



Методики проведения избранных лабораторных работ по химии с использованием системы Releon

Медведев Артем Анатольевич,
аспирант кафедры общей химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

№ 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком высокой температуры.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с держателем, мешалка магнитная, весы лабораторные, шпатель или лопаточка, цилиндр мерный, воронка стеклянная, 2 стакана химических на 100 мл, стакан из теплоизолирующего материала, 50 мл 1 М раствора NaOH, 50 мл раствора 1 М раствора HNO₃, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, бумага фильтровальная, крышка из полистирола¹.

Цель работы: Определить экспериментально теплоту реакции нейтрализации. Сравнить полученную величину Q с теоретическим значением теплоты нейтрализации, найти относительную погрешность.

Техника безопасности:

Приступая к работе, внимательно ознакомиться с положениями, указанными в разделе «Правила техники безопасности в химической лаборатории».

Порядок проведения работы:

1. Закрепить датчик высокой температуры в лапке штатива за верхнюю часть щупа.
2. Взвесить калориметрический сосуд на лабораторных весах. Массу стакана занести в таблицу 3.1.
3. Собрать установку, как показано на рисунке 3.1.

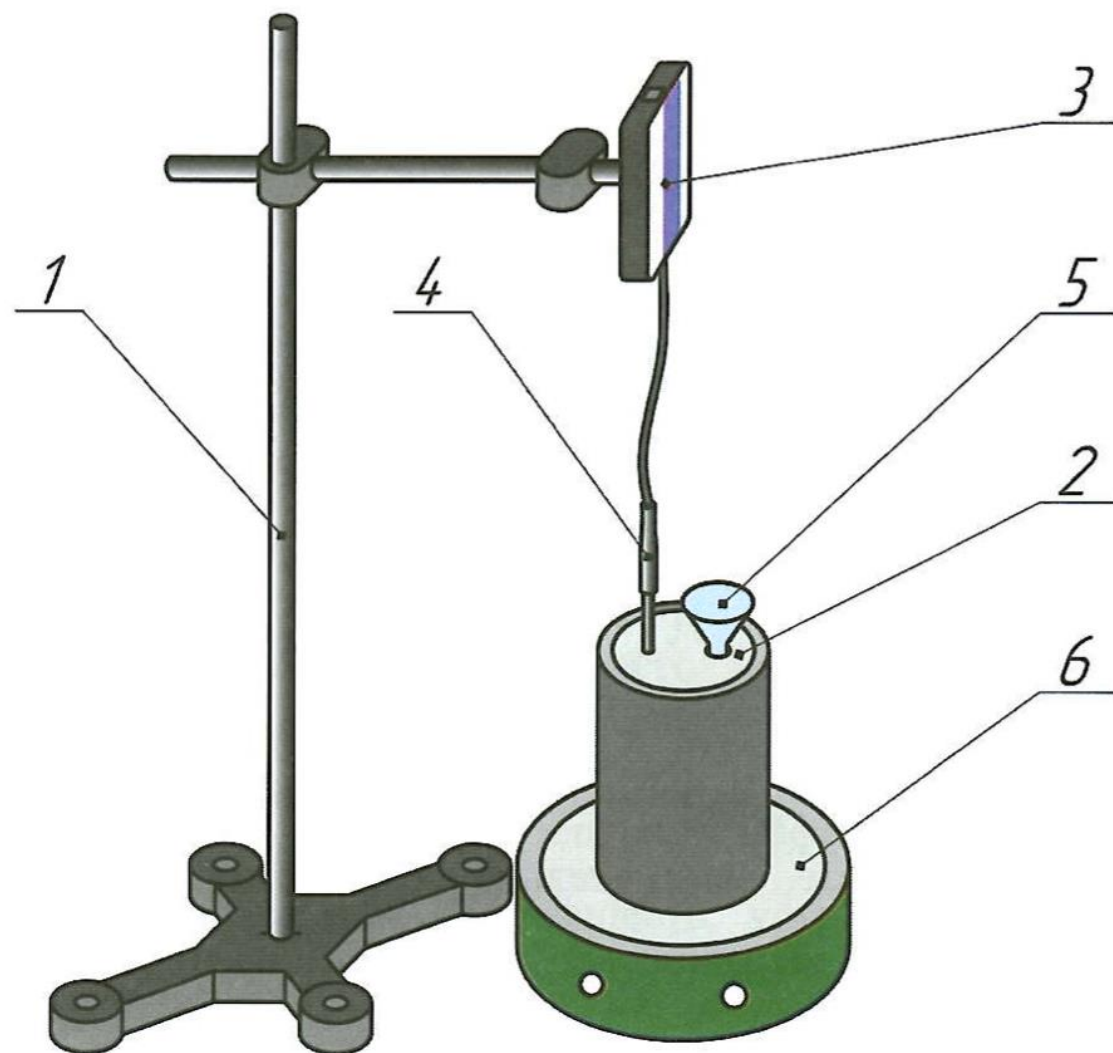


Рисунок 3.1 – Схема калориметрической установки для измерения теплоты реакции нейтрализации

1 – штатив лабораторный, 2 – крышка из полистирола, 3 – датчик температуры, 4 – щуп датчика, 5 – воронка стеклянная, 6 – магнитная мешалка

4. Подключить датчик высокой температуры к планшетному регистратору или компьютеру.
5. Через воронку в химический стакан налить 50 мл 1 М раствора HNO_3 .
6. В химический стакан отмерить 50 мл 1 М раствора NaOH и поставить его на 3-4 мин. для выравнивания температуры рядом с установкой.
7. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
8. Опустить температурный щуп в стакан с раствором щелочи и замерить температуру раствора ($t_{\text{щ}}$). Как только показания температуры перестанут колебаться нажать кнопку «Пауза».
9. Затем, вынуть из стакана температурный щуп, ополоснуть его с помощью промывалки дистиллированной водой и осушить фильтровальной бумагой.

10. Нажать кнопку «Пуск». Опустить температурный щуп в стакан с раствором кислоты и измерить температуру раствора. Подождать в течение нескольких секунд и зафиксировать температуру раствора кислоты (t_k), нажав кнопку «Пауза».
11. Нажать кнопку «Пуск». Установить стакан со щелочью на магнитную мешалку, закрыть крышкой, через соответствующие отверстия в крышке опустить в стакан датчик высокой температуры и воронку.
12. Через воронку вылить раствор кислоты в щелочь. Включить мешалку, подождать в течение нескольких секунд, дождаться пока датчик покажет самую высокую температуру t_2 и нажать кнопку «Пауза».

