорости химической реакции:  
<http://www.xumuk.ru/bse/2508.html>

2. Дополнительная информация о зависимости скорости реакции от температуры:  
[http://www.chem-astu.ru/chair/study/genchem/r2\\_1.htm](http://www.chem-astu.ru/chair/study/genchem/r2_1.htm)

3. Дополнительная информация о влиянии различных факторов на скорость химической реакции:  
<http://www.chemguru.ru/information/40-himicheskaja-kinetika-i-ravnovesie>

## Лабораторная работа № 4.2-БС

# ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛИ В ВОДЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

### Цели:

- определить зависимость содержания соли в воде от нагревания;
- построение графиков зависимости содержания соли от нагревания.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- измерительный модуль «Соленость»;
- измерительный модуль «Температура»;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, металлическое кольцо, муфта и лапка;
- кристаллизатор.

#### *Дополнительные материалы:*

- стакан химический, 150 мл, (4 шт.);
- сульфат натрия, 25–30 г;
- хлорид натрия, 40 г;
- нитрат калия, 30–35 г;
- бумажная салфетка;
- стеклянная палочка;
- дистиллированная вода.

### Введение

*Растворимость* – способность вещества образовывать с другим веществом (или веществами) гомогенные смеси с дисперсным распределением компонентов. Предельная растворимость многих веществ в воде (или в других растворителях) – величина постоянная и соответствует концентрации насыщенного раствора при определенной температуре. Это качественная характеристика растворимости приводится в справочниках (в г/100 г растворителя, при определённых условиях).

Растворимость зависит от химической природы растворяемого вещества и растворителя, температуры и давления.

*Природа растворяемого вещества.* Кристаллические вещества подразделяются на: хорошо растворимые, Р, (более 1,0 г/100 г воды); малорастворимые, М, (0,1–1,0 г /100 г воды); нерастворимые, Н, (менее 0,1 г/100 г воды).

*Природа растворителя.* При образовании раствора связи между частицами каждого из компонентов заменяются связями между частицами разных компонентов. Чтобы но-

вые связи могли образоваться, компоненты раствора должны иметь однотипные связи, т.е. быть одной природы. Поэтому ионные вещества хорошо растворяются в полярных растворителях и плохо в неполярных, а молекулярные вещества – наоборот.

*Влияние температуры.* Если растворение вещества является экзотермическим процессом, то с повышением температуры его растворимость уменьшается (например,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в воде) и наоборот. Для большинства солей характерно увеличение растворимости при нагревании.

Практически все газы растворяются с выделением тепла. Растворимость газов в жидкостях с повышением температуры уменьшается, а с понижением увеличивается.

*Влияние давления.* С повышением давления растворимость газов в жидкостях увеличивается, а с понижением уменьшается.

### **Техника безопасности**

Ознакомьтесь с общими правилами поведения в кабинете химии.

### **Порядок проведения работы**

#### ***Подготовка эксперимента***

1. Начертите в тетради отчётную таблицу для каждого вещества.

Таблица. **Значения температуры и уровня соли**

<b>Образец</b>	<b>Температура °С</b>	<b>Уровень соли, %</b>	<b>Название соли</b>
1			
2 и т.д.			

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- c. наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку;
- d. налейте в химический стакан 100 мл дистиллированной воды;
- e. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительные модули «Температура» и «Соленость»;
- f. закрепите модуль «Температура» и модуль «Соленость» в лапке штатива, поместите их в стакан с водой;
- g. поместите стакан с водой в кристаллизатор (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

3. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.
4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите значок **Поиск модулей**  на панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окна измерительных модулей «Температура» и «Соленость» (рис. 2).

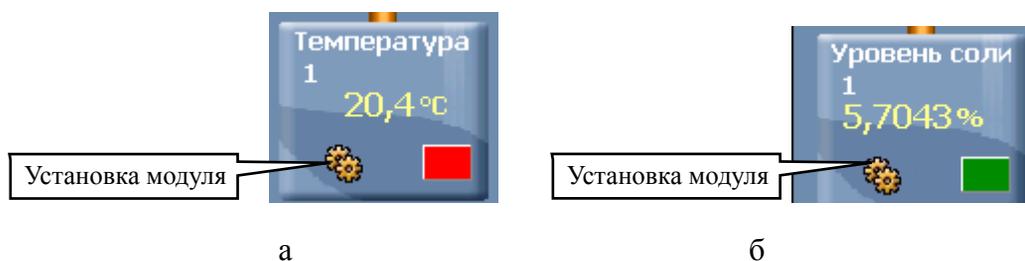


Рис. 2. Окна модулей «Температура» и «Соленость»

5. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:
  - а. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.
  - б. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

d. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).

