

МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭКСПЕРИМЕНТОВ PROLOG

*Учебное пособие для обучающихся
с инструкциями*

ХИМИЯ

ЧАСТЬ 2

СОДЕРЖАНИЕ

Техника безопасности	4
----------------------------	---

ГРАФИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ

Лабораторная работа № 1.1-ГД	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ КИСЛЫХ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ	6
Лабораторная работа № 2.1-ГД	
ИЗУЧЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ	11
Лабораторная работа № 2.2-ГД	
ИСПЫТАНИЕ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОВОДИМОСТЬ	16
Лабораторная работа № 2.4-ГД	
ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЕЕ РАСТВОРА	21
Лабораторная работа № 3.1-ГД	
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ СОЛИ	27
Лабораторная работа № 3.2-ГД	
ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ	32
Лабораторная работа № 3.4-ГД	
ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ	37
Лабораторная работа № 4.2-ГД	
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛИ В ВОДЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ	41
Лабораторная работа № 5.2-ГД	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ	46
Лабораторная работа № 6.1-ГД	
ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ГЕТЕРОГЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ ПЛОЩАДИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ	52

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 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-ГД

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ КИСЛЫХ И ЩЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Цели:

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

Оборудование и материалы

Инновационное:

- модуль отображения информации (графический);
- модуль питания;
- измерительный модуль «pH».

Традиционное:

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

Реактивы :

- дистиллированная вода;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- серная кислота, H₂SO₄, 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⁺ и характеризуется концентрацией этих ионов в 1 л раствора. На практике степень кислотности (или щелочности) раствора выражается более удобным *водородным показателем*, или pH, представляющим собой отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации водородных ионов. Данный показатель называется pH, 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 pH 7, в кислых растворах pH менее 7, а в щелочных – более 7.

Для определения значения pH растворов широко используются несколько методик. Водородный показатель можно приблизительно оценить с помощью кислотно-основных индикаторов (органические вещества, цвет которых зависит от pH среды). Однако определение pH 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.

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу:

Таблица. **Кислотность растворов**

Раствор	рН
Дистиллированная вода	
Серная кислота	
Соляная кислота	
Гидроксид натрия	
Гидроксид калия	

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. извлеките модуль «рН» из защитного раствора, в котором он хранится, отставьте защитный раствор в сторону;
 - б. закрепите электрод в вертикальном положении на штативе с помощью вспомогательного зажима и лапки рН;

- с. поместите электрод в промывочную колбу с дистиллированной водой, осторожно помешивая, чтобы удалить остатки защитного раствора;
- d. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
- е. подключите к графическому дисплею измерительный модуль «рН» (слева).

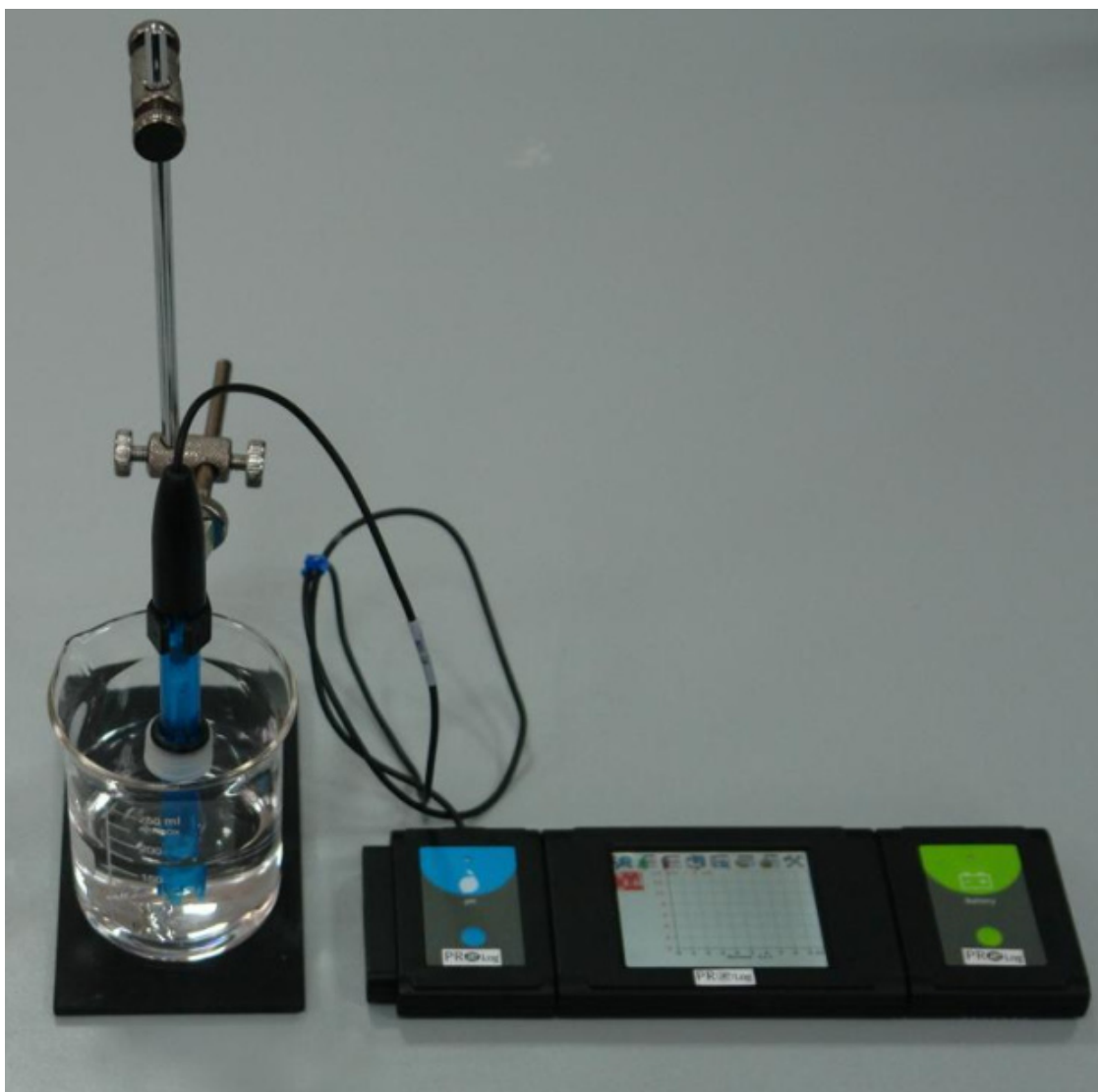


Рис. 1. Фотография установки

3. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

4. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появится значок измерительного модуля рН (рис. 2).

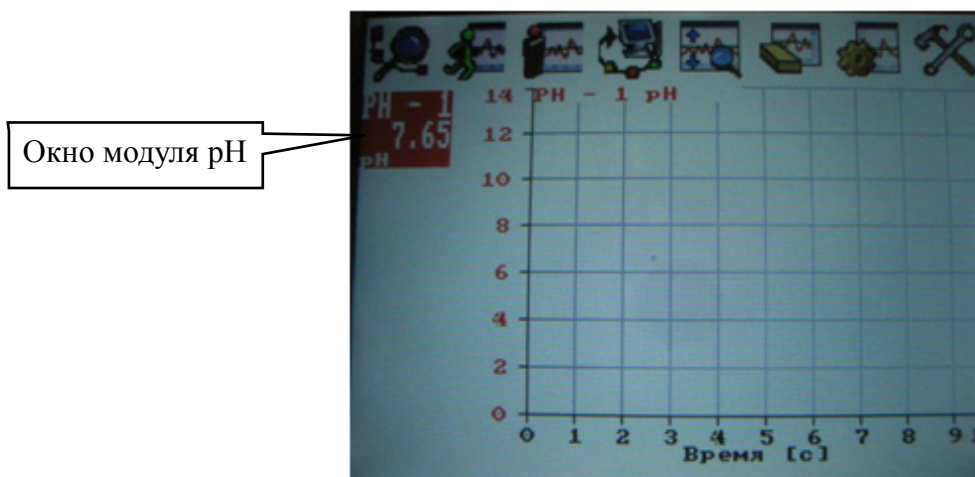
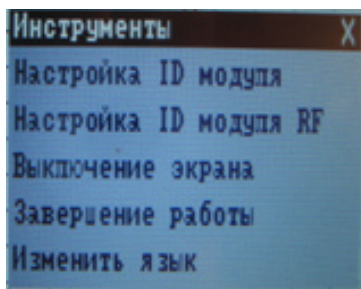
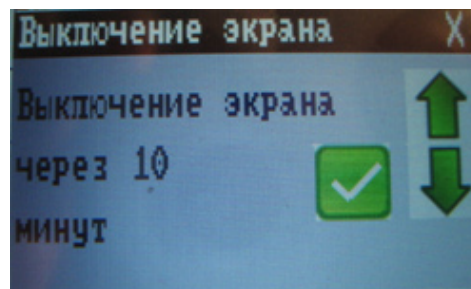


Рис. 2. Экран дисплея

5. Нажмите кнопку **Инструменты**  на панели инструментов. Откроется выпадающее меню (рис. 3а). Выберите строку **Выключение экрана** и установите с помощью стрелок  и  время 10 мин, нажав в конце кнопку  (рис. 3б).