13. Результаты измерений занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты эксперимента

Масса калориметрического сосуда, кг, m_3	Температура раствора		Температура		Суммарный объем жидкости в стакане V , мл
	NaOH, $t_{\text{ш}}$	HNO ₃ , $t_{\text{к}}$	начальн ая, t_1	после нейтрализац ии, t_2	

14. Рассчитать теплоту, выделяющуюся или поглощающуюся в калориметре по формуле (3.1)

$$Q = \Sigma c (t_2 - t_1) \quad (3.1)$$

где, t_1 – начальная температура жидкости, К;

t_2 – конечная температура жидкости в калориметре, К;

Σc – теплоемкость системы.

Начальную температуру жидкости в калориметре рассчитать по формуле (3.2):

$$t_1 = \frac{t_{\text{ш}} + t_{\text{к}}}{2}, \quad (3.2)$$

Теплоемкость системы рассчитать по формуле (3.3):

$$\Sigma c = c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2 + c_3 \cdot m_3,$$

(3.3)

где, c_1 , c_2 – удельная теплоемкость растворов кислоты, щелочи, принимаемые равными удельной теплоемкости воды, 4,19 кДж/(кг·К);

c_3 – удельная теплоемкость стекла 0,75 кДж/(кг·К);

m_1 , m_2 – масса раствора кислоты и щелочи, кг (плотность растворов кислоты и щелочи принять равными плотности воды 1000 кг/м³);

m_3 – масса калориметра, кг.

15. Определить число молей нейтрализованной кислоты (щелочи) n , учитывая заданную молярную концентрацию и объем раствора, рассчитать энтальпию нейтрализации по формуле (3.4)

$$\Delta H = \frac{-Q}{n}, \text{ кДж/моль,} \\ (3.4)$$

Сравнить полученную энтальпию нейтрализации с теоретической и рассчитать относительную ошибку опыта по формуле (3.5).

$$\delta_{\text{отн}} \% = \left| \frac{\Delta H_{\text{экспер.}} - \Delta H_{\text{теор.}}}{\Delta H_{\text{теор.}}} \right| \cdot 100\%$$

где, $\Delta H_{\text{экспер.}}$ – полученное в ходе эксперимента значение энтальпии реакции;

$\Delta H_{\text{теор.}}$ – теоретическое значение энтальпии реакции нейтрализации, равное – 57,22 кДж/моль.

16. На основании полученных данных сделать самостоятельный вывод по работе. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое тепловой эффект процесса? В каких единицах он измеряется?
2. От каких факторов зависит тепловой эффект процесса?
3. Что собой представляет величина энтальпии химической реакции?
4. Сформулируйте закон Н.И. Гесса.
5. Что можно считать теплотой нейтрализации?

№ 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком электропроводимости.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с зажимом, 3 стакана химических на 100-150 мл, цилиндр мерный, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, бумага фильтровальная, вода водопроводная (сырая и кипяченая), вода дистиллированная.

Цель работы: определить общую жесткость в исследуемых образцах воды. Сделать заключение о зависимости общей жесткости воды от ее электропроводности.

Техника безопасности:

Приступая к работе, внимательно ознакомиться с положениями, указанными в разделе «Правила техники безопасности в химической лаборатории».

Порядок проведения работы:

1. Датчик электропроводимости предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Закрепить датчик электропроводимости в лапке штатива.
3. Подключить датчик к планшетному регистратору или компьютеру.
4. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».

5. В химический стакан налить 50 мл водопроводной сырой воды, опустить в стакан датчик электропроводимости и слегка поболтать. Обратите внимание, при опускании электрода в раствор необходимо избегать касаний чувствительного элемента стенок стакана.
6. Дождаться пока показания прибора стабилизируются и нажать кнопку «Пауза».
7. Вынуть из стакана датчик электропроводимости.
8. Повторить п. 5-8 для дистиллированной и водопроводной кипяченой воды.

9. Полученные результаты занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты измерений и расчетов

Жесткость воды	Образцы воды		
	водопроводная сырая	дистиллированная	водопроводная кипяченая
Общая			

10. На основании полученных данных сделать самостоятельный вывод по работе. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под жесткостью воды?
2. Что понимают под общей, временной, постоянной жесткостью воды?
3. Укажите факторы, влияющие на жесткость воды?
4. Чем обуславливается временная и постоянная жесткость воды?
5. Назовите основные методы определения жесткости воды.
6. Перечислите основные методы умягчения воды.
7. Почему жесткость, обусловленная присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, называется временной?

№ 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH РАСТВОРОВ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком pH.

Дополнительное оборудование: пробирка с мерными рисками, лабораторные стаканы на 50-100 мл, штатив лабораторный с держателем и зажимом, вода дистиллированная, по 20 мл 0,1 М раствора HCl, HNO₃, NaOH, Ca(OH)₂, водопроводная вода, индикатор pH (фенолфталеин, метилоранж).

Цель работы: Сформировать представление о pH как о характеристике кислотности среды.

Техника безопасности:

Приступая к работе, внимательно ознакомиться с положениями, указанными в разделе «Правила техники безопасности в химической лаборатории».

Порядок проведения работы:

1. Датчик рН предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Закрепить датчик рН в лапке штатива.
3. Подключить датчик рН к планшетному регистратору или компьютеру.
4. В химический стакан налить 20 мл соляной кислоты (HCl) и погрузить электрод в раствор не менее чем на 3 см.

5. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
6. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза» (зафиксировать показания).
7. Вынуть из стакана электрод, с помощью промывалки ополоснуть его дистиллированной водой и осушить фильтровальной бумагой.
8. Разделить раствор кислоты по трем пробиркам и добавить к ним по 12 капель индикатора. Проследить за изменением цвета, зафиксировать наблюдения в таблицу 6.1 в графе «Цвет индикатора». Повторить п. 4-7 для других растворов.

9. Результаты наблюдений занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1– Результаты измерений

Исследуемый раствор	Значение рН		
	датчик рН	индикатор фенолфталеин	индикатор метиловый оранжевый
		Цвет индикатора	
HCl			
HNO ₃			
NaOH			
Ca(OH) ₂			
Водопроводная вода			

10. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельные выводы по проведенной работе.

Контрольные вопросы:

1. Какую величину называют рН или водородным показателем среды?
2. Какое значение имеет знание величины рН в самых различных областях науки, техники, экологии и др.?
3. Назовите методы определения рН растворов?
4. Какие электроды используют в потенциометрии в качестве индикаторных для измерения рН растворов? Как их классифицируют по типу электродной реакции (процесса)?
5. Среду, с каким диапазоном рН считают нейтральной, кислой, основной?