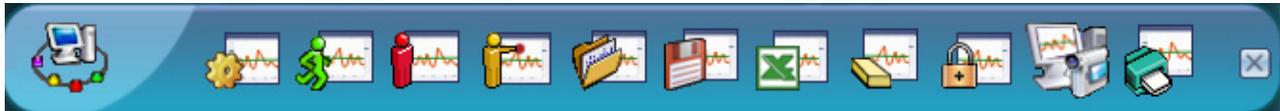


Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «Соленость» (рис. 2б). Откроется диалоговое окно.

8. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно. В открывшемся окне выберите в качестве единицы измерения **в %** (рис. 5).

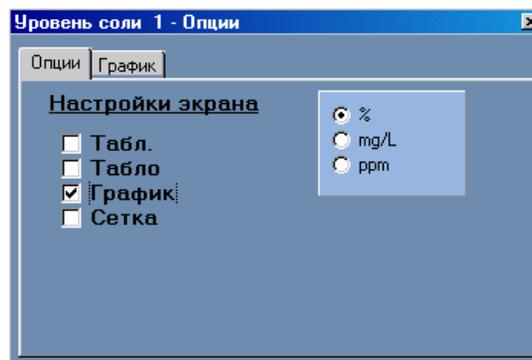


Рис. 5. Окно установки модуля

9. Закройте диалоговое окно установки модуля.

10. Далее нажмите вкладку **График**, установите масштаб графика: уровень Y макс. до 8 и Y мин. до 0. Позиция Y-ось должна быть 0 (рис. 6).

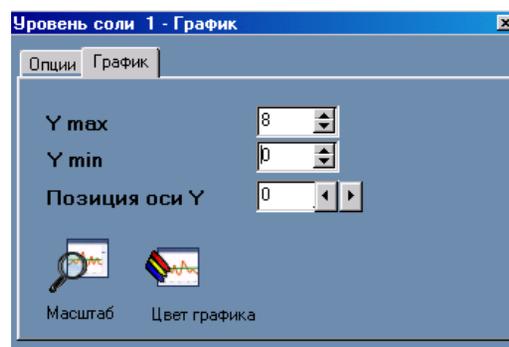


Рис 6. Окно установки модуля

11. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно (рис. 7).

а. Установите в **Настройках экрана** флажок на **Таблица**.

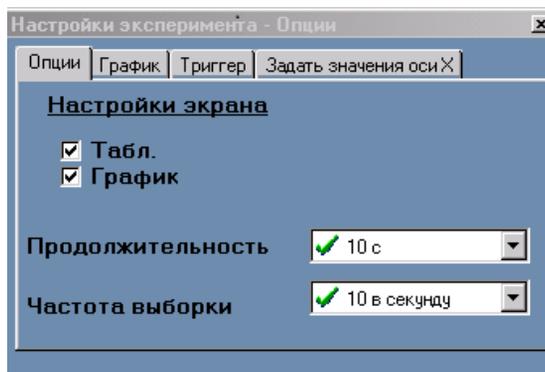


Рис. 7. Установка эксперимента

12. В открывшейся таблице нажмите курсором мышки по названию третьей колонки **Ввод переменных** и измените его на **Название соли** (рис. 8).

Время	Температура 1	Уровень соли 1	Ввод пер

Рис. 8. Таблица

13. Закройте диалоговое окно.

### *Исследование и измерение*

14. Поместите в стакан с дистиллированной водой 25–30 г сульфата натрия (5–6 чайных ложек), перемешайте стеклянной палочкой.

15. Подождите, пока значение уровня солености стабилизируется, следить за изменениями можно в окне модуля «Соленость» (рис. 2б).

16. Затем нажмите на значок **Шаговый режим** .

17. Налейте в кристаллизатор горячей воды и наблюдайте за изменениями температуры и уровня солености в окне модулей с левой стороны (рис. 2а и 2б).

18. После возрастания температуры на каждые 3–5 °С снова нажимайте на значок

**Шаговый режим**  для нового измерения.

19. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели (рис. 3), в открывшемся окне выберите вкладку **Задать значение оси X**, далее выберите **Модуль** и **Температура** (рис. 9).

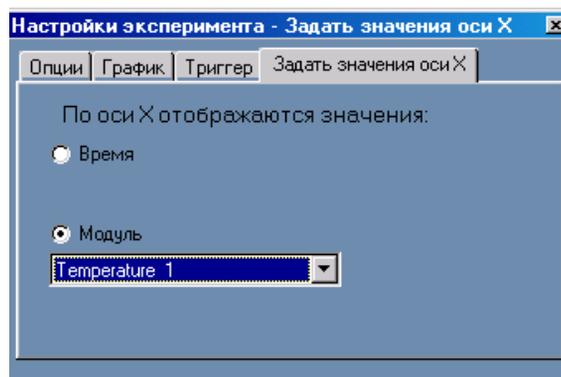


Рис. 9. Настройка графика

20. Чтобы увидеть точки графика в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  на панели инструментов работы с графиком (рис. 10).