а



б

Рис. 3. Установка выключения экрана

6. Нажмите на окно модуля pH в левом верхнем углу дисплея (рис. 2). Откроется диалоговое окно. Нажмите кнопку **Калибровка**  в этом окне, чтобы установить значение измерительного модуля равным 7 (рис. 4).

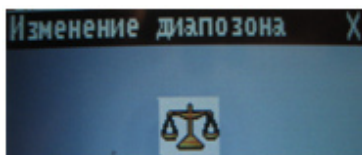


Рис. 4. Окно установки модуля

Исследования и измерения

7. Налейте по 20 мл каждого исследуемого раствора в разные химические стаканы.
8. Введите модуль «pH» в первый раствор.

9. После того как значение pH стабилизируется, запишите полученное значение в отчетную таблицу.
10. Проведите аналогичные измерения для всех исследуемых растворов. Запишите значение pH каждого раствора в таблицу. Не забывайте промывать измерительный модуль перед каждым погружением в новый раствор.
11. В конце эксперимента еще раз промойте модуль «pH» и поместите его в буферный раствор, закрутив крышку до упора.
12. Чтобы сохранить заряд батареи, отключите все модули друг от друга.

Анализ результатов лабораторной работы

13. Проанализируйте данные в отчетной таблице.
14. Ответьте на контрольные вопросы.
15. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

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 pH.*
3. *Смешайте один кислый и один щелочной раствор. Отметьте, как это повлияет на значение pH смеси.*

Дополнительные задания

- Если в литр дистиллированной воды внести каплю концентрированной соляной кислоты, то pH уменьшится с 7 до 4. Если каплю соляной кислоты добавить в литр речной воды с pH 7, показатель почти не изменится. Подумайте, почему природная вода способна сохранять значение pH более или менее постоянным, даже если в нее извне попадает определенное количество кислоты или основания?
- Почему некоторые соли (например, NaHCO_3 и Na_2CO_3) могут использоваться для изменения pH 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 pH 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/

Лабораторная работа № 2.1-ГД

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:

- модуль отображения информации (графический);
- модуль питания;
- измерительный модуль «Проводимость».

Традиционное:

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

Реактивы

- дистиллированная вода;
- хлорид натрия, NaCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- этиловый спирт, C₂H₅OH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- соляная кислота, HCl, 0,05 М раствор, 20 мл;
- гидроксид натрия, NaOH, 0,05 М раствор, 20 мл;
- раствор сахара, 0,05 М раствор, 20 мл.

Материалы:

- бумажные салфетки.

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 – это то, 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 (его проводимость) измеряется с помощью устройства, называемого кондуктометр (счетчик удельной проводимости рас-

твора). 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 электролитами называются такие 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_4 , HNO_3).

Молекулы *слабых электролитов* лишь частично диссоциированы на ионы, которые находятся в динамическом равновесии с не диссоциирующими 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.

При проведении данной работы вы ознакомитесь с некоторыми свойствами сильных и слабых электролитов, а также веществ, не проводящих электрический ток, наблюдая их поведение в водных растворах. Вам предстоит ознакомиться 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!

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в тетради отчетную таблицу.

Таблица

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

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. налейте в стакан 20 мл дистиллированной воды;
 - б. закрепите модуль «Проводимость» в лапке штатива, поместите чувствительный щуп модуля в стакан с водой;
 - с. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
 - д. подключите измерительный модуль «Проводимость» к дисплею (слева).



Рис. 1. Фотография установки

3. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

4. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появится окно измерительного модуля «Проводимость» (рис. 2).

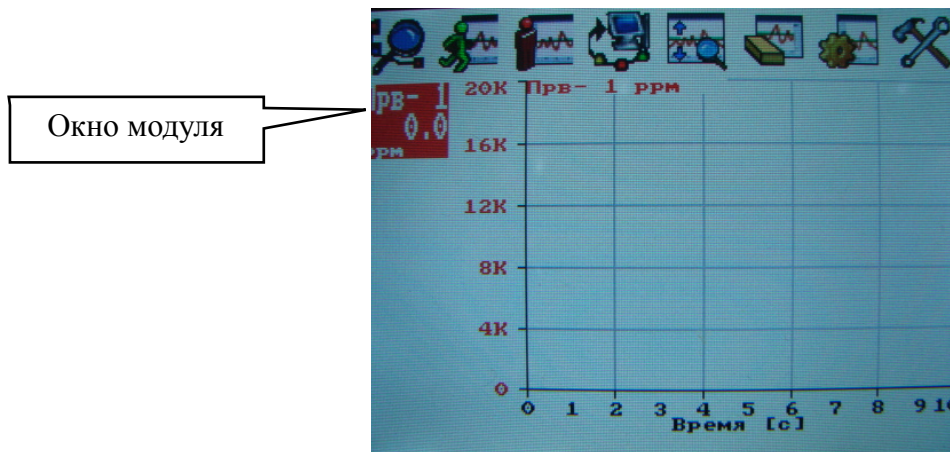


Рис. 2. Экран дисплея

5. Нажмите кнопку **Инструменты**  на панели инструментов. Откроется выпадающее меню. Выберите строку **Выключение экрана** и установите с помощью стрелок  и  время 10 мин, нажав в конце кнопку .

6. Убедитесь, что единицы измерения модуля в окне модуля с левой стороны экрана установлены на **мкс/см**. Если нет, нажмите на значок модуля, чтобы открыть диалоговое окно. Установите единицы измерения модуля, выбрав необходимую строку (рис. 3).

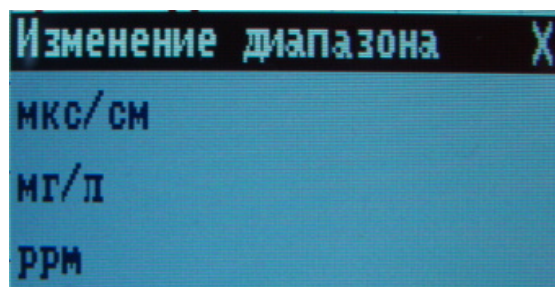


Рис. 3. Окно установки модуля

Исследования и измерения

12. 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 показатель, близкий к нулю).

13. Подождите, пока значение удельной электропроводности стабилизируется, и запишите значение удельной электропроводности для дистиллированной воды (контроль) в отчетную таблицу.

14. 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 с помощью бумажной салфетки перед каждым погружением в новый раствор.

15. В конце эксперимента, чтобы сохранить заряд батареи, отключите все модули друг от друга

16. Промойте измерительный модуль «Проводимость» и протрите его бумажной салфеткой.

Анализ результатов лабораторной работы

17. Проанализируйте измеренные значения удельной электропроводности и подразделите электролиты на классы.

18. Ответьте на контрольные вопросы.

19. 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 из 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%E2%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-ГД

**ИСПЫТАНИЕ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ
ПРОВОДИМОСТЬ****Цели:**

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

Оборудование и материалы*Инновационное:*

- модуль отображения информации (графический);
- модуль питания;
- измерительный модуль «Проводимость»;
- измерительный модуль «Счетчик капель».

Традиционное:

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

Реактивы:

- дистиллированная вода;
- хлорид натрия, NaCl, 1 М раствор, 20 мл;
- хлорида кальция, CaCl₂, 1 М раствор, 20 мл.

Материалы:

- бумажные салфетки.

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, а следовательно, 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 устройства, называемого кондуктометром (прибор 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.

При проведении данного эксперимента вам необходимо изучить 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 лабораторного опыта в кабинете химии.

Прежде чем приступить к выполнению работы, следует изучить порядок ее проведения. Требуется 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.

Подготовленную к работе установку необходимо показать преподавателю или лаборанту.

Обо всех разлитых жидкостях, а также о рассыпанных твердых реактивах нужно 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.

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.

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в отчетные таблицы.

Таблица 1

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

Таблица 2

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

2. Наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку.
3. Налейте 70 мл дистиллированной воды в чистый стакан емкостью 100 мл для промывания измерительного модуля «Проводимость» после каждого измерения.
4. Закрепите модуль «Проводимость» в лапке штатива.
5. Закрепите измерительный модуль «Счетчик капель» над центром стакана для испытания электропроводности.
6. Закрепите бюретку на штативе с помощью специального держателя таким образом, чтобы ее конец находился между оптическими датчиками измерительного модуля «Счетчик капель». Заполните бюретку 1 М раствором хлорида натрия (NaCl).

