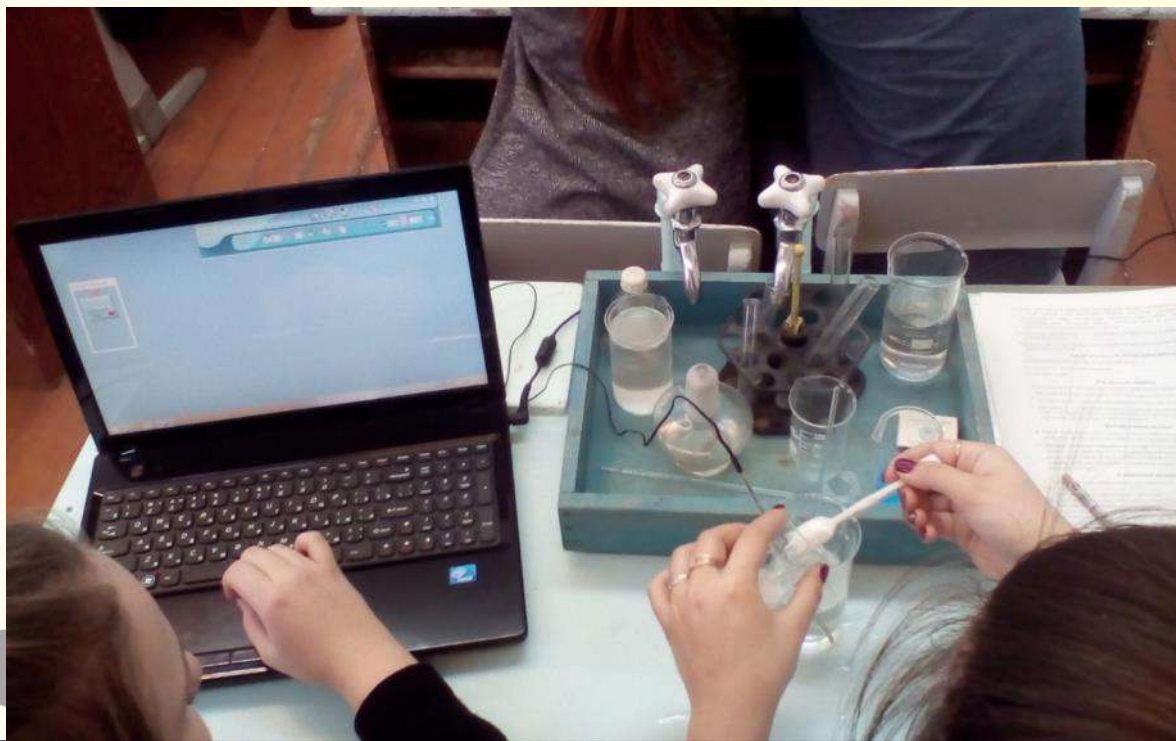




Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования
Ярославской области

Институт развития образования

Использование цифровых лабораторий при изучении химии



Горшкова Н.Н.,
ст. преподаватель
КОО ГАУ ДПО ЯО ИРО,
методист
МУ ДПО «ИОЦ» г. Рыбинска



Проблемы при изучении химии



Большое количество теоретического материала, который часто не подкреплён наглядными демонстрационными материалами



В ходе обучения не выстраивается связь «теоретическая модель – реальность»



Небольшое число демонстрационных материалов в урочной деятельности

Временные затраты на подготовку демонстраций



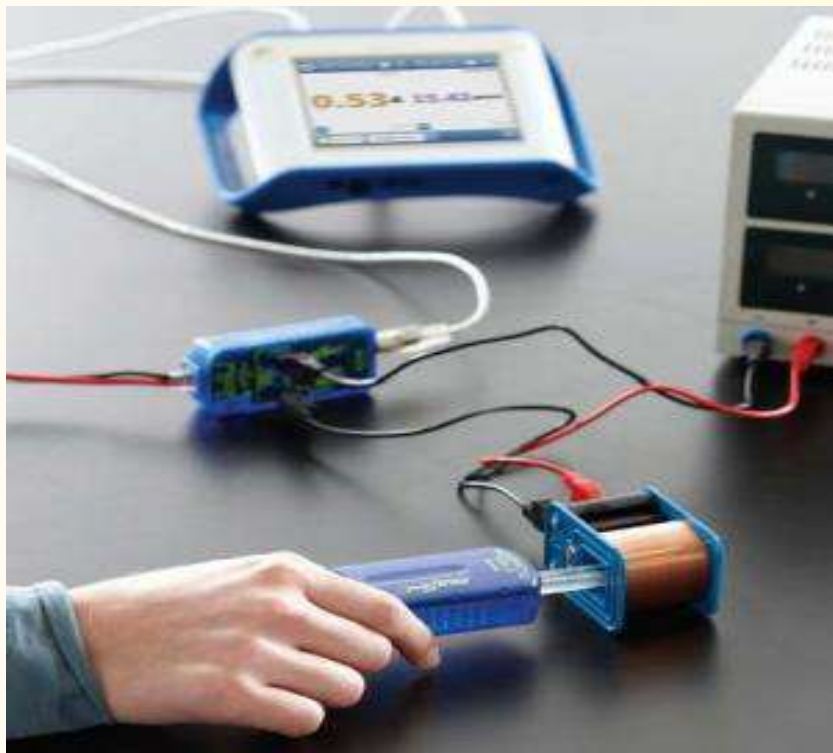
Значение эксперимента

Химический эксперимент —
важнейший метод познания — позволяет
сформировать у школьников знания о веществах и
явлениях, развить их активную познавательную
деятельность.



Целевые навыки

- Умение самостоятельно определять цель эксперимента
- Умение осуществлять наблюдение (эксперимент)
- Умение самостоятельно интерпретировать данные эксперимента
- Умение самостоятельно оформлять отчет



Новые нормативные документы, касающиеся МТБ кабинета химии

- **ФГОС ООО (п. 36.1)** *В кабинетах естественно-научного цикла должны быть комплекты специального лабораторного оборудования)*
- Рекомендуемый примерный перечень оборудования, расходных материалов, средств обучения и воспитания для создания и обеспечения функционирования центров образования естественнонаучной и технологической направленностей «Точка роста» в образовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах **(приложение 5 к МР из письма Минпросвещения от 01.11.2021 № ТВ-1913/02).**
- Перечень средств обучения и воспитания, утвержденный **приказом Минпросвещения от 23.08.2021 № 590** (комплектуются новые школы).