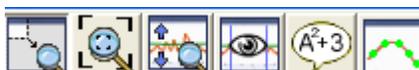


Рис. 10. Панель инструментов работы с графиком

21. После проведения исследования вы получите точки графика (рис. 11).

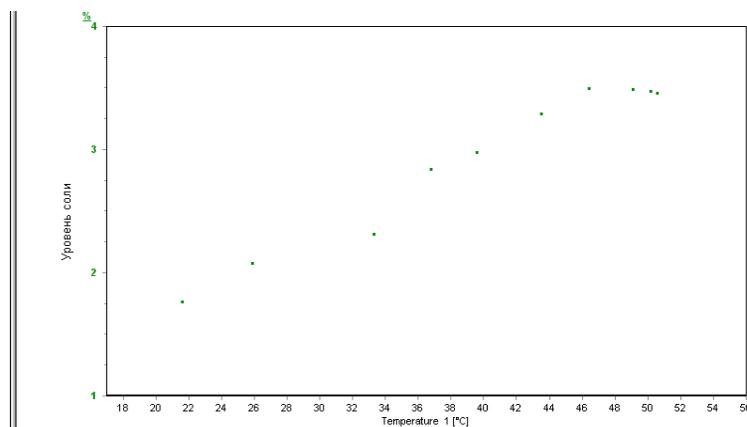


Рис. 11. Точки графика при растворении сульфата натрия

22. Распечатайте полученные точки графика, нажав кнопку **Печать**  на главной панели инструментов. Подпишите рисунок.

23. Прделайте шаги 14–22 для хлорида натрия (40 г) и нитрата калия (30-35 г).

### **Анализ результатов лабораторной работы**

24. Вклейте лист с распечатанными графиками в рабочую тетрадь. (Если ваш компьютер не подключен к принтеру, перерисуйте оба графика в рабочую тетрадь и подпишите их.)

25. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.

26. Сделайте вывод по работе.

#### **Контрольные вопросы**

1. *Как изменяется растворимость сульфата натрия, хлорида натрия и нитрата калия при нагревании растворов?*

2. *При каком значении температуры содержание сульфата натрия начинает уменьшаться?*

3. *Какие эффекты вы наблюдали при растворении данных солей?*

#### **Дополнительные задания**

- Постройте по полученным точкам кривые зависимости растворимости соответствующих солей в воде от температуры.

- Как будет изменяться растворимость этих солей в воде при понижении температуры?

- Проведите опыт с другими солями: сульфатом магния или хлоридом натрия. Как будет изменяться их содержание в воде при нагревании раствора?

#### **Справочный материал**

1. Растворимость солей в воде и другой интересный материал о воде:  
<http://www.o8ode.ru/article/energo/klatrat.htm>;

2. Растворение веществ в воде:  
[http://ecoflash.narod.ru/likbez\\_3.htm](http://ecoflash.narod.ru/likbez_3.htm);  
<http://studypoint.ru/estestvennyie-nauki/rastvoryi-rastvorimost>;  
[http://www.himikatus.ru/art/tecnik\\_lab/0369.php](http://www.himikatus.ru/art/tecnik_lab/0369.php);  
<http://www.chem.msu.su/rus/school/zhukov1/11.html>

## Лабораторная работа № 5.2

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ

### Цель:

- определить факторы, которые влияют на химический процесс горения.

### Оборудование и материалы

#### Инновационное:

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- модуль батареи;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- измерительный модуль «Кислород»;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### Дополнительные материалы:

- комплект для горения;
- свеча.

### Введение

*Горение* – это сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и обычно ярким свечением (пламенем). При горении атомы простых веществ соединяются с атомами кислорода и образуются оксиды. При горении сложного вещества образуются оксиды тех химических элементов, которые входят в состав сложного вещества. В большинстве случаев основу горения составляют экзотермические окислительные реакции вещества, способного к горению с окислителем. При горении конденсированных систем, т.е. систем, не содержащих газообразных частей и состоящих только из твердых или жидких фаз или их смесей, пламя может и не возникать, т.е. происходит беспламенное горение или тление.

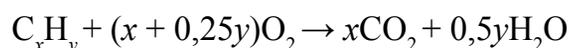
Для того чтобы началось горение, необходимы два условия: 1) нагревание горючего вещества до температуры воспламенения; 2) доступ кислорода (воздуха).

Реакция горения является основным химическим свойством предельных углеводородов, определяющих их использование в качестве топлива. Пример:



В случае нехватки кислорода вместо углекислого газа получается угарный газ или уголь (в зависимости от концентрации кислорода).

В общем случае уравнение реакции горения для любого углеводорода  $\text{C}_x\text{H}_y$  можно записать в следующем виде:



Горение любого вещества можно прекратить, воздействуя физически или химически на реакцию горения, вследствие чего происходит уменьшение количества выделяюще-

гося тепла, снижение температуры горения и в конечном счете прекращение реакции. Исходя из этого, различают следующие механизмы прекращения горения: уменьшение концентраций реагирующих веществ; изоляция реагирующих веществ; охлаждение реагирующих веществ; химическое торможение реакции горения.