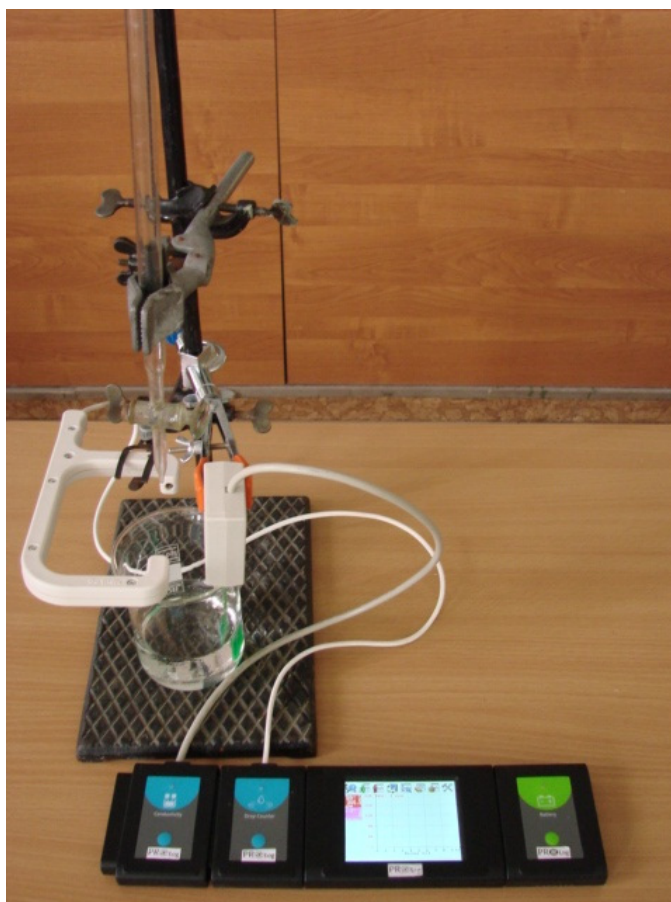


Рис. 1. Установка для эксперимента

Исследования и измерения

1. Подключите USB кабель (В/М-В/М) к модулю питания.
2. Этот же кабель с другой стороны подключите к любому из двух разъемов модуля «Проводимость».
3. Подключите второй USB кабель (В/М-В/М) ко второму разьему модуля «Проводимость». С другой стороны этот кабель подключите к любому из двух разъемов модуля «Счетчик капель».
4. Подключите модуль отображения (графический дисплей) к модулю «Счетчик капель» с помощью кабеля А/М-В/М. Для этого подключите данный кабель со стороны штекселя типа В/М к свободному разьему модуля «Счетчик капель». С другой стороны (штексель А/М) подключите кабель к разьему USB модуля отображения информации.
После подключения модуля отображения автоматически включится его дисплей. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.
Одновременно с включением дисплея начнется поиск подключенных к модулю питания измерительных модулей. Через некоторое время слева сверху на экране появится два значка разного цвета: модуля «Проводимость» и модуля «Счетчик капель».
5. Нажмите кнопку **Инструменты**  на дисплее. Выберите из выпадающего списка параметров пункт **Выключение экрана**. При помощи стрелок установите продолжительность работы подсветки дисплея равную 15 мин.
6. Убедитесь, что единицы измерения модуля в окне модуля с левой стороны экрана установлены на **мкс/см**. Если нет, нажмите на значок модуля, чтобы открыть диалоговое окно. Установите единицы измерения модуля, выбрав необходимую строку.
14. 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 показатель, близкий к нулю).
15. Подождите, пока значение удельной электропроводности стабилизируется, и запишите значение удельной электропроводности для дистиллированной воды (контроль) в отчетную таблицу.
16. С помощью бюретки добавьте одну каплю 1 М раствора хлорида натрия (NaCl) в дистиллированную воду. Перемешайте содержимое химического стакана стеклянной палочкой. Подождите, пока значение удельной проводимости стабилизируется, и запишите значение удельной электропроводности в отчетную таблицу.
17. Продолжайте добавлять раствор по одной капле, проводя аналогичные измерения, пока в общей сложности не добавите семь капель.
18. По окончании измерений промойте модуль дистиллированной водой и высушите его бумажной салфеткой.
19. Повторите шаги 15–18, используя 1 М раствор хлорида кальция (CaCl₂).

20. В конце эксперимента чтобы сохранить заряд батареи, отключите все модули друг от друга

21. Промойте измерительный модуль «Проводимость» и протрите его бумажной салфеткой.

Анализ результатов лабораторной работы

20. Проанализируйте измеренные значения удельной электропроводности в табл. 1.

21. Постройте график зависимости удельной электропроводности от концентрации раствора NaCl (Отчетная табл. 2).

22. Ответьте на контрольные вопросы.

23. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

Контрольные вопросы

1. На какие продукты диссоциируют NaCl и CaCl₂ 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 различаются по своей природе электропроводность металлов и электролитов?
- Почему при разбавлении растворов электролита степень его диссоциации увеличивается?
- Объясните, почему раствор гидроксида калия проводит электрический ток, а раствор глюкозы C₆H₁₂O₆ – 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://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-ГД

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ
УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЕЕ РАСТВОРА****Цель:**

■ определить зависимость электропроводности уксусной кислоты от концентрации ее раствора.

Оборудование и материалы*Инновационное:*

- модуль отображения информации (графический);
- модуль батареи;
- ПК с установленным ПО «PROLog»;
- модуль сопряжения USB-200;
- измерительный модуль «Проводимость»;
- измерительный модуль «Счетчик капель».

Традиционное:

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

Дополнительные материалы:

- стакан химический, 250 мл (1 шт.);
- стакан химический, 50 мл;
- уксусная кислота, 70% (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 растворителя 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 α – это число, показывающее, какая часть молекул электролита находится в растворе в виде ионов, или отношение продиссоции-

рававших 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 отчётную таблицу.

Таблица. Электропроводность уксусной кислоты

№	Количество воды, мл	Электропроводность
1	0	
2	1	
3	2	
4	3	
5	4	
6	5	

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - a. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
 - b. наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку;
 - c. налейте в химический стакан 75 мл 70% уксусной кислоты;
 - d. налейте в бюретку дистиллированную воду;
 - e. закрепите модуль «Счетчик капель» в лапке штатива над центром стакана для испытания электропроводности;
 - f. закрепите бюретку в лапке штатива так, чтобы ее конец находился между оптическими датчиками измерительного модуля «Счетчик капель»;
 - g. закрепите модуль «Проводимость» в лапке штатива, поместите его в стакан с уксусной кислотой.



Рис. 1. Фотография установки

3. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

4. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появятся значки измерительных модулей «Проводимость» и «Счетчик капель» (рис. 2).

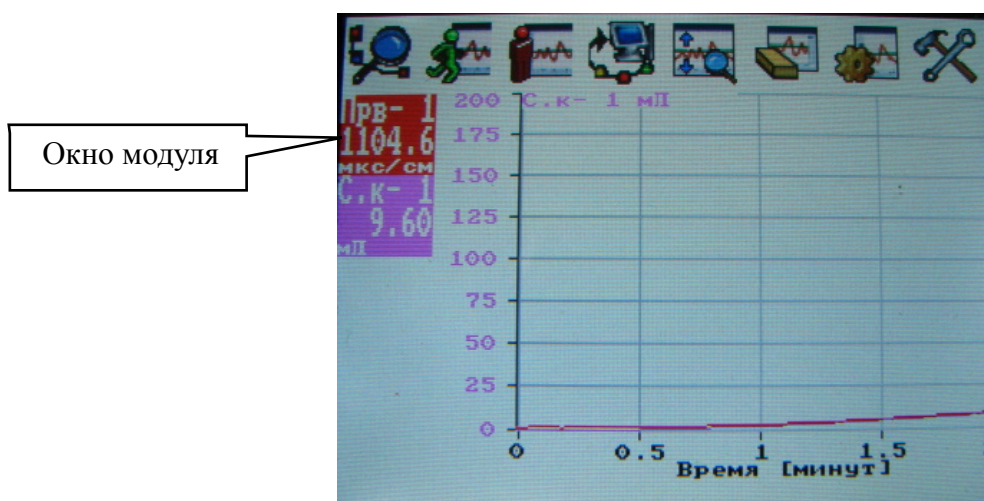
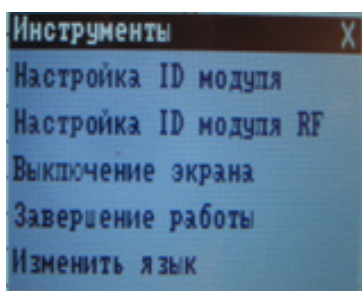
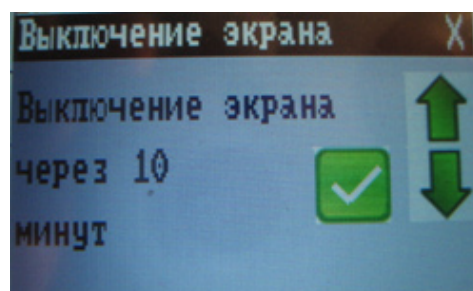


Рис. 2. Экран дисплея

5. Нажмите кнопку **Инструменты**  на панели инструментов. Откроется выпадающее меню (рис. 3а). Выберите строку **Выключение экрана** и установите с помощью стрелок  и  время 10 мин, нажав в конце кнопку  (рис. 3б).