№ 7 РЕАКЦИИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ С СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком температуры и рН.

Важно! Вместо датчика температуры может использоваться датчик высокой температуры.

Дополнительное оборудование: химический стакан на 250 мл, бюретка на 25 мл, магнитная мешалка, штатив лабораторный, крышка к стакану из полистирола¹, раствор фенолфталеина, 0,1 М раствор NaOH, 0,1 М раствор соляной кислоты.

Цель работы: понять сущность реакции нейтрализации.

Порядок проведения работы:

1. Датчик рН предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Закрепить электрод рН и датчик температуры в лапке штатива.
3. Подключить датчики к планшетному регистратору или компьютеру. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан налить 25 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, добавить 2-3 капли раствора фенолфталеина.

5. Закрывать стакан крышкой из полистирола. В стакан, через отверстия в крышке, поместить датчик рН и датчик температур, а также носик бюретки, предварительно заправленной 0,1 М раствором едкого натра.
6. В стакан опустить якорь магнитной мешалки. Стакан поместить на магнитную мешалку, мешалку включить. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд.
7. При включенной мешалке, начать добавлять по каплям 0,1 М раствор едкого натра. Отметить момент изменения окраски раствора в стакане (до розовой). После установления показаний, нажать кнопку «Пауза» и остановить считывание данных.
8. Построить график зависимости рН и температуры от времени при прохождении реакции нейтрализации.

№ 8 ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СТЕПЕНЬ ГИДРОЛИЗА АЦЕТАТА НАТРИЯ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком температуры и рН.

Важно! Вместо датчика температуры может использоваться датчик высокой температуры.

Дополнительное оборудование: стакан химический на 250 мл, стакан из теплоизолирующего материала, раствор фенолфталеина, 0,1 н. раствор ацетата натрия, электроплитка, крышка к стакану из полистирола¹.

Цель работы: Установить степень влияния температуры на гидролиз соли. Выяснить какие соли подвергаются гидролизу.

Техника безопасности:

Приступая к работе, внимательно ознакомиться с положениями, указанными в разделе «Правила техники безопасности в химической лаборатории».

Порядок проведения работы:

1. Датчик рН предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Закрепить электрод рН и датчик температуры в лапке штатива.
3. Подключить датчики к планшетному регистратору или компьютеру.
4. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».

5. В химический стакан налить 25 мл 0,1 М раствора ацетата натрия и добавить несколько капель раствора фенолфталеина (из расчёта, что на 1-2 мл раствора ацетата натрия необходимо 1-2 капли фенолфталеина).
6. Закрывать химический стакан крышкой со вставленными датчиками температуры и рН. Поставить химический стакан на электроплитку. Включить электроплитку.
7. Наблюдать за изменением окраски раствора. Раствор будет становиться малиновым (рН будет расти) по мере повышения температуры, так как при нагревании гидролиз усиливается.

8. Как только показания стабилизируются, нажать кнопку «Пауза».
9. Построить график зависимости рН и температуры от времени при прохождении реакции гидролиза.
10. Сделать вывод об изменении степени гидролиза ацетата натрия в зависимости от температуры. Ответить на контрольные вопросы.

№ 9 ПЕРЕСЫЩЕННЫЕ РАСТВОРЫ

Тип работы: лабораторная.

Оборудование: цифровая лаборатория RELAB с датчиком температуры.

Важно! Вместо датчика температуры может использоваться датчик высокой температуры.

Дополнительное оборудование: мерный цилиндр, стакан химический на 100-150 мл с охлажденной водой, штатив с держателем, спиртовка, 5 г тиосульфата натрия кристаллического ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Цель работы: изучить тепловой эффект процесса растворения и кристаллизации «пересыщенного раствора».

Порядок проведения работы:

1. Собрать экспериментальную установку, как показано на рисунке 9.1.