Знание условий горения веществ необходимо человеку для тушения пожара. Наше народное хозяйство всё ещё несёт немалый урон от пожаров и возгораний. А сколько гибнет людей! Причиной пожаров являются многие факторы и прежде всего химическая безграмотность, недопустимая небрежность в выполнении учебных, бытовых и производственных операций, нарушение условий обращения с веществами и источниками энергии.

### Техника безопасности

Ознакомьтесь с общими правилами техники безопасности при проведении практических работ в кабинете химии.

### Указания к работе

#### *Подготовка эксперимента*

1. Соберите установку, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini–А/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- c. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «Кислород»;
- d. вставьте измерительный модуль «Кислород» в специальный паз в основании комплекта для горения (рис. 1б).



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

2. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.

3. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите значок **Поиск модулей**  на главной панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «Кислород» (рис. 2).

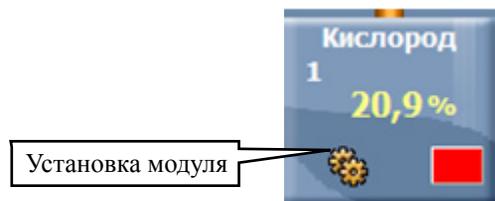


Рис. 2. Окно модуля кислорода

4. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

б. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

5. Нажмите значок **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

6. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Откроется диалоговое окно (рис. 5).

а. Установите продолжительность эксперимента на 2 минуты.

б. Установите частоту измерения на 10 в секунду в выпадающем меню.

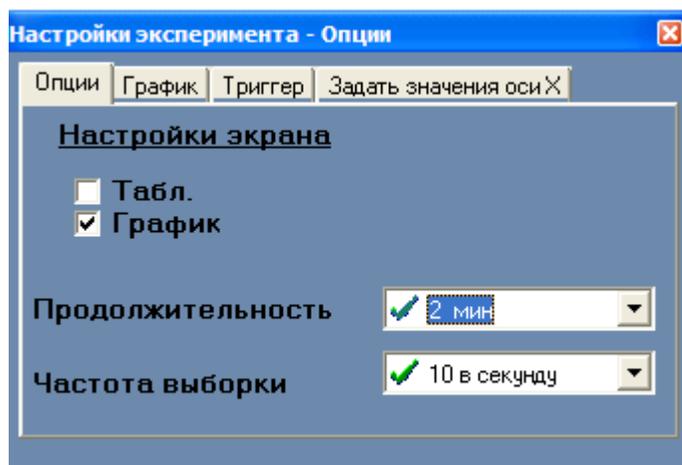


Рис. 5. Установка эксперимента

7. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне измерительного модуля (рис. 2), чтобы открыть диалоговое окно (рис. 6). Проверьте, что режим установлен на **% в воздухе**.

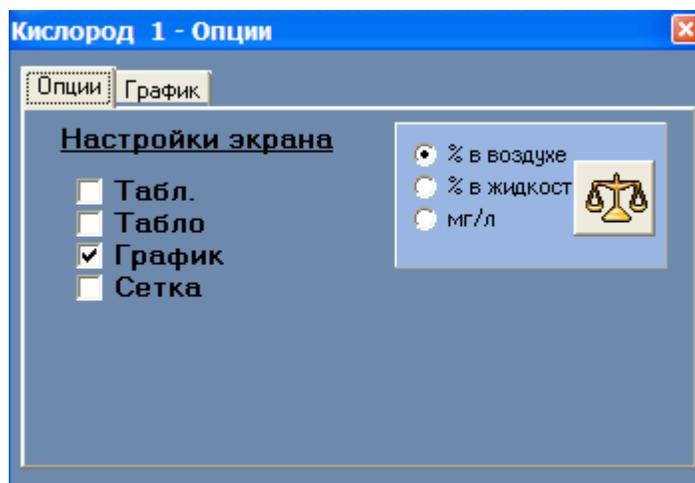


Рис. 6. Окно установки модуля

8. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне. Это откалибрует датчик до значения 20,9%

9. Закройте диалоговое окно установки модуля.

10. Для проведения измерений вам необходимо распределить обязанности: один учащийся работает с Комплектом 1, второй – с Комплектом 2.