а



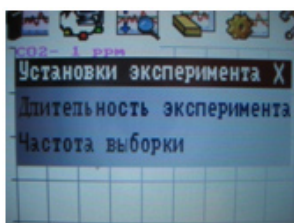
б

Рис. 3. Установка выключения экрана

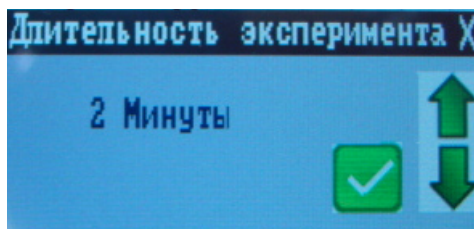
6. Нажмите кнопку **Установка эксперимента** . Это открывает диалоговое окно (рис. 4а).

а. Нажмите строку **Длительность эксперимента**. В открывшемся окне с помощью стрелок  и  установите продолжительность эксперимента на 2 минут. После этого нажмите кнопку  (рис. 4б).

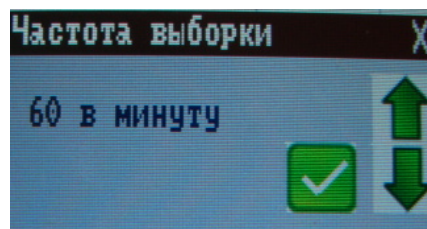
б. Нажмите строку **Частота выборки**. В открывшемся окне с помощью стрелок  и  установите частоту измерения на 60 в минуту. После этого нажмите кнопку  (рис. 4в).



а



б



в

Рис. 4. Установка эксперимента

7. Нажмите кнопку **Установка модуля** в окне модуля «Счетчик капель» (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис. 5). Выберите в этом окне единицы измерения **мл**.

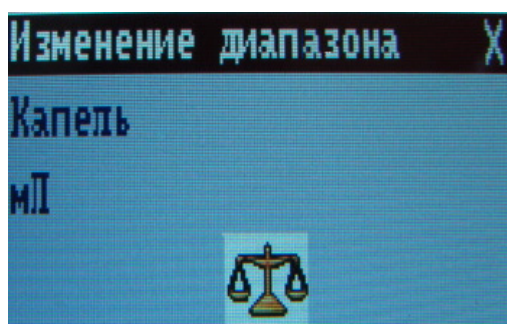


Рис. 5. Окно установки модуля «Счетчик капель»

8. Закройте диалоговое окно.

9. Нажмите кнопку **Установка модуля** в окне модуля «Проводимость» (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис.6). Выберите в этом окне единицы измерения **мкс/см**.

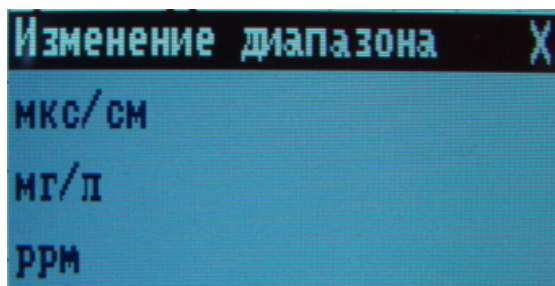


Рис. 6. Окно установки модуля «Проводимость»

10. Закройте диалоговое окно.

Исследование и измерение

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

12. Откройте кран бюретки, настройте поток капель на 1 каплю в секунду и нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение. На экране будет отображаться график. Через 2 мин измерение автоматически завершится.

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

14. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  (рис. 7).

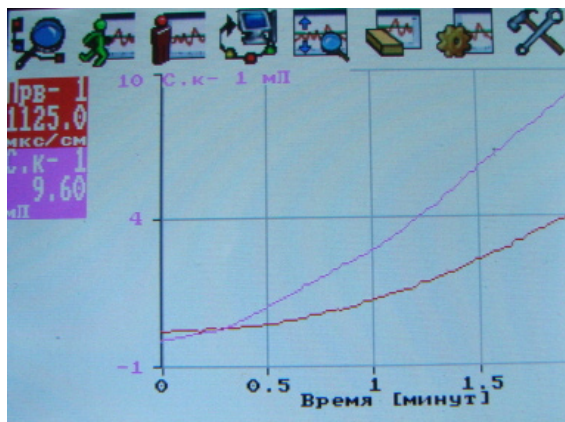


Рис. 7. График электропроводности уксусной кислоты

15. Чтобы просмотреть еще раз эксперимент в ускоренном режиме, нажмите кнопку **Повторить эксперимент** .

Анализ результатов лабораторной работы

16. Перерисуйте график в рабочую тетрадь и подпишите его.
17. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.
18. 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 продиссоциировало 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://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-ГД

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ СОЛИ**Цели:**

- 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:*

- модуль отображения информации (графический);
- модуль питания;
- измерительный модуль «Температура».

Традиционное:

- химический стакан, 100 мл;
- химический стакан, 200 мл (2 шт.);
- стеклянная палочка, 2 шт.

Реактивы:

- холодная вода;
- горячая вода;
- поваренная соль, NaCl , 40 г;
- сульфат меди, CuSO_4 , 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, как 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 наиболее мелких частиц – молекул. Молекулы могут опять собраться в кристаллы только тогда, когда мы выпарим воду. 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 зависят 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 об-

разуется 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 некоторой 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.

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу.

Таблица. Влияние температуры на растворимость соли

Температура, °C	Растворимость, г/100 мл H ₂ O	
	NaCl	CuSO ₄

2. Налейте 100 мл воды в химический стакан.
3. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
 - б. подключите к графическому дисплею измерительный модуль «Температура» (слева).

4. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.



Рис. 1. Фотография установки

5. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появится значок измерительного модуля температуры (рис. 2).

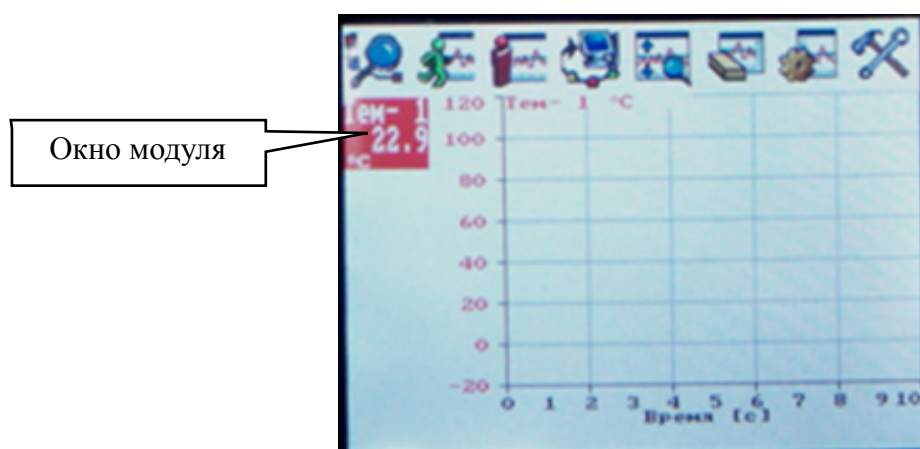


Рис. 2. Экран дисплея

4. Нажмите кнопку **Инструменты**  дисплея. Выберите из выпадающего списка параметров пункт **Выключение экрана**. При помощи стрелок установите продолжительность работы подсветки дисплея равную 10 мин.

5. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента** , откроется диалоговое окно. Установите продолжительность эксперимента на 5 минут. Установите частоту измерения на 10 измерений в секунду в выпадающем меню.

Исследования и измерения

6. Опустите металлический шуп измерительного модуля «Температура» в химический стакан с 100 мл воды.

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

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

9. Не останавливая измерение, начните добавлять поваренную соль в химический стакан по 1 чайной ложке, перемешивая стеклянной палочкой. Наблюдайте процесс растворения. Добавляйте соль до тех пор, пока она не перестанет растворяться. Зафиксируйте количество добавленной соли в отчетной таблице (1 чайная ложка соответствует примерно 5 г соли).

10. После того как соль перестанет растворяться, начните добавлять горячую воду в стакан с солью, наблюдайте влияние изменения температуры на растворимость соли. Помешивая раствор, продолжайте добавлять поваренную соль по 1 чайной ложке по мере ее растворения. Запишите полученные значения в таблицу.

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

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

13. Чтобы сохранить заряд батареи, отключите все модули друг от друга.

Анализ результатов лабораторной работы

14. Проанализируйте данные отчетной таблицы.

15. Ответьте на контрольные вопросы.

16. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

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 пробирки становятся холодными, несмотря на то, что процесс проходит с применением воды 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 количественного состава 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>

Лабораторная работа № 3.2-ГД

ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Цели:

- расширить знания о свойствах кислот и оснований;
- закрепить знания о типах химических реакций;
- изучить тепловой эффект реакции нейтрализации, исследовав изменение температуры в процессе растворения гидроксида натрия в воде.

Оборудование и материалы

Инновационное:

- модуль отображения информации (графический);
- модуль питания;
- измерительный модуль «Температура»;
- измерительный модуль «рН».

Традиционное:

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

Реактивы:

- дистиллированная вода;
- соляной кислоты, HCl , 0,05 М раствор, 20 мл;
- серная кислота, H_2SO_4 , 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. Реакции классифицируются как экзотермические и эндотермические. *Экзотермический процесс* – это химическая реакция с выделением тепла. В результате такой 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 растворах рН более 7. Добавление щелочи к воде приводит к возрастанию рН водного раствора, а добавление кислоты – к понижению рН. Взаимодействие кислоты с эквивалентным количеством

основания приводит к протеканию реакции нейтрализации с образованием соли и воды. Изменение pH можно контролировать с помощью специальных красителей (индикаторов) или измерительного модуля «pH».