Цифровая лаборатория

- Датчики
 - температура
 - pH
 - электропроводность
 - оптическая плотность
- Аналогово-цифровой преобразователь
- Персональный компьютер



Виды цифровых лабораторий

- **WORLD DIDACT**
- **EDULAB-21**
- **MultiLogPRO**
- **EcoLogXL**
- **ExperiNet**
- **TriLink**
- **Nova**
- **AFS**
- **L-микро**
- **HP**
- **Естествоиспытатель**
- **ЛабДиск ГЛОМИР**
- **«Архимед»**



Состав цифровой лаборатории «Архимед»:

КПК Palm



MultiLab



Измерительный
интерфейс TriLink



Цифровые датчики



Цифровой микроскоп

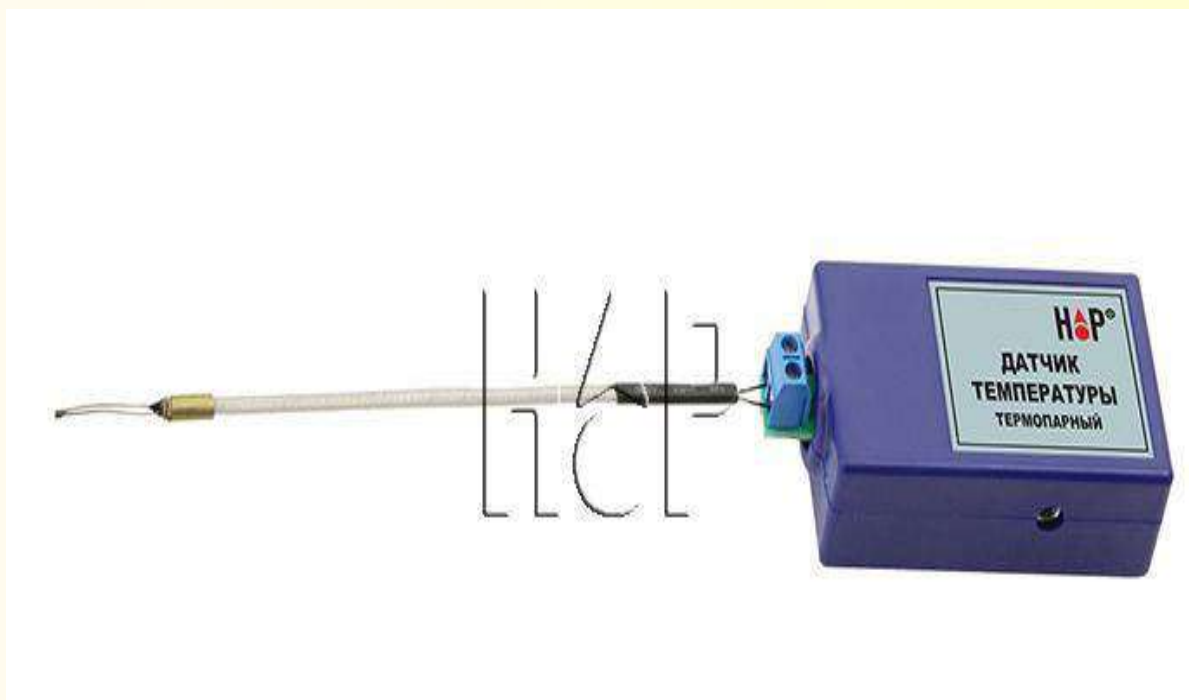
В состав цифровой лаборатории по химии (базовый уровень) входят:

- Цифровой датчик оптической плотности 525 нм,
- Цифровой датчик оптической плотности 590 нм,
- Цифровой датчик pH,
- Цифровой датчик температуры (-20...110С),
- Цифровой датчик температуры термопарный (0-1000С),
- Цифровой датчик электропроводности,



Цифровой датчик температуры термопарный (0-1000 С)

Цифровые датчики температуры позволяют с высокой точностью **измерять температуру воздушной среды, природных вод.**



Цифровой датчик электропроводности

- предназначен для измерения удельной электрической проводимости различных водных растворов.



Цифровой датчик pH

Предназначен для измерения водородного показателя (кислотности) среды.

Технические характеристики:

- Диапазон измерения pH 0-14 ед.
- Датчик используется в жидких средах при проведении демонстрационных экспериментов и исследовательских работ учащихся.
- Можно использовать для pH-метрического титрования.



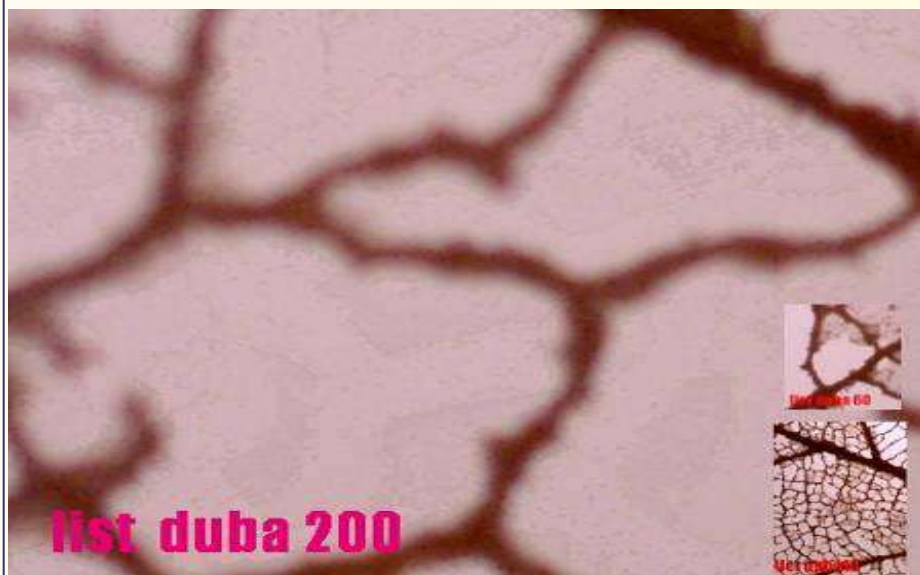


Компьютерная датчиковая
система L-Микро
с датчиком pH- микро

Компьютерная
датчиковая система

L-Микро





**Цифровой
микроскоп QX 5+**

Цифровые лаборатории позволяют перейти на новый уровень в организации эксперимента

Переход от
качественной
оценки явления к
количественной

Позволяет сделать
видимым то, что
невозможно увидеть
невооруженным глазом

Цифровые
средства обучения
позволяют выйти за
рамки теории

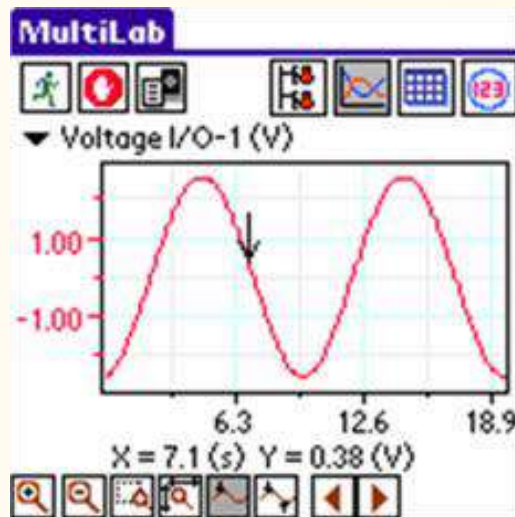
Позволяет научить
обучающихся сравнивать и
обобщать, выявлять
главное и устанавливать
закономерности



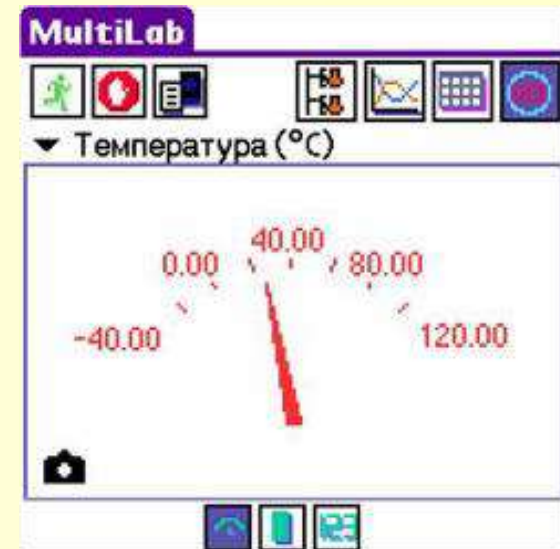
Возможность отображать данные эксперимента различными способами