### *Исследование и измерение*

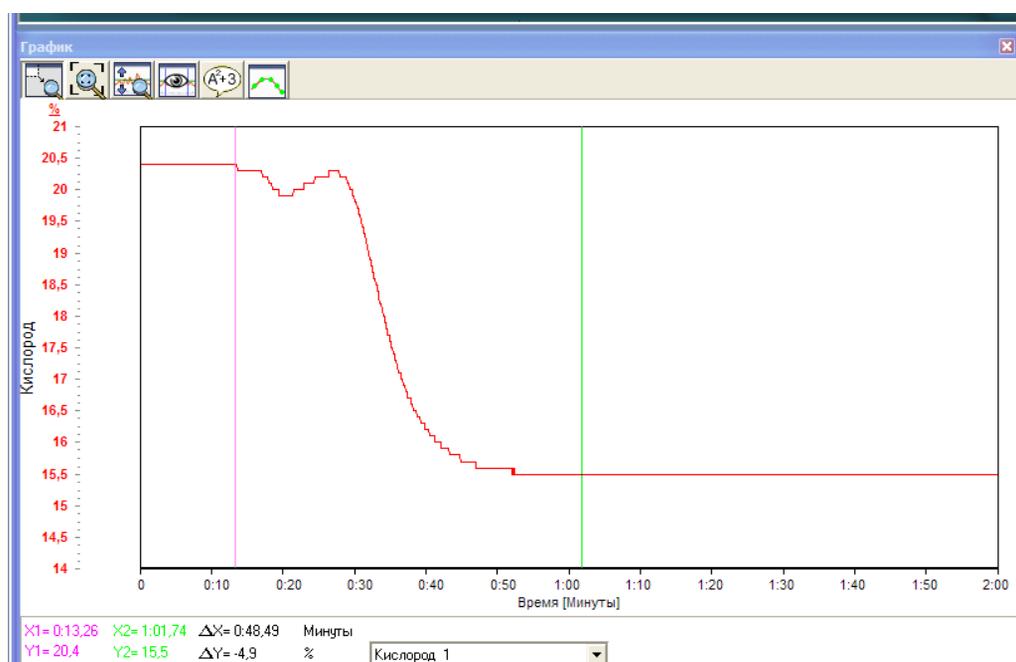
11. Нажмите кнопку **Запуск эксперимента**  на дополнительной панели (рис. 3), чтобы начать измерение.

12. Не останавливая измерение, подождите около 10 секунд и накройте свечу стеклянным контейнером.

13. Наблюдайте изменения содержания кислорода.
14. Через 2 мин измерение автоматически завершится и на экране будет построен график изменения содержания кислорода.

### *Анализ результатов лабораторной работы*

15. Нажмите кнопку **Показать курсоры** . Передвиньте розовый курсор в ту часть графика, где функция начала убывать, а зелёный – где убывание функции завершилось (рис. 7).



*Рис. 7. Измерение содержания кислорода*

16. Запишите значения  $y_1$  и  $y_2$  в тетрадь.
17. Распечатайте полученный график, нажав значок **Печать**  на главной панели инструментов. Подпишите график.
18. Вклейте лист с распечатанным графиком в рабочую тетрадь.
19. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.
20. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните, почему свеча погасла.
2. Изучите график и определите количество кислорода в то время, когда свеча погасла.
3. Какие продукты образуются при горении свечи?

### Дополнительные задания

- Повторите опыт с другим горючим (например, используйте «сухое горючее»). Сравните полученные результаты.
- Какие средства тушения пожара нужно использовать в следующих случаях: а) загорелась одежда на человеке; б) воспламенился бензин; в) возник пожар на складе лесоматериалов; г) загорелась нефть на поверхности воды?

### Справочный материал

1. Горение:

<http://1interesnoe.info/2009/11/ogon-gorenie/>

<http://xn--80afna8a3b.xn--p1ai/gas/gas.htm>

2. Способы прекращения горения:

<http://supernicolass.narod.ru/Spospriem.htm>

## Лабораторная работа № 6.1-БС

# ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ГЕТЕРОГЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ ПЛОЩАДИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

### Цель:

■ определить зависимость скорости гетерогенной реакции от площади соприкосновения реагирующих веществ.

### Оборудование и материалы

#### *Инновационное:*

- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- модуль беспроводной связи (2 шт.);
- модуль батареи;
- измерительный модуль «CO<sub>2</sub>»;
- кабель В/М-mini–А/М.

#### *Традиционное:*

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- фарфоровые ступка с пестиком.

#### *Дополнительные материалы:*

- вода дистиллированная;
- мел школьный (карбонат кальция), 2 небольших кусочка;
- колба коническая, 300 мл (2 шт.);
- уксусная кислота, 70% раствор (уксусная эссенция), 200 мл.

### Введение

Вокруг нас постоянно происходят тысячи химических реакций. Одни протекают за малые доли секунды, другие – за минуты, часы, дни. Говоря о скорости реакции, необходимо различать реакции, протекающие в гомогенной системе и в гетерогенной системе.