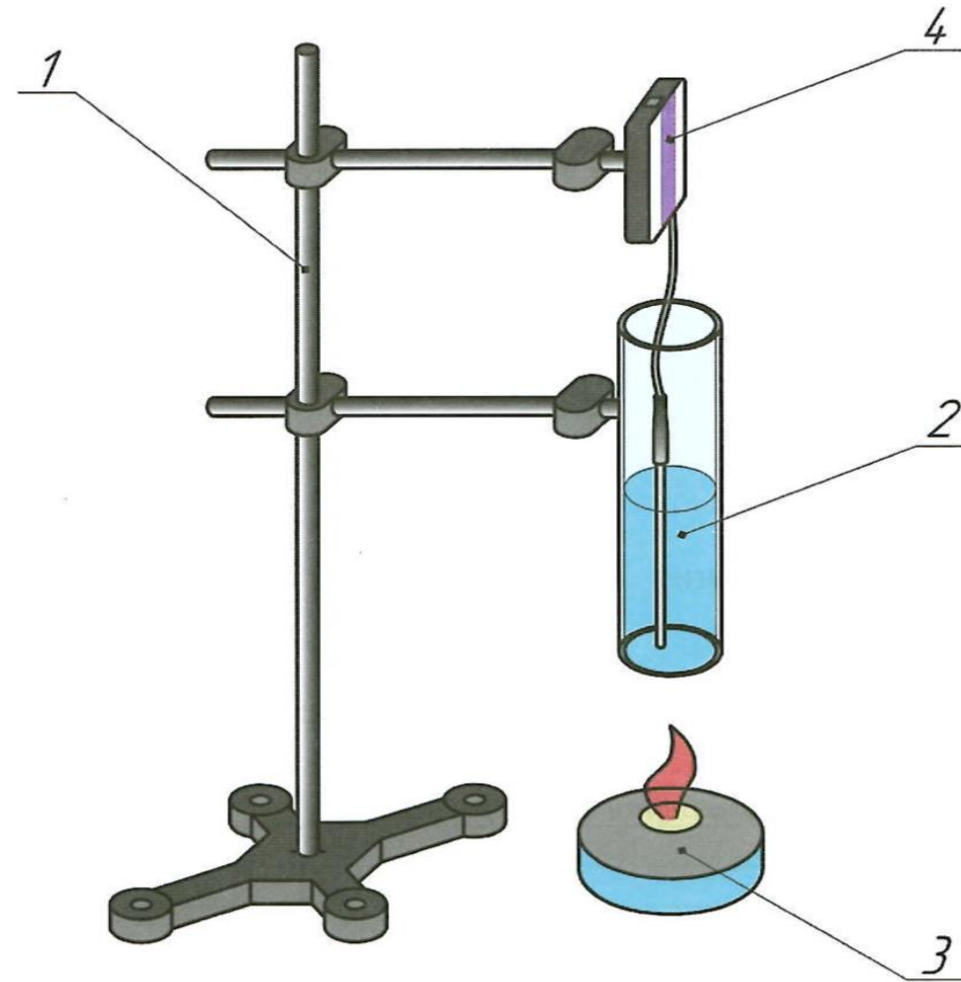


Рисунок 9.1 – Схема экспериментальной установки

1 – штатив, 2 – пробирка, 3 – спиртовка, 4 – датчик температуры

2. В две пробирки насыпать тиосульфата натрия. В первую пробирку – около 5 г, во вторую – примерно 2-3 г кристаллов тиосульфата натрия.
3. Подключить датчик температуры к планшетному регистратору или компьютеру.
4. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
5. В первую пробирку с тиосульфатом натрия прилить 3 мл воды, перемешать смесь, измеряя температуру датчиком, до тех пор, пока температура не стабилизируется. Нажать кнопку «Пауза». Зафиксировать показания в таблице 9.1 в графе «Температура».
6. Извлечь датчик из раствора. Закрепить пробирку в держатель штатива и осторожно нагреть ее на спиртовке до полного растворения соли.

7. Нажать кнопку «Пуск», перемешать полученный раствор и зафиксировать установившиеся показания температуры в таблице 9.1. Нажать кнопку «Пауза».
8. Прекратить нагревание и оставить датчик в растворе. Охладить раствор до комнатной температуры.
9. Извлечь датчик и вставить его во вторую пробирку с кристаллами тиосульфата натрия, дождаться прилипания пары кристаллов к датчику.
10. Нажать кнопку «Пуск», погрузить датчик с прилипшими кристаллами в раствор. Быстро перемешать раствор и одновременно измерять температуру датчиком.
11. Зафиксировать показания в таблице 9.1 в графе «Температура». Нажать кнопку «Пауза».

12. Занести в таблицу 9.1 показания датчика после кристаллизации раствора.

Таблица 9.1 – Результаты измерений температуры

Исследуемая система	Температура, °С
Вода до начала опыта	
Раствор тиосульфата натрия до нагревания в воде	
Охлажденный пересыщенный раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	
Раствор тиосульфата после кристаллизации	

Контрольные вопросы:

1. Эндотермический или экзотермический процессы преобладают при растворении кристаллогидрата тиосульфата натрия в воде?
2. Какие процессы преобладают при кристаллизации тиосульфата натрия из раствора?
3. На сколько градусов удалось переохладить насыщенный раствор тиосульфата натрия, чтобы он стал пересыщенным?

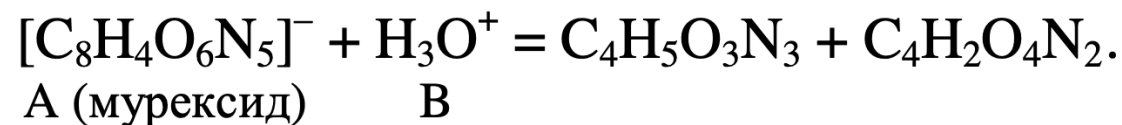
№ 10 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком оптической плотности.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с держателем, мерный цилиндр объемом 100 мл, шприц 5 мл, фильтровальная бумага, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, раствор мурексида¹, раствор HCl 0,05 моль/л.

Цель работы: экспериментально определить скорость химической реакции.



Порядок выполнения работы

1. Подключить датчик оптической плотности к планшетному регистратору или компьютеру.
2. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск». В подменю датчика выбрать зеленый светофильтр ($\lambda=520$ нм).
3. Для калибровки датчика следует налить дистиллированной воды в кювету и опустить ее в датчик оптической плотности. Спустя 2-3 секунды необходимо нажать кнопку «Сбросить» и дождаться установления калиброванного значения (процесс калибровки может занять от 5 до 15 секунд). До окончания процесса калибровки нельзя вынимать кюветы из датчика.
4. В химический стакан налить 100 мл раствора HCl. Установить стакан на магнитную мешалку и запустить перемешивание.

5. Перелить раствор в кювету. Кювету поместить в датчик оптической плотности и нажать кнопку «Пуск». Подождать установления показаний в течение нескольких секунд.
6. Зафиксировать показания оптической плотности раствора нажатием кнопки «Пауза».
7. В стакан с раствором HCl добавить 5 мл раствора мурексида. Установить стакан на магнитную мешалку и запустить перемешивание.
8. Перелить раствор в кювету. Кювету поместить в датчик оптической плотности и нажать кнопку «Пуск». Подождать установления показаний в течение нескольких секунд.
9. Зафиксировать показания оптической плотности раствора и нажать кнопку «Пауза».

Контрольные вопросы:

1. Что такое скорость химической реакцией?
2. Укажите, какие факторы влияют на скорость химической реакции.
3. В чем разница между мгновенной и средней скоростью реакции (по определению)?
4. Как можно найти скорость реакции по графику зависимости концентрации участвующих в реакции веществ от времени?
5. Что происходит с мгновенной скоростью реакции по мере ее протекания? С чем это связано?
6. Что собой представляет реакционное пространство гомогенных реакций?
7. Назовите особенность протекания гомогенных и гетерогенных химических реакций.

№ 11 ГИДРОЛИЗ ЭТИЛАЦЕТАТА В ПРИСУТСТВИИ РАСТВОРА ЩЕЛОЧИ

Тип работы: лабораторная.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком рН.

Дополнительное оборудование: два химических стакана на 50 мл, штатив с лапкой, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, 2 мл известковой воды (насыщенный раствор гидроксида кальция), 4 мл этилового эфира уксусной кислоты (этилацетата).

Цель работы: установить условия гидролиза сложных эфиров.

Порядок проведения работы:

1. Перед проведением эксперимента датчик рН следует подготовить в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе». Закрепить датчик рН в лапке штатива.
2. Подключить датчик рН к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан налить 30 мл дистиллированной воды, добавить 2 мл этилацетата и погрузить в него датчик рН, закрепленный в лапке штатива не менее чем на 3 см, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза».
5. Вынуть электрод из раствора и тщательно промыть дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой.
6. Нажать кнопку «Пуск». Во второй химический стакан налить 30 мл дистиллированной воды и добавить 2 мл известковой воды и погрузить в

него датчик рН, закрепленный в лапке штатива не менее чем на 3 см, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и зафиксировать значение рН раствора, нажав кнопку «Пауза».