Табло измерительных приборов

В виде графиков



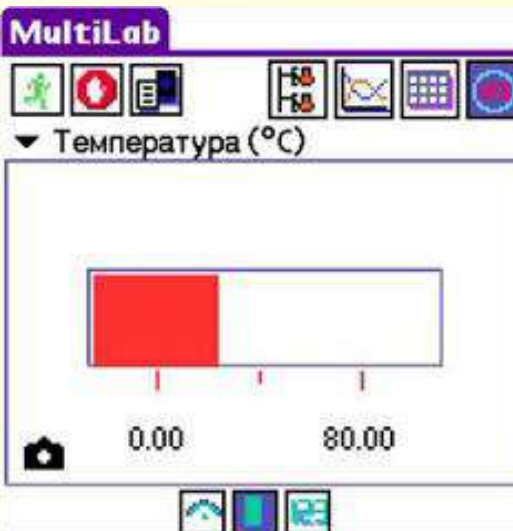
Аналоговый



В виде таблиц

MultiLab

	Время	Темпера...
93	9.2	25.477
94	9.3	25.528
95	9.4	25.579
96	9.5	25.604
97	9.6	25.655
98	9.7	25.680
99	9.8	25.731
100	9.9	25.807



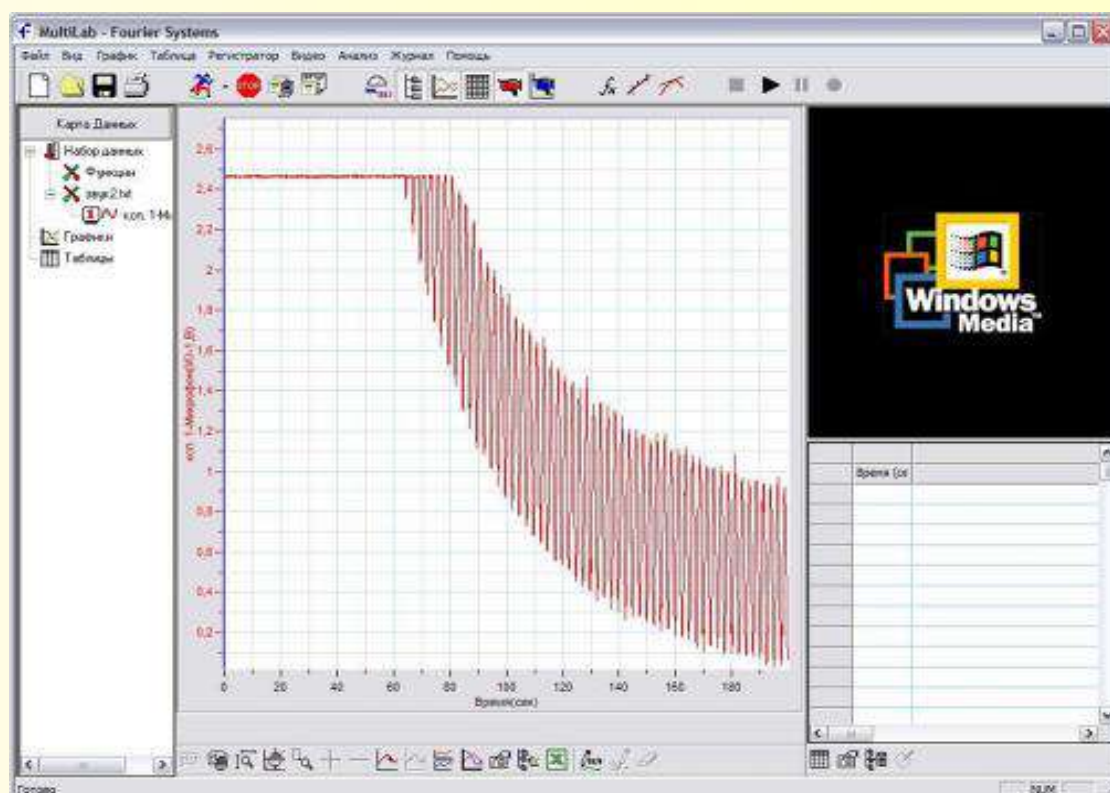
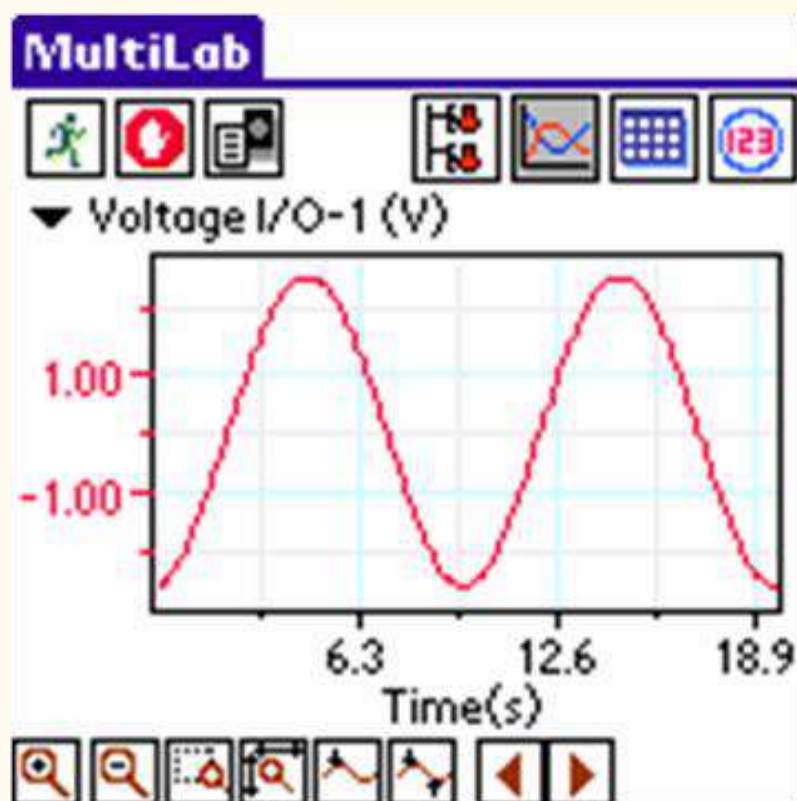
Индикаторный



Цифровой



Возможность просматривать видеозаписи предварительно записанных экспериментов



Преимущества и недостатки использования цифровых лабораторий

Основные преимущества

- Наглядность проводимого эксперимента. Результаты эксперимента при использовании ЦЛ представляются в виде графиков, таблиц или диаграмм
- Хранение и компьютерная обработка результатов эксперимента
- Возможность многократного повторения эксперимента, а также сопоставление данных, полученных в ходе различных экспериментов
- Сокращение времени эксперимента
- Наблюдение за самой динамикой исследуемого явления
- Изучение и фиксация данных быстро протекающих процессов

Возможные недостатки

- Переключение внимания обучающегося с изучаемого явления на взаимодействие с измерительным прибором
- Подмена учебных целей: вместо изучения явления
- Сложность установления причинно-следственных связей между наблюдаемым явлением и набором данных, представленных на экране регистратора (компьютер, планшет)
- Снижается эффективность самостоятельной работы обучающегося, а также осмысления полученной информации во время эксперимента, т.к. все расчеты и построение графиков осуществляет регистратор данных

Основные направления использования цифровых лабораторий

- Урочная деятельность
- Занятия внеурочной деятельности
- Проектная деятельность
- Полевые исследования
- Факультативные и кружковые занятия

Темы, где возможно использование ЦП для проведения демонстрационных экспериментов