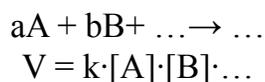
*Гомогенной* называется система, состоящая из одной фазы, *гетерогенной* – система, состоящая из нескольких фаз. Фазой называется часть системы, отделённая от других её частей поверхностью раздела, при переходе через которую свойства меняются скачком. Примером гомогенной системы может служить любая газовая смесь или раствор нескольких веществ в одном растворителе. Гетерогенная система – это, например, вода со льдом, насыщенный раствор с осадком и т.д. Если реакция протекает в гомогенной системе, то она идёт во всём объёме этой системы. Если реакция протекает в гетерогенной системе, то она может идти только на поверхности раздела фаз, образующих систему.

#### **Факторы, влияющие на скорость химических реакций**

*Природа реагирующих веществ.* Большую роль играет характер химических связей и строение молекул реагентов. Реакции протекают в направлении разрушения менее

прочных связей и образования веществ с более прочными связями. Так, для разрыва связей в молекулах  $H_2$  и  $N_2$  требуются высокие энергии; такие молекулы мало реакционноспособны. Для разрыва связей в сильнополярных молекулах ( $HCl$ ,  $H_2O$ ) требуется меньше энергии, и скорость реакции значительно выше. Реакции между ионами в растворах электролитов протекают практически мгновенно.

*Концентрация.* С увеличением концентрации (числа частиц в единице объема) чаще происходят столкновения молекул реагирующих веществ – скорость реакции возрастает. Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентрации реагирующих веществ.



Константа скорости реакции  $k$  зависит от природы реагирующих веществ, температуры и катализатора, но не зависит от концентрации реагентов. Физический смысл константы скорости заключается в том, что она равна скорости реакции при единичных концентрациях реагирующих веществ. Для гетерогенных реакций концентрация твердой фазы в выражение скорости реакции не входит.

*Температура.* При повышении температуры на каждые  $10^\circ C$  скорость реакции возрастает в 2–4 раза (правило Вант-Гоффа). При увеличении температуры от  $t_1$  до  $t_2$  изменение скорости реакции можно рассчитать по формуле:

$$V_{t_2}/V_{t_1} = \gamma^{(t_2-t_1)/10}$$

где  $V_{t_2}$  и  $V_{t_1}$  – скорости реакции при температурах  $t_2$  и  $t_1$ ;  
 $\gamma$  – температурный коэффициент данной реакции.

*Поверхность соприкосновения реагирующих веществ.* В гетерогенных системах чем больше поверхность соприкосновения, тем быстрее протекает реакция. Поверхность твердых веществ можно увеличить путем измельчения, а растворимых веществ – путем их растворения.

*Катализаторы.* Это вещества, которые участвуют в реакциях и увеличивают ее скорость, оставаясь к концу реакции неизменными.

Знание скоростей химических реакций имеет очень большое практическое и научное значение. Например, в химической промышленности от скорости химической реакции зависят размеры, производительность аппаратов, качество вырабатываемого продукта и в конечном итоге зарплата работников и себестоимость продукции.

## Техника безопасности

Соблюдение общих правил поведения в кабинете химии. Уксусная кислота легко воспламеняется, по степени влияния на организм относится к веществам третьего класса опасности. При работе с уксусной кислотой необходимо использовать индивидуальные средства защиты. Первая помощь при ожогах – обильное промывание водой.

## Порядок проведения работы

### Подготовка эксперимента

1. Начертите в тетради отчетную таблицу.

Таблица. Содержание CO<sub>2</sub>

Образец	Содержание CO <sub>2</sub>		
	начальное	через 30 с	через 1 мин
№ 1 (с кусочком мела)			
№ 2 (с измельчен-ным мелом)			

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1.

Комплект 1:

- a. подключите кабель В/М-mini-A/М к модулю сопряжения USB;
- b. соедините между собой один модуль беспроводной связи и модуль сопряжения USB (рис. 1а).

Комплект 2:

- c. наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку;
- d. положите небольшой кусочек мела в колбу;
- e. соедините между собой модуль батареи, второй модуль беспроводной связи и измерительный модуль «CO<sub>2</sub>»;
- f. закрепите установку так, как показано на рис.1б.



а. Комплект 1



б. Комплект 2

Рис. 1. Фотографии комплектов

3. Подключите Комплект 1 через модуль сопряжения USB к ПК.

4. Запустите программу PROLog и убедитесь, что измерительный модуль определен. Для этого нажмите значок **Поиск модулей**  на панели инструментов программы. Через некоторое время с левой стороны экрана появится окно измерительного модуля «CO<sub>2</sub>» (рис. 2).

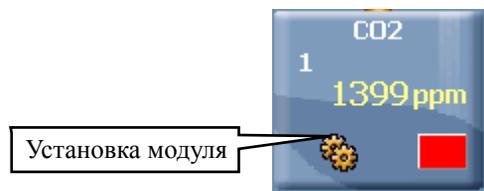


Рис. 2. Окно модуля «CO<sub>2</sub>»

5. Чтобы проводить работу в режиме беспроводной связи (БС), вам необходимо задать идентификационный номер (ID) вашей паре модулей БС. Для этого:

а. Отсоедините модуль БС от комплекта 2 и присоедините его к модулю БС комплекта 1.