В этом эксперименте с помощью измерительных модулей «pH» и «Температура» 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.

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в тетради отчетные таблицы 1 и 2.

Таблица 1. Гидроксид натрия

Количество добавленного раствора HCl, мл	pH	Температура, °C

Таблица 2. Гидроксид калия

Количество добавленного раствора H ₂ SO ₄ , мл	pH	Температура, °C

2. Соберите установку (рис.1).

3. Налейте 70 мл дистиллированной воды в чистый химический стакан емкостью 100 мл.
4. Извлеките модуль «рН» из защитного раствора, в котором он хранится. Открутите крышку с верхней части модуля. Отставьте защитный раствор в сторону.
5. Закрепите модуль «рН» в лапке штатива, поместите его в воду, чтобы удалить остатки защитного раствора.
6. Закрепите модуль «Температура» в лапке штатива.
7. Закрепите бюретку на штативе с помощью специального держателя. Заполните бюретку 0,05 М раствором HCl.

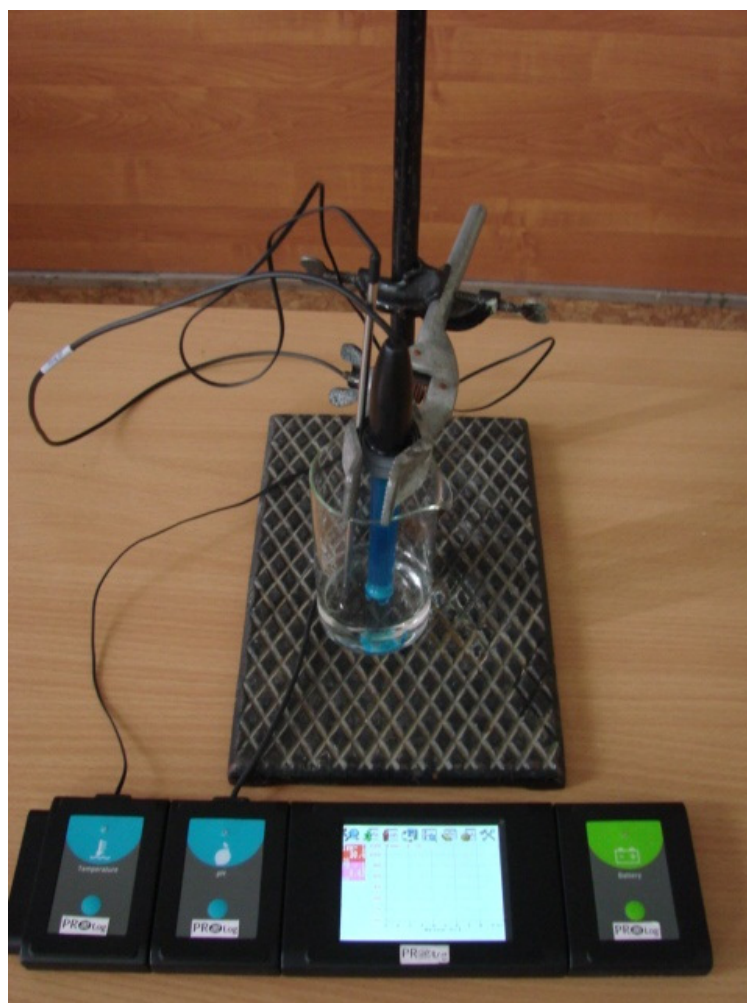


Рис. 1. Установка для эксперимента

Исследования и измерения

8. Подключите USB кабель (В/М-В/М) к модулю питания.
9. Этот же кабель с другой стороны подключите к любому из двух разъемов модуля «Температура».

10. С помощью второго USB кабеля (B/M-B/M) соедините между собой модуль «Температура» и модуль «рН».

11. Подключите графический дисплей к модулю «рН» с помощью кабеля A/M-B/M. Для этого штексель типа B/M подключите к свободному разъему модуля «рН», а штексель A/M к разъему USB графического дисплея.

После подключения модуля отображения автоматически включится его дисплей. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

Одновременно с включением дисплея начнется поиск подключенных к модулю питания измерительных модулей. Через некоторое время слева вверху на экране появятся значки модуля «Температура» и модуля «рН».

12. Нажмите кнопку **Инструменты**  дисплея. Выберите из выпадающего списка параметров пункт **Выключение экрана**. При помощи стрелок установите продолжительность работы подсветки дисплея равную 7 мин.

13. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента** , откроется диалоговое окно. Установите продолжительность эксперимента на 5 минут. Установите частоту измерения на 10 измерений в секунду в выпадающем меню.

14. Нажмите на значок модуля «рН» с левой стороны экрана, чтобы открыть диалоговое окно.

15. Нажмите кнопку **Калибровка**  для того, чтобы установить значение 7.

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

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

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

19. Подождите, пока показания температуры и рН стабилизируются.

20. Не останавливая измерение, с помощью бюретки по каплям добавляйте раствор соляной кислоты. Наблюдайте изменения температуры и рН, записывая показания в отчетную таблицу 1.

21. Продолжайте эксперимент до тех пор, пока среда раствора не станет нейтральной (рН 7).

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

23. Проведите аналогичные измерения для раствора гидроксида калия и серной кислоты, повторив шаги 15–21. Запишите показания в отчетную таблицу 2.

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

Анализ результатов лабораторной работы

25. Проанализируйте данные отчетных таблиц..
26. Ответьте на контрольные вопросы.
27. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

Контрольные вопросы

1. *Как изменяется температура в течение реакции с гидроксидом натрия? Данная реакция является экзотермической или эндотермической?*
5. *Как изменяется температура в течение реакции с гидроксидом калия? Данная реакция является экзотермической или эндотермической?*
6. *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
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-ГД

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Цели:

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

Оборудование и материалы*Инновационное:*

- модуль отображения информации (графический);
- модуль питания;
- измерительный модуль «Температура».

Традиционное:

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

Реактивы:

- оксид меди (II), две гранулы;
- серная кислота, H_2SO_4 , 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, требующие для своего протекания несколько лет, десятилетий и еще более длительных отрезков времени. Кроме того, одна и та же реакция может в одинаковых условиях, например при повышенных температурах, протекать быстро, а в других – например при охлаждении, – медленно: при этом различие в скоростях одной и той же реакции может быть очень большим.

Знание скоростей химических реакций имеет большое научное и практическое значение. Например, в химической промышленности при производстве того или иного вещества от скорости реакции зависят габаритные размеры и производительность аппаратуры, количество вырабатываемого продукта.

Скорость химической реакции зависит от природы реагирующих веществ и условий протекания реакции: концентрации, температуры, присутствия катализаторов, а также от некоторых других факторов, например давления – для газовых реакций, измельчения – для твердых веществ, от радиоактивного облучения.

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

Техника безопасности

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

Ознакомьтесь с правилами техники безопасности 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!

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Подготовьте в рабочей тетради отчетную таблицу.

Таблица. Зависимость времени протекания реакции от температуры

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

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
 - б. подключите к графическому дисплею измерительный модуль «Температура» (слева).



Рис. 1. Фотография установки

3. Закрепите модуль «Температура» в лапке штатива.

4. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

5. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появится значок измерительного модуля температуры (рис. 2).

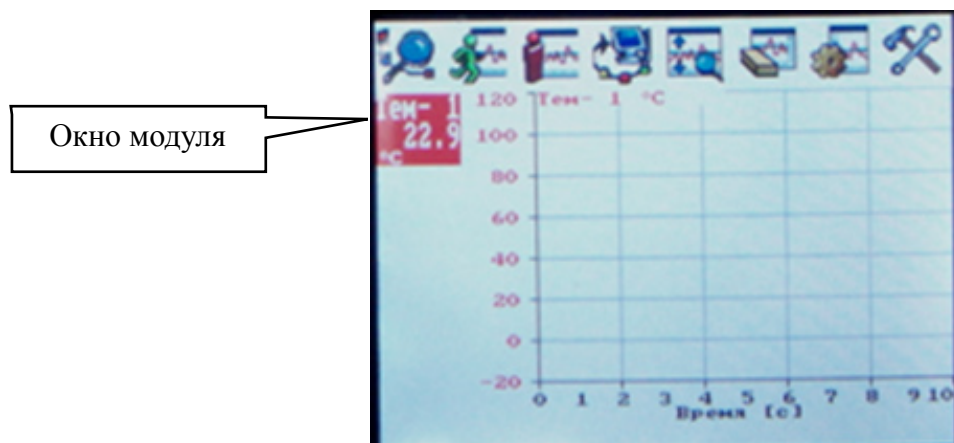


Рис. 2. Экран дисплея

6. Нажмите кнопку **Инструменты**  дисплея. Выберите из выпадающего списка параметров пункт **Выключение экрана**. При помощи стрелок установите продолжительность работы подсветки дисплея равную 10 мин.