8 класс



Условия и признаки протекания химических реакций



Типы (классификация) химических реакций



Тепловые эффекты химических реакций



Вода - растворитель.
Растворы



Химические свойства оксидов, оснований, кислот, солей

9 класс



Химические реакции в водных растворах. ТЭД



Реакция нейтрализации



Водородный показатель. Определение pH растворов



Свойства бромной воды / аммиака / других неорганических веществ

8 класс

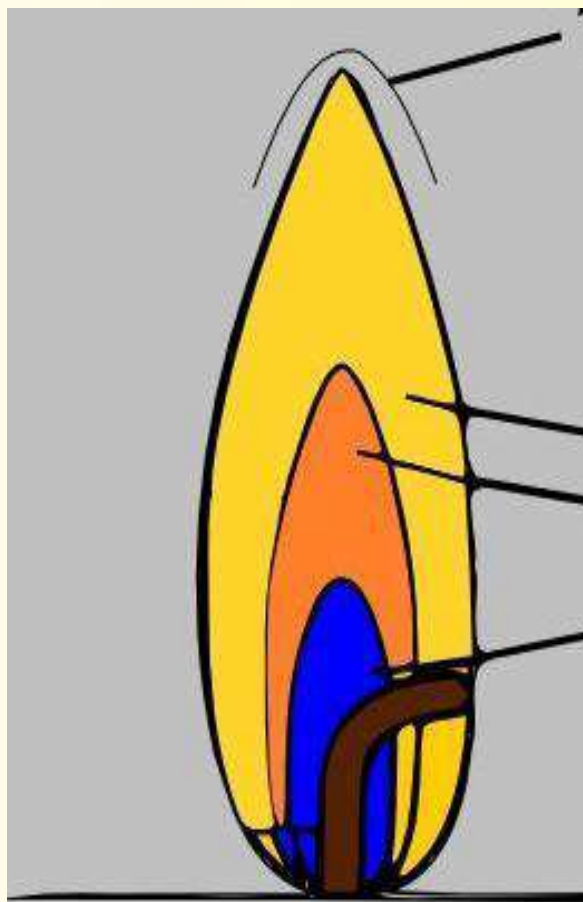
Тема	Лабораторная работа	Применение цифровых лабораторий
Физические явления. Горение	«Определение температуры пламени»	С помощью цифровой лаборатории Releon Lite, датчика высокой температуры (термопарного) с диапазоном измерения от -200 до $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ можно измерить температуру разных слоёв пламени.
Условия и признаки протекания химических реакций	«Изучение реакции нейтрализации»	Цифровая лаборатория Releon с датчиком температуры (диапазон измерения от -40 до $165\text{ }^{\circ}\text{C}$) позволяет изучить особенности протекания экзотермических реакций нейтрализации
Типы (классификация) химических реакций		

8 класс

Тема	Лабораторная работа	Применение цифровых лабораторий
Тепловые эффекты химических реакций	«Экзо- и эндотермические реакции»	С помощью датчика температуры определить тепловой эффект химической реакции
Вода – растворитель. Растворы	«Изучение растворимости солей. Определение тепловых эффектов, наблюдаемых при растворении веществ в воде, на примере солей»	С помощью датчика температуры определить тепловой эффект, наблюдаемый при растворении разных солей в воде
Химические свойства оксидов, оснований, кислот, солей	«Определение среды раствора кислот и оснований»	С помощью датчика pH определить среду растворов кислот и оснований

Практическая работа

«Наблюдение за горящей свечой. Устройство и работа спиртовки» (8 класс)



Тема «Экзотермические реакции».

Приборы и материалы для проведения эксперимента

Цифровая лаборатория с датчиком температуры

Мешалка магнитная

50 мл 1M раствора NaOH, 50 мл 1M раствора HCl, вода дистиллированная

Цилиндры мерные на 50-100 мл

Штатив лабораторный с двумя лапками

Промывалка лабораторная, бумага фильтровальная



Методика проведения эксперимента с помощью цифровой лаборатории

1

Поместить в химический стакан якорек магнитной мешалки и с помощью мерного цилиндра налить в него 50 мл 1М раствора NaOH.

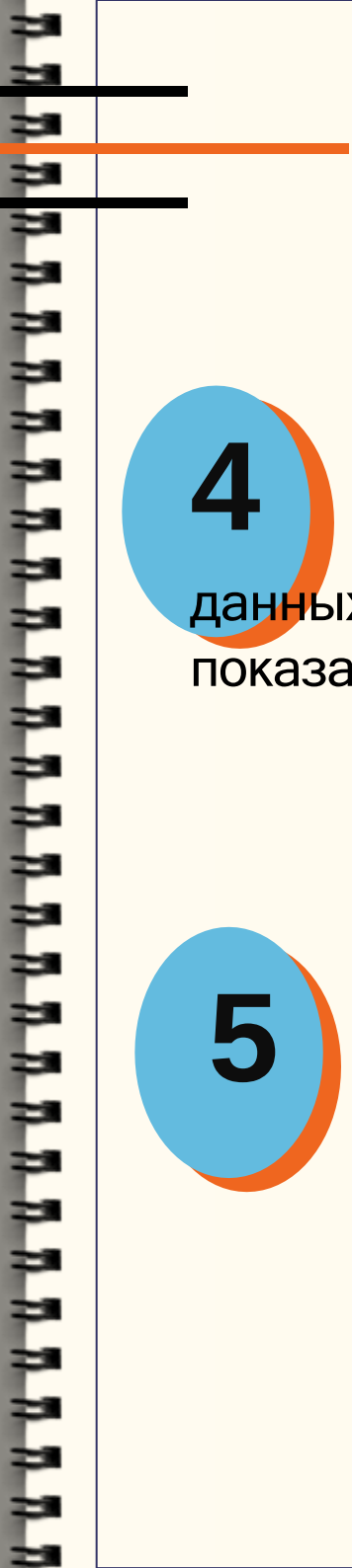
2

Поставить химический стакан с раствором щелочи на магнитную мешалку и закрепить датчик температуры в лапках штатива так, чтобы щуп был погружен в раствор. Аккуратно включить мешалку, так чтобы якорек не бился о стенки стакана и щуп датчика.

3

Подключить датчик к планшетному регистратору данных или компьютеру.





4

Прилить в химический стакан с помощью мерного цилиндра 50 мл 1М раствора HCl и проследить на экране регистратора данных за изменением температуры раствора. Зафиксировать показания регистратора данных.

5

Вынуть из стаканчика датчик, промыть дистиллированной водой и осушить фильтровальной бумагой.

Тема «Эндотермические реакции».