7. Нажать кнопку «Пуск». К полученному раствору прилить 2 мл этилацетата, осторожно перемешать содержимое, вновь подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза».
8. Результаты полученных измерений занести в таблицу 11.1.

Таблица 11.1 – Результаты измерений рН

Реагенты	рН	Уравнение реакции
Вода дистиллированная + этилацетат		
Вода дистиллированная + гидроксид кальция		
Вода дистиллированная + гидроксид кальция + этилацетат		

9. На основании полученных данных сделать самостоятельный вывод по работе. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляют сложные эфиры?
2. В какой среде гидролиз этилового эфира уксусной кислоты протекает быстрее? Почему?
3. Почему в щелочной среде реакция гидролиза необратима?
4. Назовите факторы, влияющие на скорость гидролиза?

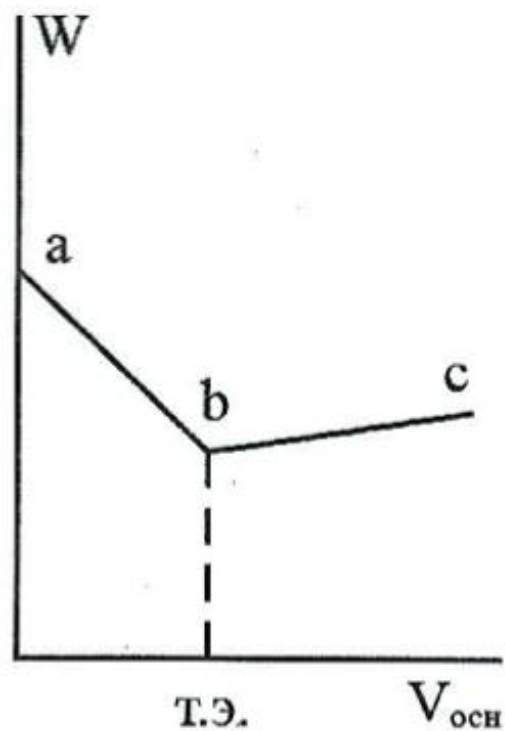
№ 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ ТИТРОВАНИЕМ

Тип работы: лабораторная.

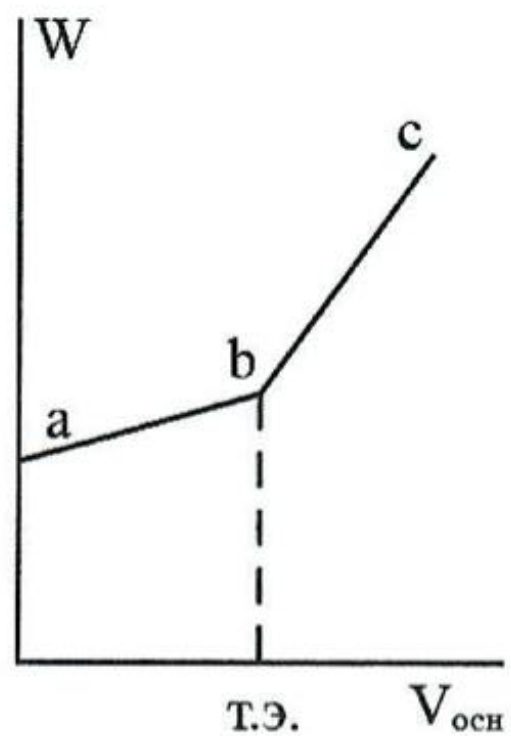
Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиками электропроводимости и счетчиком капель.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с держателем, мешалка магнитная, бюретка титровальная, цилиндр мерный на 25 мл, стакан химический на 100-200 мл, очки защитные, раствор гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л, соляная кислота с теоретически заданной концентрацией, вода дистиллированная, фильтры бумажные.

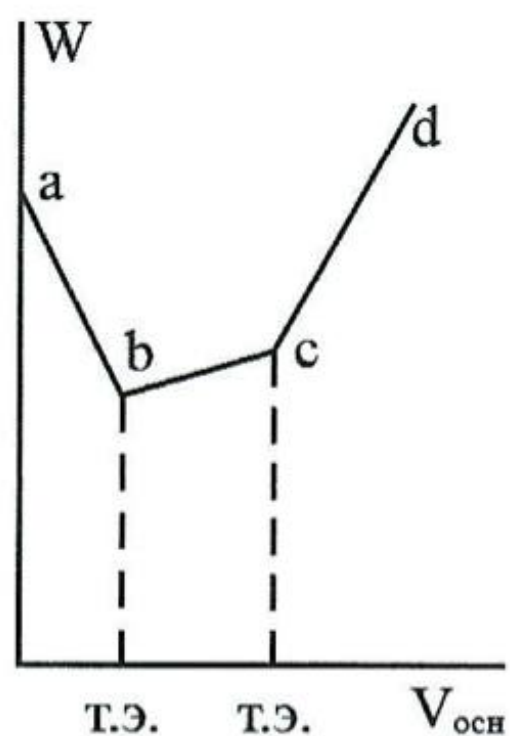
Цель работы: провести кондуктометрическое титрование соляной кислоты. Определить ее концентрацию экспериментально и сравнить полученное значение с теоретическими данными.



а



б



в

Рисунок 12.1 – Кривые кондуктометрического титрования

а – сильной кислоты сильным основанием, б – слабой кислоты сильным основанием, в – смеси сильной и слабой кислот сильным основанием

Порядок проведения работы:

1. Перед проведением эксперимента датчик электропроводимости следует подготовить в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчики к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Предварительно следует провести калибровку датчика-счетчика капель. На основание штатива установить измерительный цилиндр на 25 мл.
4. Запустить программное обеспечение Relab Lite и слева на панели следует выбрать «Датчик счетчик капель», а в открывшемся правом окне следует нажать кнопку «Калибровка». На запрос пароля следует ввести 5102 (пароль по умолчанию 5102).

5. Бюретку заполнить раствором NaOH, который будет использован в дальнейшем эксперименте. Обратите внимание, кран бюретки должен быть закрыт.
6. В поле «Введите число» ввести «20 мл», открыть кран бюретки и подождать, пока в цилиндр накапает заданное количество NaOH.
7. Нажать последовательно кнопку «применить», «далее» и «сохранить». Датчик-счетчик капель откалиброван.
8. Собрать лабораторную установку для кондуктометрического основания, как показано на рисунке 12.2.