7. Нажмите кнопку **Настройки эксперимента** , откроется диалоговое окно. Установите продолжительность эксперимента на 2 минуты. Установите частоту измерения на 20 измерений в секунду в выпадающем меню.

Исследования и измерения

8. В две пробирки поместите по одной грануле оксида меди (II).

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

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

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

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

13. Наблюдайте влияние изменения 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.

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

15. Чтобы сохранить заряд батареи, отключите все модули друг от друга.

Анализ результатов лабораторной работы

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

17. Ответьте на контрольные вопросы.

18. Сделайте вывод по лабораторному опыту.

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:

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

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

γ – 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

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-ГД

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:

- модуль отображения информации (графический);
- модуль батареи;
- измерительный модуль «Соленость»;
- измерительный модуль «Температура».

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;
- салфетка бумажная;
- палочка стеклянная;
- вода дистиллированная.

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 новые 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

Образец	Температура °С	Уровень соли, %	Название соли
1			
2 и т.д.			

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
 - б. наденьте на стержень штатива муфту и укрепите в ней лапку;
 - в. налейте в химический стакан 100 мл дистиллированной воды;
 - г. закрепите модуль «Температура» и модуль «Соленость» в лапке штатива, поместите их в стакан с водой;
 - д. поместите стакан с водой в кристаллизатор;
 - е. подключите к графическому дисплею измерительные модули «Температура» и «Соленость» (слева).

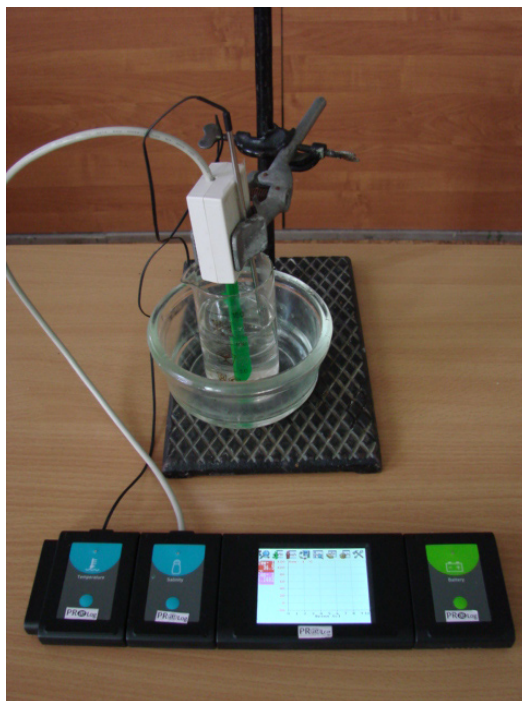


Рис. 1. Фотография установки

3. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

4. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появятся окна измерительных модулей «Температура» и «Соленость» (рис.2).

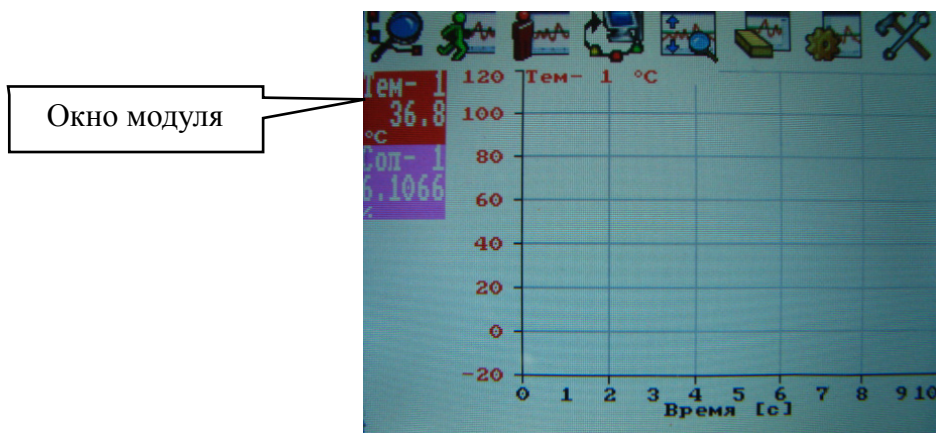


Рис. 2. Экран дисплея

5. Нажмите кнопку **Инструменты**  на панели инструментов. Откроется выпадающее меню (рис. 3а). Выберите строку **Выключение экрана** и установите с помощью стрелок  и  время 10 мин, нажав в конце кнопку  (рис. 3б).

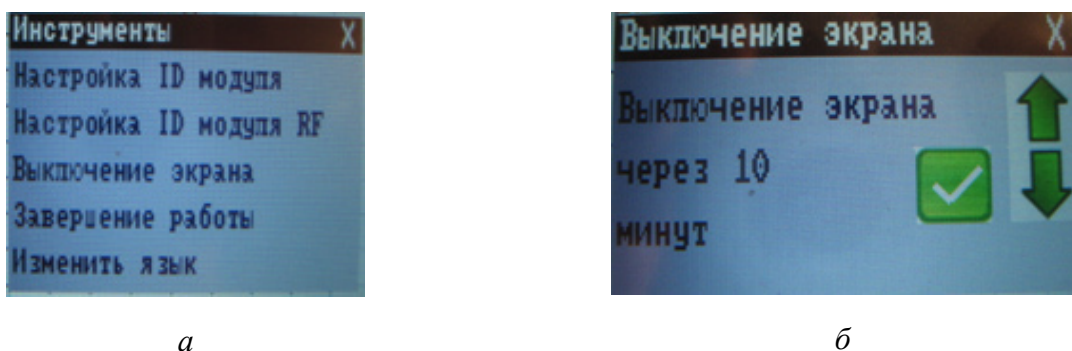


Рис. 3. Установка выключения экрана

Исследование и измерение

6. Поместите в стакан с дистиллированной водой 25–30 г сульфата натрия (5–6 чайных ложек), перемешайте стеклянной палочкой.
7. Подождите, пока значение уровня солености стабилизируется, следить за изменениями можно в окне модуля «Соленость» (рис.4).



Рис. 4. Окно модуля «Соленость»

8. Запишите его значение и значение температуры в отчетную таблицу.
9. Налейте в кристаллизатор горячей воды и наблюдайте за изменениями температуры и уровня солености в окне модулей с левой стороны.
10. При повышении температуры на каждые 3–5 °С записывайте соответствующие значения температуры и уровня солености в отчетную таблицу.
11. Прodelайте шаги 6–10 для хлорида натрия (40 г) и нитрата калия (30–35 г).

Анализ результатов лабораторной работы

12. По полученным значениям постройте кривые: на оси X отмечайте значения температуры, а на оси Y – значения уровня соли.
13. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.
14. 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 калия. 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://studyport.ru/estestvennyie-nauki/rastvoryi-rastvorimost>;

http://www.himikatus.ru/art/tecnik_lab/0369.php;

<http://www.chem.msu.su/rus/school/zhukov1/11.html>.

Лабораторная работа № 5.2-ГД

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ

Цель:

- определить факторы, которые влияют на химический процесс горения.

Оборудование и материалы

Инновационное:

- модуль отображения информации (графический);
- модуль батареи;
- измерительный модуль «Кислород».

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.

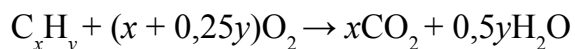
Для того чтобы началось горение, необходимы два условия: 1) нагревание горючего вещества до температуры воспламенения; 2) доступ кислорода (воздуха).

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 C_xH_y можно записать в следующем виде:



Горение любого вещества можно прекратить, воздействуя физически или химически на реакцию горения, вследствие чего происходит уменьшение количества выделяющегося 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 неграмотность многих людей, 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.

Порядок проведения работы

Подготовка эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа);
 - б. подключите к графическому дисплею измерительный модуль «Кислород» (слева);
 - с. вставьте измерительный модуль «Кислород» в специальный паз в основании комплекта для горения.



Рис. 1. Фотография установки

2. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

3. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появится окно измерительного модуля «Кислород» (рис. 2).