Приборы и материалы для проведения эксперимента

Цифровая лаборатория с датчиком температуры

Весы лабораторные, шпатель

3 г твердого NaHCO_3 , 50 мл 1М раствора HCl , вода дистиллированная

Цилиндры мерные на 50-100 мл, стакан химический объемом 100 мл

Штатив лабораторный с двумя лапками

Промывалка лабораторная, бумага фильтровальная

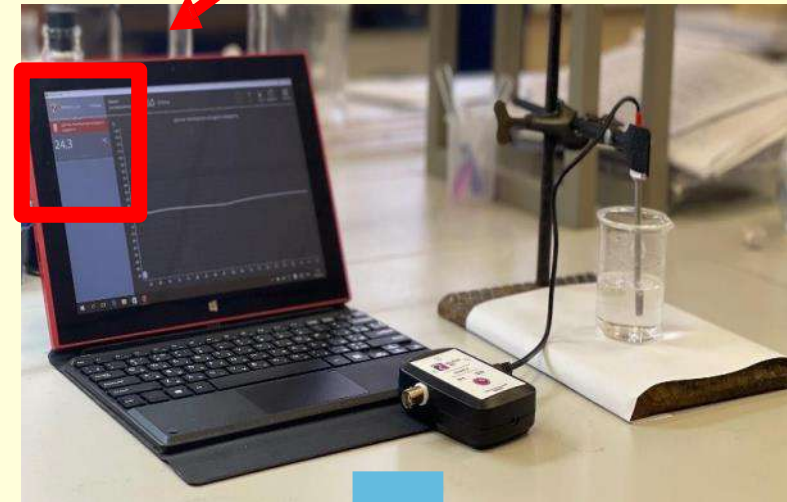


Методика проведения эксперимента с помощью цифровой лаборатории

24.3
°C

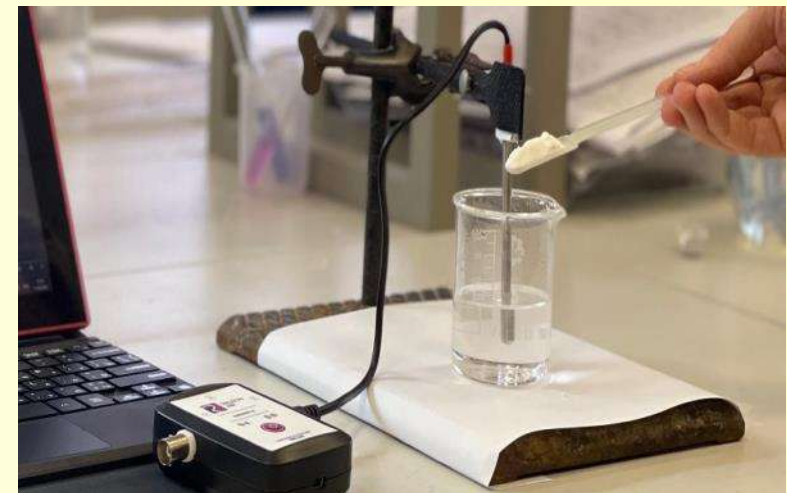
1

С помощью мерного цилиндра налить в химический стакан 50 мл 1M раствора HCL.



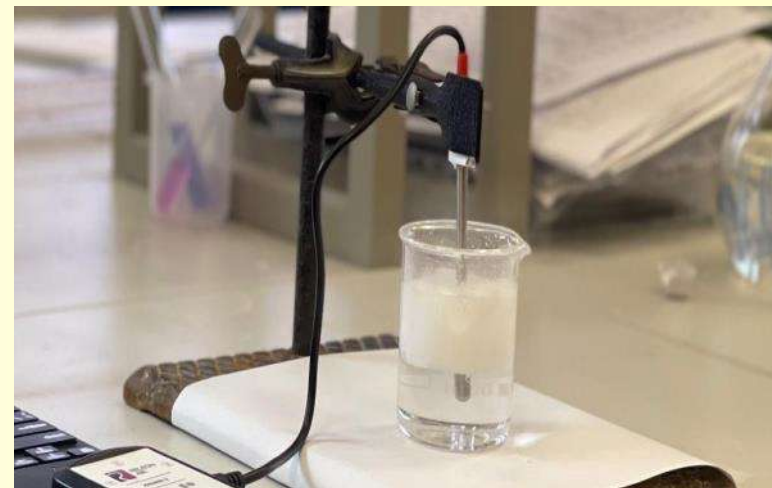
2

Опустить в химический стакан с раствором кислоты щуп датчика. Закрепить датчик температуры в лапке штатива так, чтобы щуп был погружен в раствор



3

Подключить датчик к планшетному регистратору данных или компьютеру. Запустить программу измерений.



4

Всыпать в химический стакан 3 г NaHCO_3 и проследить на экране регистратора данных за изменением температуры раствора.



5

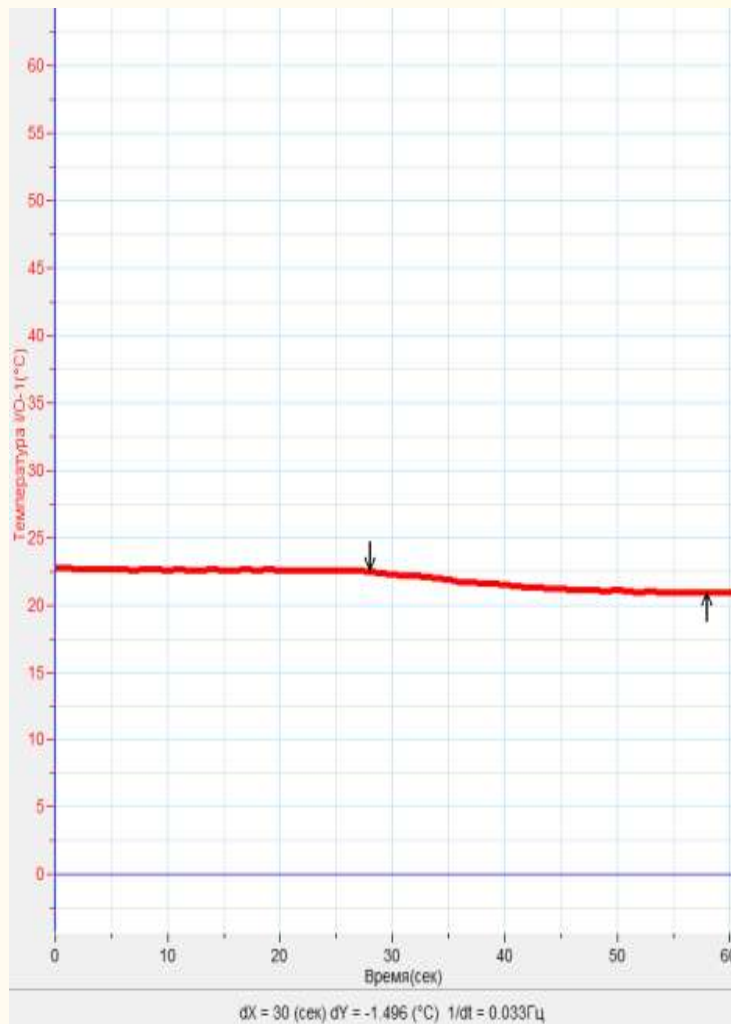
Вынуть датчик из стаканчика, промыть дистиллированной водой, осушить фильтровальной бумагой