б. Нажмите кнопку **Инструменты**  на главной панели инструментов программы. Откроется дополнительная панель (рис. 3).



Рис. 3. Дополнительная панель настройки ID модулей

с. Найдите кнопку **Задать ID радиомодуля**  на этой панели, с помощью переключателя  выберите номер, соответствующий номеру вашей группы (определяется учителем), и нажмите кнопку .

д. Отсоедините один модуль БС от комплекта 1 и снова присоедините его к комплекту 2.

6. Нажмите кнопку **Эксперимент при подключенных модулях**  на главной панели инструментов. Откроется дополнительная панель инструментов (рис. 4).



Рис. 4. Дополнительная панель инструментов

7. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля «CO<sub>2</sub>» (рис. 2). Откроется диалоговое окно. В открывшемся окне нажмите кнопку **Калибровка**  (рис.5).

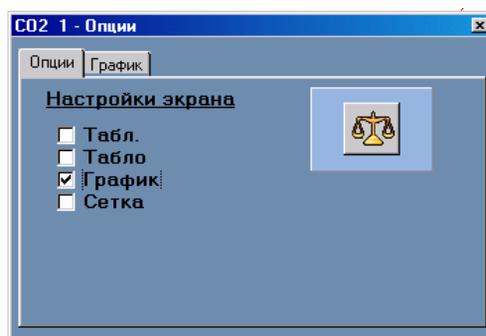


Рис. 5. Установка параметров модуля «СО<sub>2</sub>»

8. Закройте диалоговое окно.
9. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента**  на дополнительной панели. Это открывает диалоговое окно (рис. 6).
  - a. Установите продолжительность эксперимента на 1 минуту;
  - b. Установите частоту измерения на 60 в минуту в выпадающем меню.

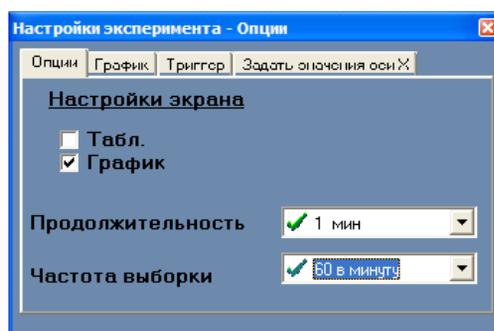


Рис. 6. Установка эксперимента

10. Закройте диалоговое окно.

### ***Исследование и измерение***

11. Занесите в отчетную таблицу начальное значение содержания углекислого газа.
12. Налейте в колбу 100 мл 70% уксусной кислоты и закройте пробкой с измерительным модулем «СО<sub>2</sub>». Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение. На экране будет отображаться график. Через 1 мин измерение автоматически завершится.
13. Занесите в отчетную таблицу значение содержания СО<sub>2</sub> через 30 секунд после начала эксперимента и по окончании эксперимента. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  на панели инструментов работы с графиком (рис. 7). После проведения измерений график будет выглядеть примерно как на рисунке 8.



Рис. 7. Панель инструментов работы с графиком

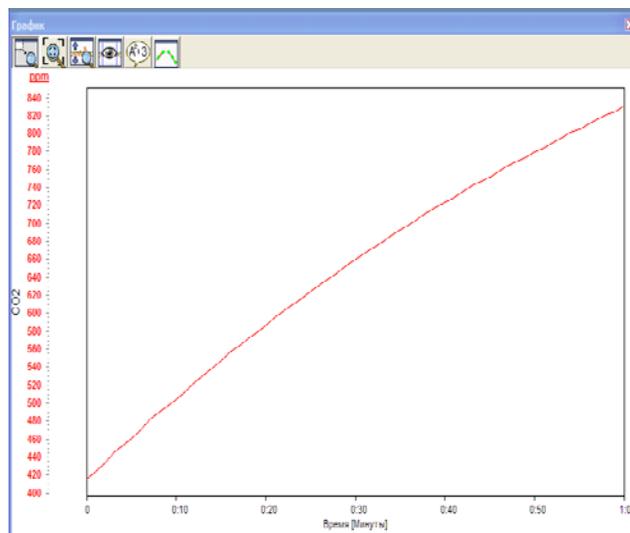


Рис. 8. Изменение содержания выделяющегося  $\text{CO}_2$ . Опыт 1

14. Нажмите кнопку **Заморозить видимые графики**  на дополнительной панели инструментов, чтобы сохранить график на экране.

15. Поменяйте цвет графика для следующего измерения. Для этого:

а. Нажмите кнопку **Цвет графика**  в окне измерительного модуля « $\text{CO}_2$ » (рис. 2). Откроется дополнительное окно (рис. 9).

б. Выберите любой цвет, отличающийся от первого графика, и нажмите кнопку **ОК**.