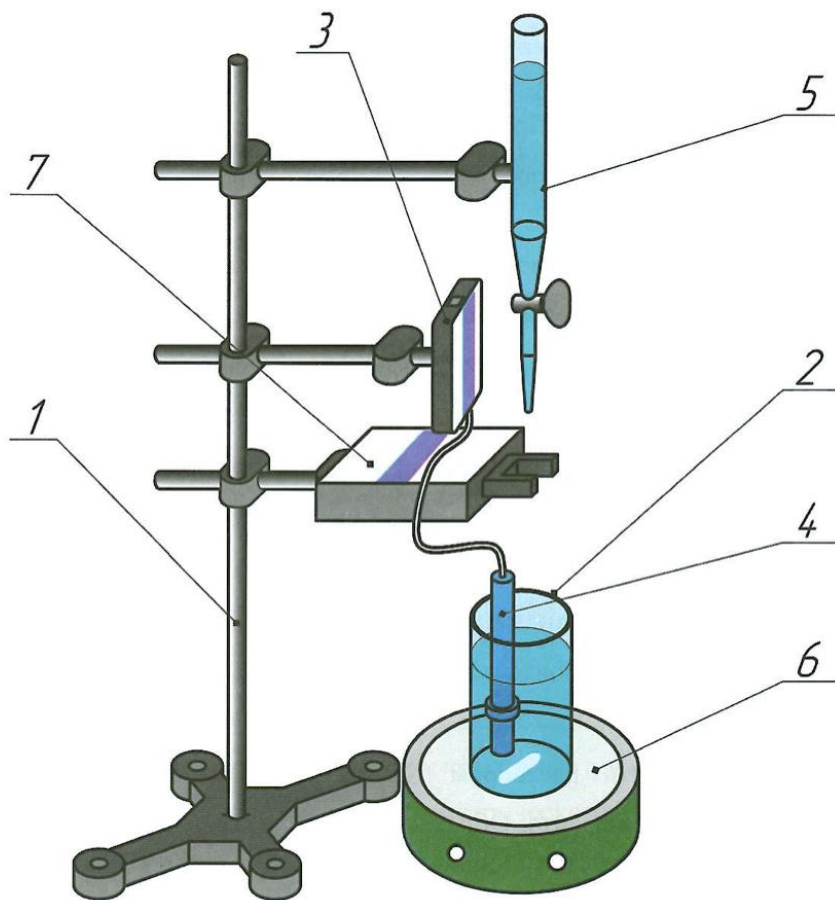


Рисунок 12.2 – Схема лабораторной установки для кондуктометрического титрования

1 – штатив лабораторный, 2 – стакан химический, 3 датчик электропроводимости, 4 – щуп датчика электропроводимости, 5 – бюретка титровальная, 6 – магнитная мешалка, 7 – датчик счетчик капель.

9. Обратить внимание на то, что бюретка должна быть установлена выше датчика-счетчика капель, а носик бюретки – направлен в оптические ворота датчика.
10. В программе Relab Lite на панели слева необходимо выбрать «Датчик электропроводимости» и в открывшемся меню справа указать диапазон измерения «от 0 до 2000» и единицы измерения – «мСм/см». Аналогично следует зайти в настройки «Датчика счетчик капель» и выбрать единицы измерения – «миллилитры (мл)».
11. Для того, чтобы одновременно вывести на экран показания датчика электропроводимости и датчика-счетчика капель, на панели меню выбрать пункт «Связка датчиков». В рабочей области (в правой части программы) подключить необходимые датчики для создания связки.
12. Надеть защитные очки и нажать кнопку «Пуск».
13. С помощью мерного цилиндра налить в стакан 150 мл раствора соляной кислоты заданной концентрации.
14. Поместить в стакан магнитный якорь. Включить магнитную мешалку.
15. Поставить химический стакан на магнитную мешалку под слив бюретки и опустить в стакан как можно ближе ко дну, но не касаясь его, датчик электропроводимости.

16. Повернуть кран бюретки, начать титрование раствором гидроксида натрия.
17. Как только на графике (на экране) будет замечен резкий скачок значения электропроводности, что соответствует излому на кривой титрования, нажимаем кнопку «Пауза».
18. По полученным значениям построить график зависимости электропроводности от количества прибавляемого раствора щелочи.
19. Подставив в формулу (12.2) для расчета концентрации соляной кислоты объем NaOH соответствующий точке эквивалентности, рассчитать концентрацию исследуемой соляной кислоты.

$$C_k = \frac{C}{V_{\text{э}} \cdot V_k}, \quad (12.2)$$

где, C_k – концентрация исследуемой кислоты, моль/л;

C – концентрация титрованного раствора, моль/л;

$V_{\text{э}}$ – эквивалентный объем раствора щелочи, мл;

V_k – объем взятого для титрования раствора кислоты.

№ 14 АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Тип работы: практическая.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком pH.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный с муфтой и кольцом, воронка, фильтровальная бумага, пробирка, стеклянная палочка, 2 химических стакана на 100-150 мл.

Цель работы: Определить характер среды (кислая, щелочная, нейтральная) различных видов почв и сделать вывод об их пригодности для выращивания различных с/х растений.

Порядок проведения работы:

1. В пробирку поместить почву (столбик почвы должен быть 2-3 см). Прилить дистиллированную воду, объём которой должен быть в 3 раза больше объёма почвы. Хорошенько перемешать стеклянной палочкой.
2. Приготовить почвенный раствор. Бумажный фильтр, вставить в воронку, закреплённую в кольце штатива. Подставить под воронку чистую сухую пробирку и профильтровать полученную в п. 1 смесь почвы и воды. Перед фильтрованием смесь не следует встряхивать. При фильтровании жидкость наливать на фильтр по палочке тонкой струей, направляя ее на стенку воронки, а не на центр фильтра, чтобы его не разорвать. Почва останется на фильтре, а собранный в пробирке фильтрат представляет собой почвенную вытяжку (почвенный раствор).

3. Датчик рН предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
4. Закрепить датчик рН в лапке штатива.
5. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
6. Подключить датчик рН к планшетному регистратору или компьютеру. В почвенную вытяжку поместить датчик рН.
7. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза». Зафиксировать показания.
8. Повторить п. 1-7 для следующего образца почвы.
9. Результаты измерений занести в таблицу 14.1 и сделать вывод об их пригодности для выращивания различных с/х растений.