21.4
°C

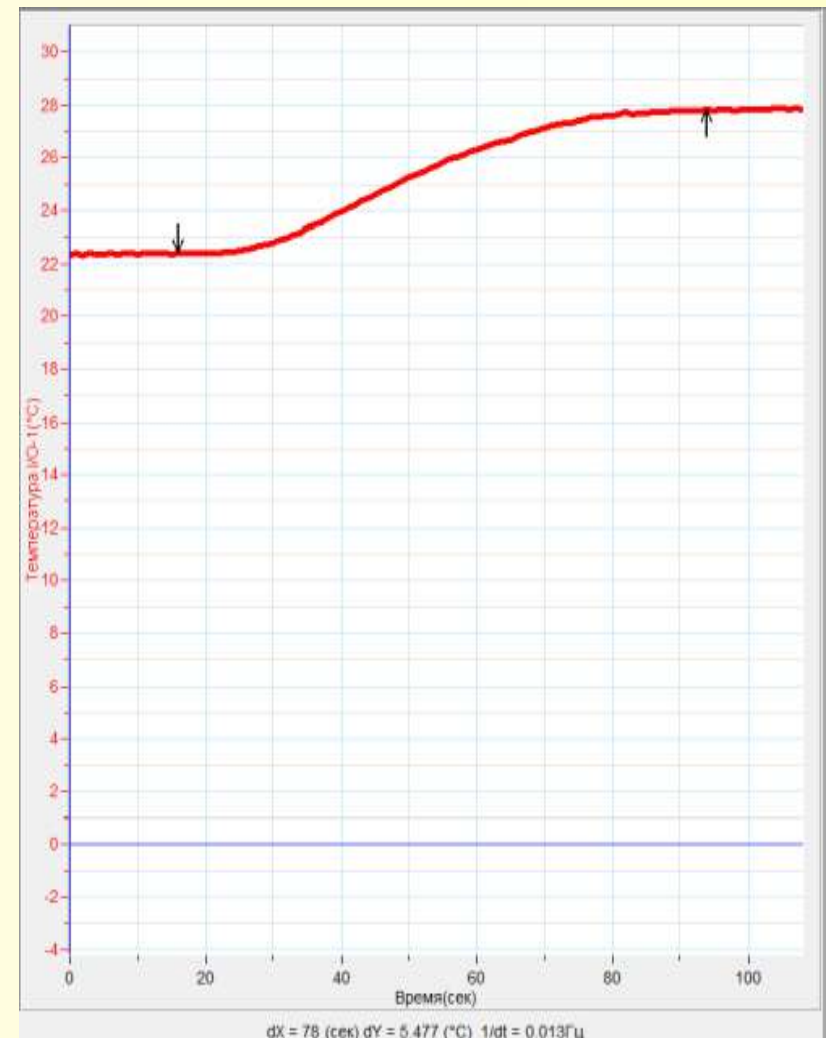


Тема «Растворение как физико-химический процесс. Растворы» (8 класс)

Растворение аммиачной селитры - температура снизилась



Растворение гидроксида натрия – температура повысилась



Тема «Растворимость солей»

Приборы и материалы для эксперимента

Цифровая лаборатория с датчиком температуры

Стакан химический на 50 мл, весы лабораторные

12-15 г кристаллического ацетата натрия ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), вода дистиллированная

Цилиндры мерные на 100 мл, пинцет

Штатив лабораторный с лапками

Плитка или спиртовка, магнитная мешалка



Тема «Растворимость солей, пересыщенные растворы»

1

Поместить в термостойкий стакан 12-15 г кристаллического ацетата натрия и прилить около 5 мл воды.



2

Аккуратно перемешивая, нагреть содержимое стакана на плитке или спиртовке до полного растворения вещества.



3

Снять стакан с плитки и охладить на воздухе, исключая попадания пыли или резкие потоки воздуха. Подключить датчик температуры к планшетному регистратору данных или компьютеру. Запустить программу измерений



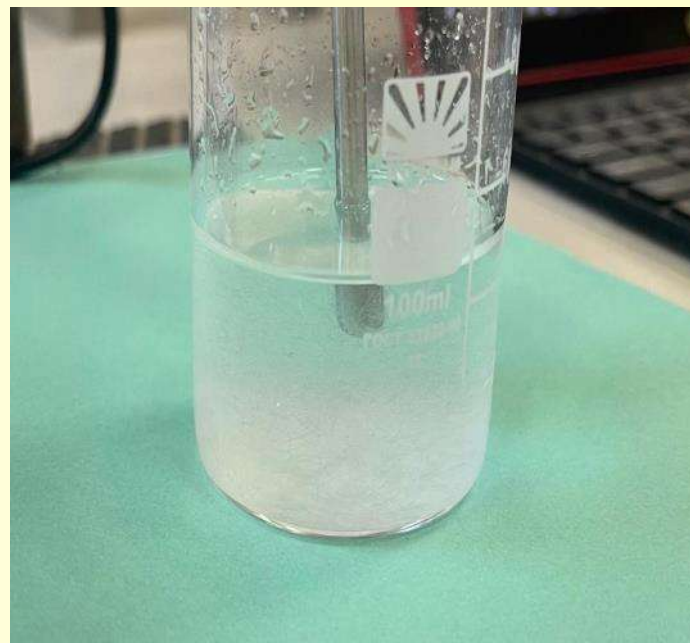
4

Осторожно внести щуп датчика температуры в раствор. Закрепить датчик в лапке держателя, дождаться полного охлаждения раствора до комнатной температуры. Опустить в стакан кристалл ацетата натрия.



5

Зафиксировать наблюдения.
Продолжать снятие показаний до тех пор, пока температура не выйдет на постоянное значение.



9 класс

Тема	Лабораторная работа	Применение цифровых лабораторий
Теория электролитической диссоциации	Электролиты и неэлектролиты	С помощью датчика электропроводности исследование электропроводности растворов неорганических и органических веществ
	Определение теплового эффекта при растворении веществ;	С помощью датчика температуры определить тепловой эффект, наблюдаемый при растворении разных солей в воде
	Определение электропроводности растворов сильных и слабых электролитов;	С помощью датчика электропроводности исследование электропроводности растворов неорганических растворов сильных и слабых электролитов;
	Определить удельную электропроводность растворов некоторых электролитов	С помощью датчика электропроводности определить электропроводность растворов некоторых электролитов

9 класс

Тема	Лабораторная работа	Применение цифровых лабораторий
Кислоты	«Определение среды раствора важнейших кислот»	С помощью датчика pH определить среду растворов различных кислот
	Изучение реакции нейтрализации	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH даёт возможность определить pH среды реакции нейтрализации
Гидролиз солей (изучение)	Определение pH среды растворов солей	С помощью датчика pH определить среду растворов солей различных по составу
Металлы. Жёсткость воды и способы её устранения	«Определение общей жесткости воды»	Цифровая лаборатория Releon с датчиком электропроводности позволяет измерить электропроводность воды; на основании результатов судят о её жесткости

Тема «Электролитическая диссоциация Электролиты и неэлектролиты (9 класс)»

Цель эксперимента:

*Определить
электропроводность
дистиллированной воды,
растворов сахара и соли.*

**Цифровой датчик
электропроводности**



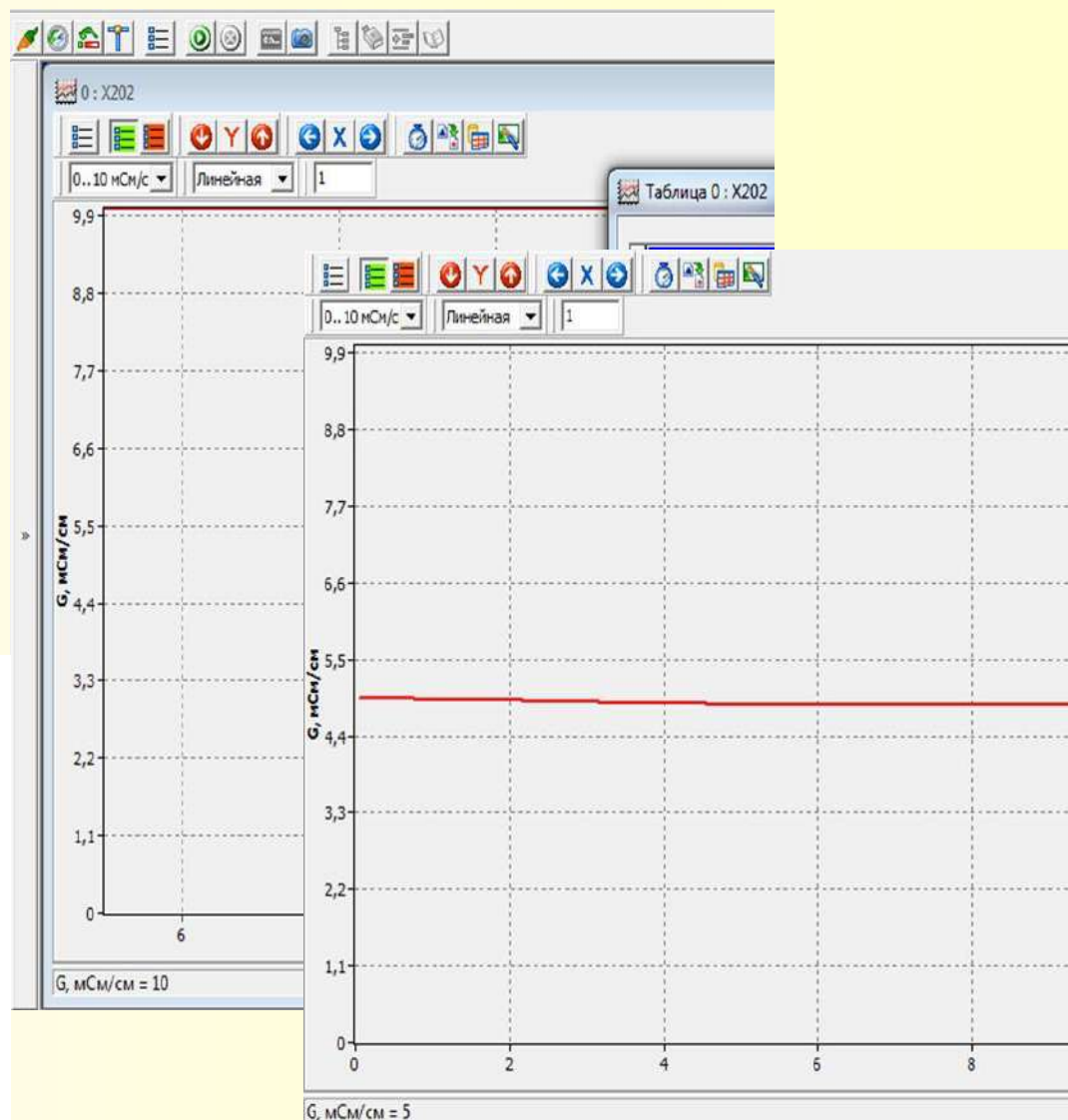
В процессе растворения соли можно наблюдать скачкообразное изменение электропроводности



Тема «Основные положения теории электролитической диссоциации» (9 класс)

Цель эксперимента:

Сравнить электропроводность раствора уксусной и серной кислоты, определить сильные и слабые электролиты.



«Электролиты и неэлектролиты»

№	Растворы веществ	Значение электропроводности, (мкСм/см)	Электролит или неэлектролит
1	$C_{12}H_{22}O_{11}$		
2	NaCl		
3	CH_3COOH		
4	$H_2O_{\text{дист.}}$		
5	$H_2O_{\text{пит.}}$		

Вывод:

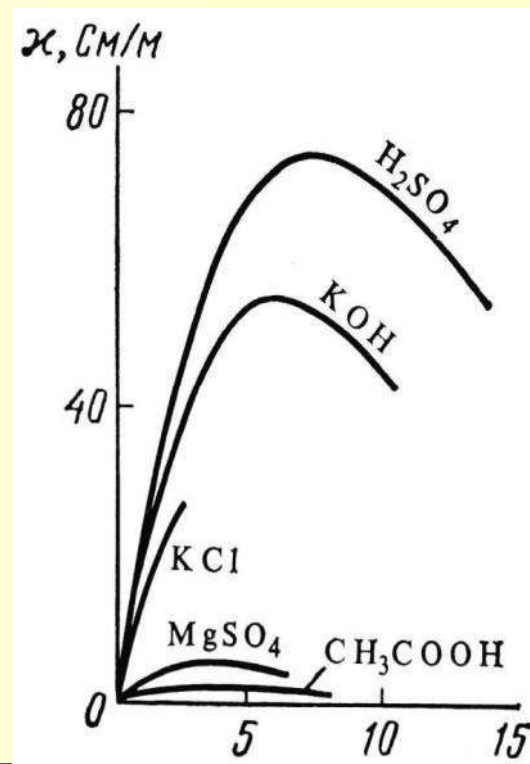
Если значение электропроводности больше 20 мкСм/см, то это электролит, меньше - неэлектролит.

Тема «Основные положения теории электролитической диссоциации» (9 класс)

Цель эксперимента:

- Определить зависимость электропроводности растворов сильных электролитов от их концентрации
- Определить удельную электропроводность растворов некоторых электролитов в зависимости от их концентрации при 18°C , $\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$

Концентрация раствора, %	KCl	NaOH	H ₂ SO ₄	NaCl
5	6,9	13,0	21,0	6,7
10	14,0	19,0	39,0	12,0
15	20,0	—	54,0	16,0



Тема «ВЛИЯНИЯ КАТАЛИЗАТОРА НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ» (9,11 класс)

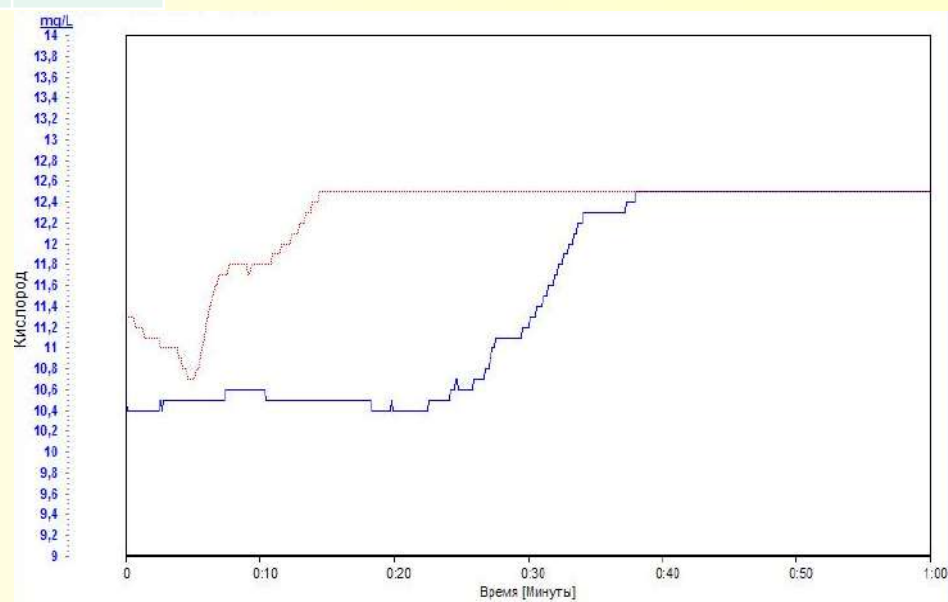
Цель эксперимента: определить влияние катализатора на скорость химической реакции.

Катализатор – это вещество, не расходующееся в процессе протекания реакции, но влияющее на ее скорость.



Влияние катализатора на содержание кислорода в растворе H_2O_2

Концентрация кислорода, %	Время, с					
	0	10	20	30	40	60
В растворе H_2O_2						
При добавлении FeCl_3						
При добавлении MnO_2						



Контрольные вопросы:

1. Рассчитайте скорость реакции для каждого из катализаторов и сравните во сколько раз скорость реакции с оксидом марганца (IV) выше, чем с хлоридом железа (III).
2. Где применяются каталитические реакции?
3. Какие вещества в природе и в живых организмах являются катализаторами?