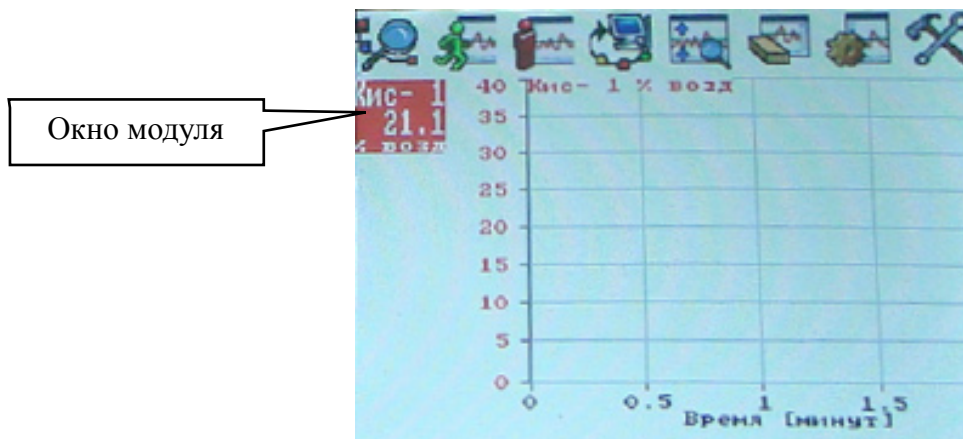
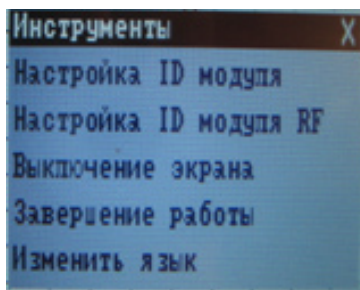
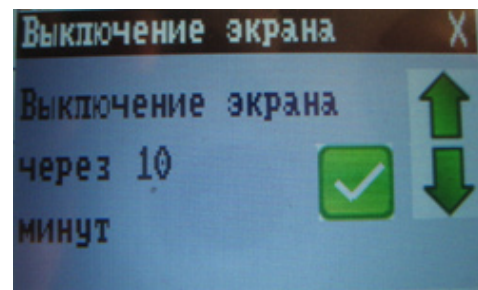


Рис. 2. Экран дисплея

4. Нажмите кнопку **Инструменты**  на панели инструментов. Откроется выпадающее меню (рис. 3а). Выберите строку **Выключение экрана** и установите с помощью стрелок  и  время 10 мин, нажав в конце кнопку  (рис. 3б).



а



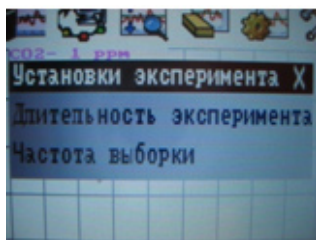
б

Рис. 3. Установка выключения экрана

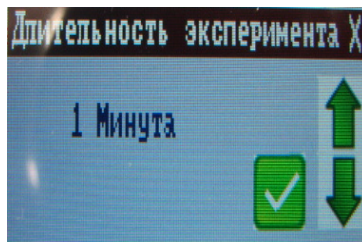
5. Нажмите кнопку **Установка эксперимента** . Это открывает диалоговое окно (рис. 4а).

а. Нажмите строку **Длительность эксперимента**. В открывшемся окне с помощью стрелок  и  установите продолжительность эксперимента на 1 минуту (рис. 4б). После этого нажмите кнопку .

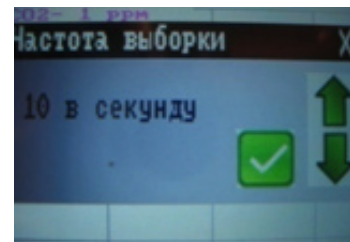
- в. Нажмите строку **Частота выборки**. В открывшемся окне с помощью стрелок  и  установите частоту измерения на 10 в секунду. После этого нажмите кнопку  (рис. 4в).



а



б



в

Рис. 4. Установка эксперимента

6. Нажмите на значок модуля , откроется окно установки модуля (рис. 5).

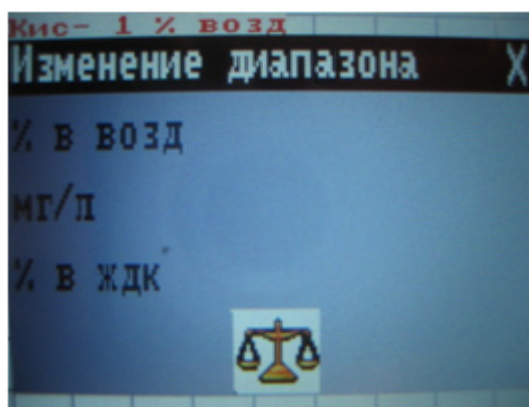


Рис. 5. Установка модуля

7. Выберите режим **% в воздухе** и нажмите кнопку **Калибровка** .

Исследование и измерение

8. Зажгите свечу и поместите ее в комплект для горения.
9. Нажмите значок **Запуск эксперимента** .
10. Не останавливая измерение, подождите около 10 с и накройте свечу стеклянным контейнером. Через 1 мин эксперимент автоматически завершится.
11. Наблюдайте изменения содержания кислорода.
12. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  (рис. 6).

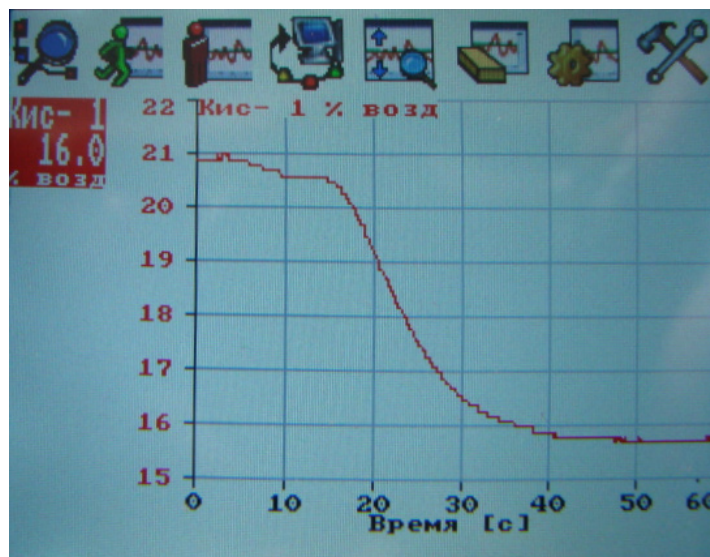


Рис. 6. График содержания кислорода

13. Чтобы просмотреть еще раз эксперимент в ускоренном режиме, нажмите кнопку

Повторить эксперимент .

Анализ результатов лабораторной работы

14. Перерисуйте полученный график в рабочую тетрадь. Подпишите его.
15. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.
16. 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-ГД

**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:*

- модуль отображения информации (графический);
- модуль батареи;
- измерительный модуль «CO₂».

Традиционное:

- лабораторный штатив, муфта и лапка;
- фарфоровые ступка и пестик;

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.

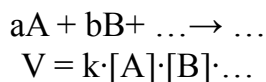
Гомогенной называется система, состоящая из одной фазы, *гетерогенной* – система, состоящая из нескольких фаз. Фазой называется часть системы, отделённая от других её частей поверхностью раздела, при переходе через которую свойства меняются скачком. Примером гомогенной системы может служить любая газовая 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 ;
 γ – 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_2**

Образец	Содержание CO_2		
	начальное	через 30 с	через 1 мин
№ 1 (с кусочком мела)			
№ 2 (с измельченным мелом)			

2. Соберите установку, как показано на рисунке 1:
 - а. подключите модуль батареи к графическому дисплею (справа) и модуль « CO_2 » (слева);
 - б. положите небольшой кусочек мела в колбу;
 - с. закрепите установку.



Рис. 1. Фотография установки

3. После того как вы соберете установку, включится экран дисплея с панелью инструментов. Экран является сенсорным, управлять работой кнопок можно прикосновением любого предмета, например, кончиком пальца или обратной стороной карандаша.

4. Нажмите кнопку **Поиск модулей**  на панели инструментов. Через некоторое время в левом верхнем углу дисплея появится значок измерительного модуля «CO₂» (рис. 2).

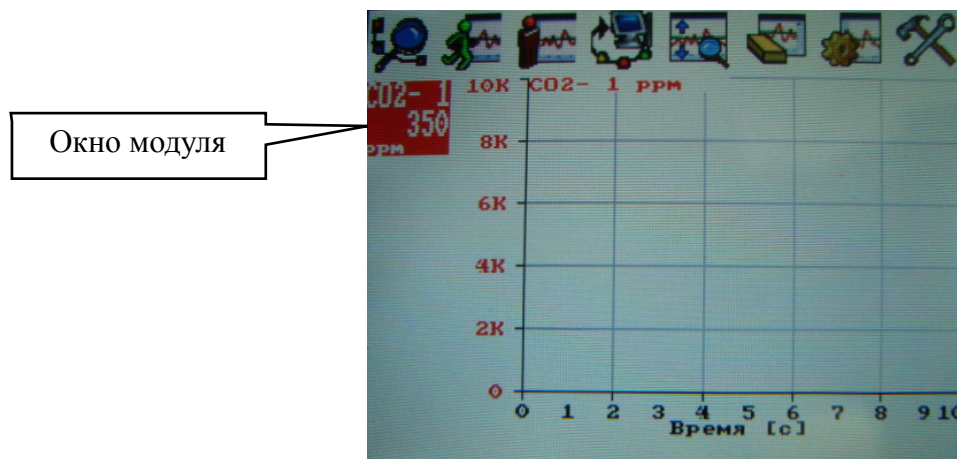
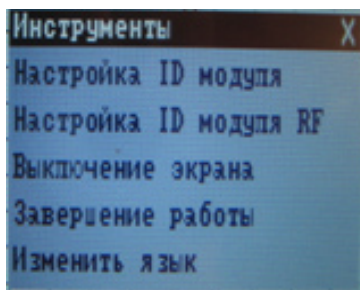
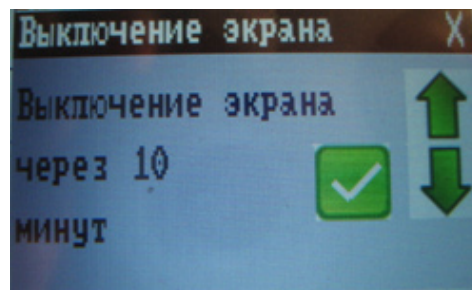


Рис. 2. Экран дисплея

5. Нажмите кнопку **Инструменты**  на панели инструментов. Откроется выпадающее меню (рис. 3а). Выберите строку **Выключение экрана** и установите с помощью стрелок  и  время 10 мин, нажав в конце кнопку  (рис. 3б).