Таблица 14.1 – Результаты измерения кислотности образцов почв

Характеристика почвы	Образец почвы		
	№ 1	...	№ n
рН			

Контрольные вопросы:

1. Что такое кислотность почвы?
2. Какие виды кислотности почв существуют?
3. Как классифицируются растения в зависимости от отношения к кислотности почвы и известкованию?
4. Какие почвы считаются кислыми? Щелочными?
5. Каково биологическое значение кислотности почвы?

№ 25 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ СИЛЬНЫХ И СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком электропроводности.

Дополнительное оборудование: 3 стакана химических на 25-50 мл, промывалка с дистиллированной водой, 10%-ные растворы хлороводорода, уксусной, азотной кислот, фильтры бумажный.

Цель работы: ознакомиться с понятием «сильный» и «слабый» электролит. Сравнить электропроводность сильных и слабых электролитов.

Порядок проведения работы:

1. Датчик электропроводности предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчик электропроводности к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В стакан химический налить 25-30 мл дистиллированной воды и 1 каплю 10%-ного раствора уксусной кислоты.
5. Погрузить в полученный раствор щуп датчика электропроводности, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и зафиксировать электропроводность раствора.
6. Вынуть датчик электропроводности, тщательно промыть дистиллированной водой и промокнуть бумажным фильтром.
7. Повторить п.3-6 с 10 %-ным раствором соляной кислотой.
8. Повторить п.3-6 с 10 %-ным раствором азотной кислотой.
9. Результаты полученных измерений занести в таблицу 25.1.

Таблица 25.1 – Результаты измерений

Измеряемый параметр	10 %-ный раствор уксусной кислоты	10 %-ный раствор соляной кислотой	10 %-ный раствор азотной кислотой
Электропроводность, См/м			

Контрольные вопросы:

1. Что называется электролитической диссоциацией?
2. Какие вещества называют электролитами?
3. Что такое степень диссоциации электролита?
4. От чего зависит степень диссоциации электролита?
5. Как в зависимости от способности к диссоциации классифицируются электролиты?
6. Приведите пример сильных/слабых электролитов.
7. Какие из перечисленных ниже электролитов относятся к сильным:
 - а) KCN, HNO₃, NH₄OH, Cu(OH)₂;
 - б) Na₂HPO₄, HCN, HI, KOH.
8. Какие из электролитов, перечисленных ниже, относятся к слабым:
 - а) HBr, NaHCO₃, NH₄OH, NaCl, Al(OH)₃;
 - б) H₂S, H₂SO₃, H₂SO₄, CH₃COOH.

№ 26 ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH РАСТВОРОВ СОЛЕЙ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком pH.

Дополнительное оборудование: Пять химических стаканов на 50 мл, штатив лабораторный с зажимом, химический стакан для слива на 250 мл, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, по 20 мл 0,1 М растворов карбоната натрия, хлорида железа (III), хлорида железа (II), сульфата никеля (II), хлорида хрома (III), сульфата кобальта (II), сульфата цинка, фосфата натрия, гидрокарбоната натрия, бумага фильтровальная.

Цель работы: измерить pH растворов солей и сделать вывод о направленности и степени их гидролиза.

Порядок проведения работы:

1. Датчик рН предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчик рН к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан налить 20 мл 0,1 М раствора карбоната натрия и погрузить в него датчик рН не менее чем на 3 см, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза».
5. Вынуть электрод из раствора и тщательно промыть дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой.
6. Последовательно повторить п. 3-5 для хлорида железа (III), хлорида железа (II), сульфата никеля (II), хлорида хрома (III), сульфата кобальта (II), сульфата цинка, фосфата натрия, гидрокарбоната натрия.
7. Результаты полученных измерений занести в таблицу 26.1.

Таблица 26.1 – Результаты измерений рН

Исследуемый раствор	Концентрация, моль/л	рН	Уравнение гидролиза

8. На основании полученных данных сделать самостоятельный вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют три типа гидролиза?
2. Какие соли подвергаются гидролизу по катиону, а какие по аниону?
3. Какая соль – карбонат или гидрокарбонат натрия – подвергается гидролизу в большей степени? Как это можно объяснить?
4. Какой ион Fe^{3+} или Fe^{2+} гидролизуется в большей степени?
5. В каких случаях гидролиз необратим?

№ 24 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТВОРИТЕЛЯ НА ДИССОЦИАЦИЮ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком электропроводности.

Дополнительное оборудование: 2 стакана химических на 50 мл, стеклянная палочка, безводный перетертый CoCl_2 (голубой) или CuCl_2 (коричневый), которые получают, нагревая соответствующие кристаллогидраты в чашке для выпаривания, ацетон или спирт.

Цель работы: сформировать представление о роли растворителя в электролитической диссоциации.

Порядок проведения работы:

1. Датчик электропроводности предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчик электропроводности к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан насыпать 0,5 г безводного хлорида кобальта CoCl_2 или хлорида меди (II) CuCl_2 и налить 25 мл спирта или ацетона.
5. Растворить вещество, перемешивая его палочкой.
6. Погрузить в полученный раствор щуп датчика электропроводности, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и зафиксировать электропроводность раствора. Обратит внимание на цвет раствора.
7. Прилить к раствору 25 мл воды, перемешать, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и вновь зафиксировать электропроводность раствора. Обратит внимание на изменение окраски раствора.
8. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельный вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое электролитическая диссоциация?
2. Что называют степенью диссоциации электролита? От чего она зависит?
3. О чем может свидетельствовать рост электропроводности раствора?

№ 23 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РАСТВОРЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком температуры.

Важно! Вместо датчика температуры может использоваться датчик высокой температуры.

Дополнительное оборудование: 2 стакана химических на 50 мл, стеклянная палочка, промывалка с дистиллированной водой, 2 шпателя, гидроксид натрия кристаллический, нитрат аммония.

Цель работы: определить тепловой эффект растворения гидроксида натрия и нитрата аммония.

Порядок проведения работы:

1. Подключить датчик температуры к планшетному регистратору или компьютеру.
2. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
3. В химический стакан налить 25 мл дистиллированной воды, опустить в стакан датчик температуры.
4. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и зафиксировать показания температуры.
5. Насыпать в стакан 3-5 г NaOH и перемешать датчиком температуры до полного его растворения. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и зафиксировать максимальное значение температуры.
6. Вынуть датчик из стакана и тщательно промыть дистиллированной водой.
7. Во второй стакан насыпать мелкокристаллический нитрат аммония на четверть по высоте. Добавить воды до $\frac{3}{4}$ по высоте.
8. Опустить в стакан датчик температуры и тщательно перемешать раствор. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд и зафиксировать минимальное значение температуры.
9. Результаты полученных измерений занести в таблицу 23.1.