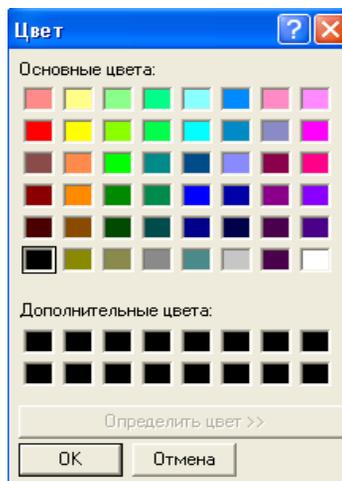


Рис. 9. Окно «Цвет графика»

16. Возьмите кусочек мела и размельчите его в фарфоровой ступке.

17. Нажмите кнопку **Установка модуля**  в окне модуля « $\text{CO}_2$ » (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис.4). В открывшемся окне нажмите кнопку **Калибровка** .

18. Закройте диалоговое окно.

19. Занесите в отчетную таблицу начальное значение содержания углекислого газа.

20. Измельченный мел с помощью ложечки положите в колбу, налейте 100 мл 70% уксусной кислоты и закройте пробкой с измерительным модулем «CO<sub>2</sub>». Нажмите кнопку



Запуск эксперимента, чтобы начать измерение. На экране будет отображаться график. Через 1 мин измерение автоматически завершится.

21. Занесите в отчетную таблицу значение содержания CO<sub>2</sub> через 30 секунд после начала эксперимента и по окончании эксперимента. После проведения измерений график будет выглядеть примерно как на рисунке 10.

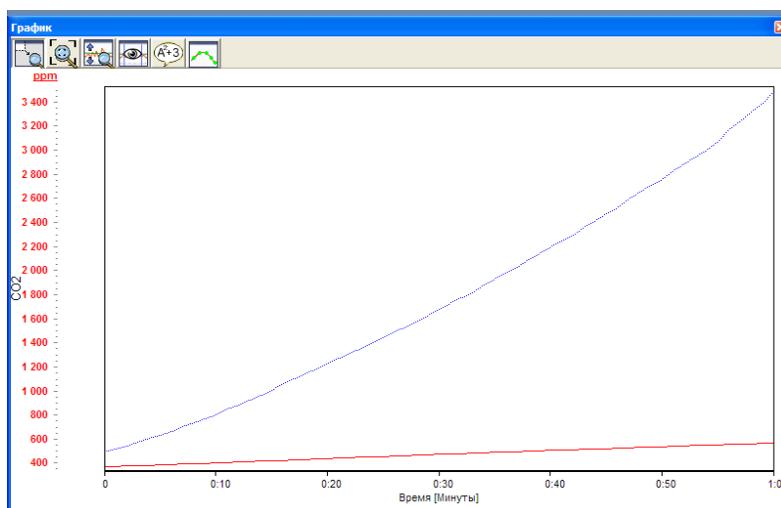


Рис. 10. Изменение содержания выделяющегося CO<sub>2</sub>. Опыт 2

22. Распечатайте полученный график, нажав кнопку **Печать**  на главной панели инструментов. Подпишите рисунок.

### ***Анализ результатов лабораторной работы***

23. Вклейте лист с распечатанным графиком в рабочую тетрадь. (Если ваш компьютер не подключен к принтеру, перерисуйте график в рабочую тетрадь и подпишите его.)

24. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.

25. Сделайте вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. *Напишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения взаимодействия карбоната кальция с уксусной кислотой.*

2. *От каких факторов зависит скорость химической реакции?*

3. *Рассчитайте скорость образования CO<sub>2</sub> в опытах № 1 и № 2 в ppm/c.*

### **Дополнительное задание**

• В каком случае реакция CaO (тв.) + CO<sub>2</sub> (г.) = CaCO<sub>3</sub> (тв.) протекает быстрее: при использовании крупных кусков или порошка оксида кальция? Рассчитайте: а) коли-

чество вещества; б) массу карбоната кальция, образовавшегося за 10 с, если скорость реакции составляет 0,1 моль/(л·с), объем реактора равен 1 л.

### Справочный материал

1. Учебное пособие по кинетике химических реакций:  
[http://www.chem-astu.ru/chair/study/genchem/r2\\_1.htm](http://www.chem-astu.ru/chair/study/genchem/r2_1.htm)
2. Электронный учебник:  
<http://www.alhimikov.net/elektronbuch/Page-38.html>
3. Дополнительная информация по скорости химической реакции:  
<http://www.himhelp.ru/section23/section5/section30/>  
<http://chemguru.ru/information/40-himicheskaja-kinetika-i-ravnovesie>  
<http://www.hemi.nsu.ru/ucheb214.htm>
4. Видеоопыты по скорости химической реакции:  
<http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8f5d7210-86a6-11da-a72b-0800200c9a66/21365/>