а



б

Рис. 3. Установка выключения экрана

6. Нажмите кнопку **Установка модуля** в окне модуля «CO₂» (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис. 4). Выберите в этом окне .

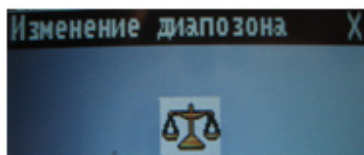
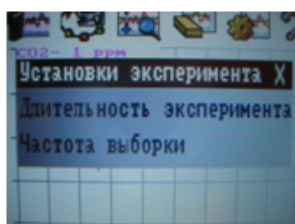


Рис. 4. Установка модуля

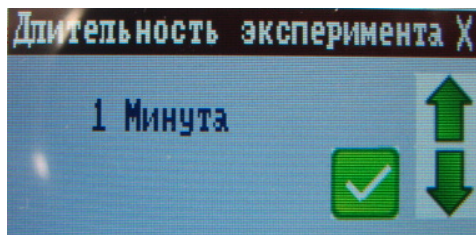
7. Закройте диалоговое окно.

8. Нажмите кнопку **Установка эксперимента** . Это открывает диалоговое окно (рис. 5а). Нажмите строку **Длительность эксперимента**. В открывшемся окне с помощью стрелок  и  установите продолжительность эксперимента на 1 минуту. После этого нажмите кнопку  (рис. 5б).

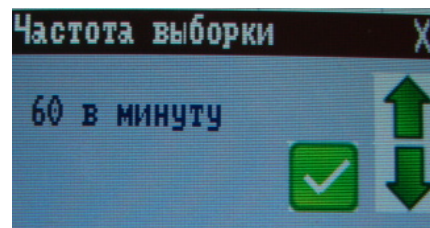
а. Нажмите строку **Частота выборки**. В открывшемся окне с помощью стрелок  и  установите частоту измерения на 60 в минуту. После этого нажмите кнопку  (рис. 5в).



а



б



в

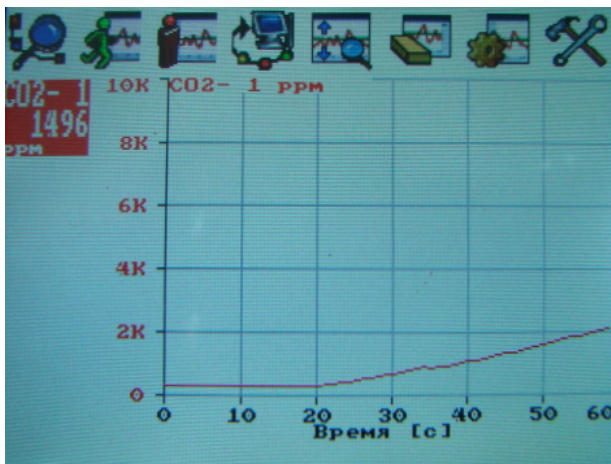
Рис. 5. Установка эксперимента

Исследование и измерение

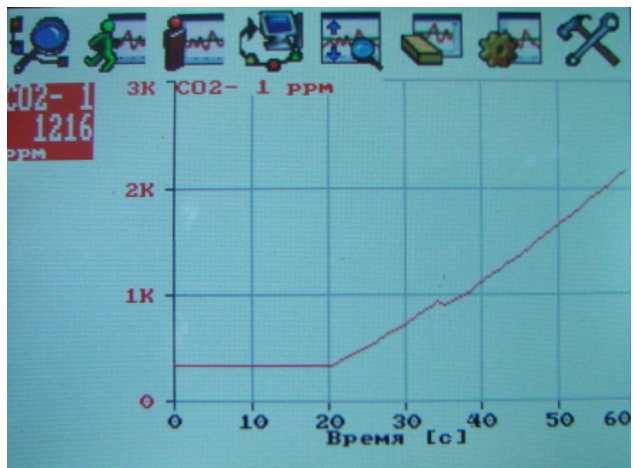
9. Занесите в отчетную таблицу начальное значение содержания углекислого газа.

10. Налейте в колбу 100 мл 70% уксусной кислоты и закройте пробкой с измерительным модулем «CO₂». Нажмите кнопку **Запуск эксперимента** , чтобы начать измерение. На экране будет отображаться график. Через 1 мин измерение автоматически завершится.

11. Занесите в отчетную таблицу значение содержания CO₂ через 30 с после начала эксперимента и по окончании эксперимента. После проведения измерений график будет выглядеть примерно так же, как на рисунке ба.



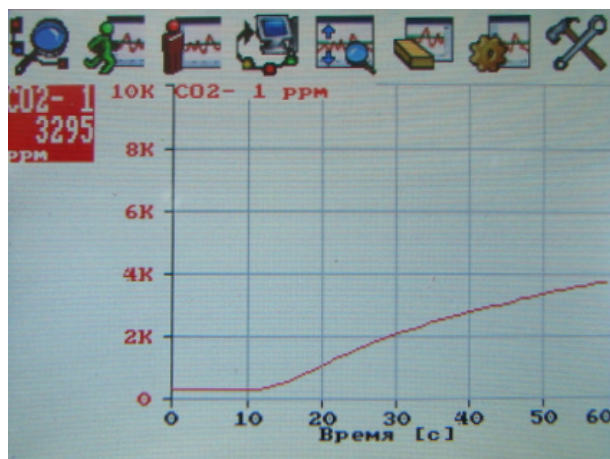
а. До масштабирования



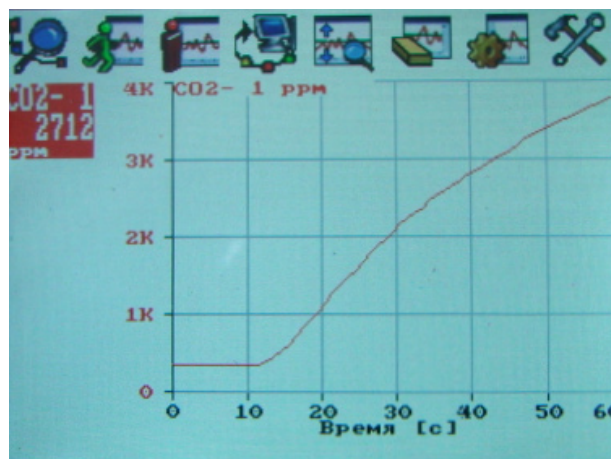
б. После масштабирования

Рис. 6. Изменение содержания CO_2 . Опыт 1

12. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  (рис. 6б).
13. Чтобы просмотреть еще раз эксперимент в ускоренном режиме, нажмите кнопку **Повторить эксперимент** .
14. Перерисуйте полученный график в рабочую тетрадь и подпишите его.
15. Нажмите кнопку **Стереть результаты эксперимента** .
16. Возьмите кусочек мела и размельчите его в фарфоровой ступке.
17. Нажмите кнопку **Установка модуля** в окне модуля « CO_2 » (рис. 2). Откроется диалоговое окно (рис. 4). Выберите в этом окне .
18. Закройте диалоговое окно.
19. Занесите в отчетную таблицу начальное значение содержания углекислого газа.
20. Измельченный мел перенесите ложечкой или шпателем в колбу, налейте 100 мл 70% уксусной кислоты и закройте пробкой с измерительным модулем « CO_2 ». 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_2 через 30 с после начала эксперимента и по окончании эксперимента. После проведения измерений график будет выглядеть примерно так же, как на рисунке 7а.



а. До масштабирования



б. После масштабирования

Рис. 7. Изменение содержания CO_2 . Опыт 2

22. Чтобы увидеть график в оптимальном режиме, нажмите кнопку **Масштаб**  (рис. 7б).

23. Чтобы просмотреть еще раз эксперимент в ускоренном режиме, нажмите кнопку **Повторить эксперимент** .

Анализ результатов лабораторной работы

24. Перерисуйте график в рабочую тетрадь и подпишите его.
25. Сравните полученные результаты и ответьте на контрольные вопросы.
26. 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_2 в опытах № 1 и № 2 в ppm/с.

Дополнительное задание

- В каком случае реакция $\text{CaO (тв.)} + \text{CO}_2 (\text{г.}) = \text{CaCO}_3 (\text{тв.})$ протекает быстрее: при использовании крупных кусков или порошка оксида кальция? Рассчитайте: а) количество 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
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/>

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ДЛЯ ЗАМЕТОК