Таблица 23.1 – Результаты измерений

Температура	Исследуемая система		
	Дистиллированная вода	Вода+NaOH	Воды+NH ₄ NO ₃
⁰ C			

10. Ответить на контрольные вопросы и сделать самостоятельный вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Назовите признаки химической реакции.
2. По каким признакам растворение можно считать физическим процессом, а по каким – химическим?
3. Объясните, почему при растворении одних веществ в воде выделяется теплота, а при растворении других – поглощается?
4. Что такое тепловой эффект растворения вещества?
5. Почему растворение NaOH – экзотермический процесс, а растворение NH_4NO_3 – эндотермический?

№ 21 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДЫ РАСТВОРОВ АМИНОКИСЛОТ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком рН.

Дополнительное оборудование: стаканы химические на 50 мл, штатив с лапкой, промывалка, вода дистиллированная, по 20 мл 0,01 М раствора

Цель работы: определить рН растворов аминокислот и сделать вывод о зависимости значения рН от строения аминокислот - глицина, аланина, глутаминовой кислоты, лизина.

Порядок проведения работы:

1. Датчик pH предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчик pH к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан налить 20 мл раствора глицина, опустить в раствор датчик pH, закрепленный в лапке штатива таким образом, чтобы кончик чувствительного элемента был погружен в раствор не менее чем на 3 см, и не касался ни дна, ни стенок пробирки. Подождать установления показаний в течение нескольких секунд.
5. Нажать кнопку «Пауза» и зафиксировать показания pH раствора аминокислоты.
6. Вынуть датчик pH из раствора, тщательно промыть водой.
7. Повторить п.3-6 последовательно для растворов аланина, глутаминовой кислоты, лизина.
8. Результаты полученных измерений pH растворов аминокислот занести в таблицу 21.1.

Таблица 21.1 – Результаты измерений

Аминокислота	Формула аминокислоты (по справочнику)	Соотношение числа карбоксильных групп и аминогрупп (-COOH : NH ₂ -)	Значение pH
Глицин			
Аланин			
Глутаминовая кислота			
Лизин			

9. Ответить на контрольные вопросы и сделать вывод о зависимости значения pH исследуемого раствора от состава аминокислоты.

Контрольные вопросы

1. Что такое аминокислота?
2. Перечислите основные свойства аминокислот.
3. В каких случаях при растворении в воде аминокислота дает кислую/щелочную реакцию?
4. Какие частицы называются биполярными ионами или цвиттер-ионами?

№ 26 ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH РАСТВОРОВ СОЛЕЙ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком pH.

Дополнительное оборудование: Пять химических стаканов на 50 мл, штатив лабораторный с зажимом, химический стакан для слива на 250 мл, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, по 20 мл 0,1 М растворов карбоната натрия, хлорида железа (III), хлорида железа (II), сульфата никеля (II), хлорида хрома (III), сульфата кобальта (II), сульфата цинка, фосфата натрия, гидрокарбоната натрия, бумага фильтровальная.

Цель работы: измерить pH растворов солей и сделать вывод о направленности и степени их гидролиза.

Порядок проведения работы:

1. Датчик рН предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчик рН к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан налить 20 мл 0,1 М раствора карбоната натрия и погрузить в него датчик рН не менее чем на 3 см, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза».
5. Вынуть электрод из раствора и тщательно промыть дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой.
6. Последовательно повторить п. 3-5 для хлорида железа (III), хлорида железа (II), сульфата никеля (II), хлорида хрома (III), сульфата кобальта (II), сульфата цинка, фосфата натрия, гидрокарбоната натрия.
7. Результаты полученных измерений занести в таблицу 26.1.

Таблица 26.1 – Результаты измерений рН

Исследуемый раствор	Концентрация, моль/л	рН	Уравнение гидролиза

8. На основании полученных данных сделать самостоятельный вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют три типа гидролиза?
2. Какие соли подвергаются гидролизу по катиону, а какие по аниону?
3. Какая соль – карбонат или гидрокарбонат натрия – подвергается гидролизу в большей степени? Как это можно объяснить?
4. Какой ион Fe^{3+} или Fe^{2+} гидролизуется в большей степени?
5. В каких случаях гидролиз необратим?

№ 29 СИЛА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Тип работы: демонстрация.

Перечень датчиков ЦЛ: цифровая лаборатория RELAB с датчиком pH.

Дополнительное оборудование: стакан химический на 50 мл, промывалка лабораторная, вода дистиллированная, стеклянная палочка, стакан для слива на 250 мл, фильтры бумажные, 1М раствор аммиака, гидроксокарбоната меди (II) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.

Цель работы: сравнить электропроводность растворов NH_3 до и после добавления в него гидроксокарбоната меди $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.

Порядок проведения работы:

1. Датчик pH предварительно следует подготовить к работе в соответствии с разделом «Подготовка датчиков к работе».
2. Подключить датчик pH к планшетному регистратору или компьютеру.
3. Запустить программу измерений Relab Lite и нажать кнопку «Пуск».
4. В химический стакан налить 20-25 мл раствора NH_3 с концентрацией 1 моль/л и погрузить в него датчик pH не менее чем на 3 см, подождать установления показаний в течение нескольких секунд, нажать кнопку «Пауза» и зафиксировать значение pH раствора.
5. Вынуть электрод из раствора, тщательно промыть дистиллированной водой с помощью промывалки и осушить фильтровальной бумагой.
6. Нажать кнопку «Пуск». Добавить в стакан немного гидрокарбоната меди $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ и перемещать с помощью магнитной мешалки до тех пор, пока раствор не станет интенсивно синим. Погрузить в него датчик pH не менее чем на 3 см, подождать установления показаний в течение нескольких секунд и нажать кнопку «Пауза».
7. Результаты полученных измерений занести в таблицу 29.1.

Таблица 29.1 – Результаты измерений pH исследуемых растворов

Исследуемый раствор	Значение pH
Раствор NH_3	
Раствор NH_3 + гидрокарбонат меди $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	

8. На основании полученных данных сделать самостоятельный вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое комплексные соединения? Приведите примеры.
2. Как изменяется рН раствора аммиака после добавления основного карбоната меди (II)?
3. Объясните причину возрастания рН?
4. Почему имеется только ионный характер связи между комплексной частицей и гидроксид-ионом?