Контрольные вопросы:

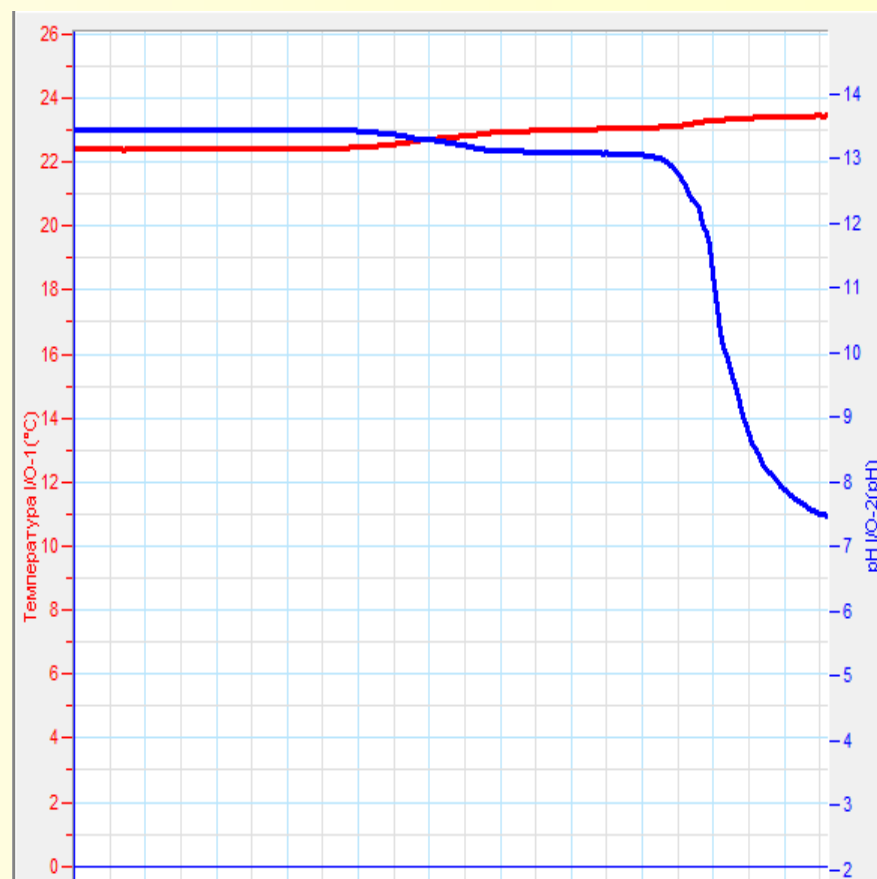
1. Объясните, почему свеча погасла.
2. Изучите график и определите количество кислорода в то время, когда свеча погасла.
3. Какие продукты образуются при горении свечи.
4. Какие средства тушения пожара нужно использовать в следующих случаях:
 - а) загорелась одежда на человеке;
 - б) воспламенился бензин;
 - в) возник пожар на складе лесоматериалов;
 - г) загорелась нефть на поверхности воды?



Тема «Реакции обмена. Реакция нейтрализации» (8,9 класс)

Цель эксперимента:
изучить зависимость температуры и pH среды в результате реакции нейтрализации

В процессе добавления кислоты к щелочи отмечается рост температуры (красный график) и снижение значения pH (синий график)



11 класс

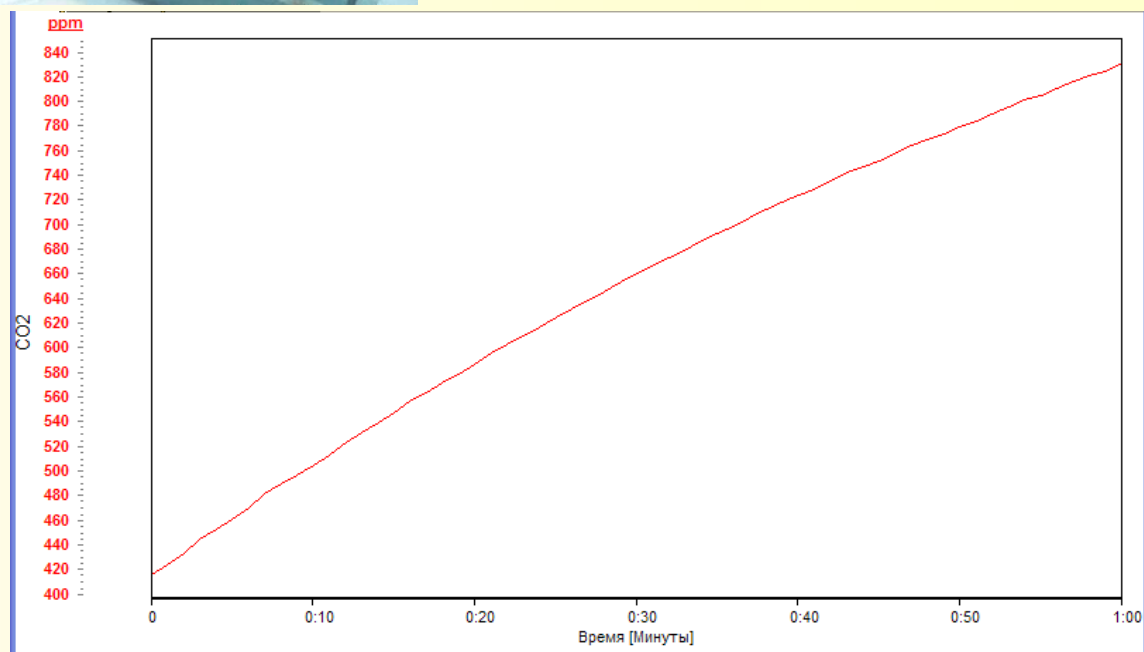
Тема	Лабораторная работа	Применение цифровых лабораторий
	«Определение оптической плотности»	Датчик оптической плотности (колориметр) измеряет количество пропускаемого света через исследуемый раствор на определенной длине волны
Гидролиз солей (повторение)	Определение pH среды растворов солей	С помощью датчика pH определить среду растворов солей различных по составу

Тема «ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ» (11 кл)

Цель эксперимента: : определить факторы, которые влияют на химический процесс горения.



Горение – это быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением значительного количества тепла и обычно ярким свечением (пламенем).



Тема «Гидролиз солей» (9, 11 класс)

- Цель эксперимента: *изучить зависимость pH раствора от температуры*
- $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{FeOHCl}_2 + \text{HCl}$

Вывод: При повышении температуры (красный график) происходит снижение pH (синий график).



Применение цифровых лабораторий в рамках внеурочной деятельности

1	Исследование свойств растворов воды	датчик электропроводности, рН-метр	Определение состава водопроводной, минеральной (разных видов), в сравнении с дистиллированной водой по содержанию растворённых солей, которые влияют на её свойства, в точности электропроводность и рН раствора.
2	Определение кислотности почвы	рН-метр	Определение кислотности почв относится к числу наиболее распространённых анализов в растениеводстве Существует множество методов анализа кислотности почв Наиболее простейший метод – определение рН солевой вытяжки В качестве солевой вытяжки используют 1М раствор хлорида калия. По степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке, почвы делятся на разные типы
3	Природные индикаторы	рН-метр	Определение рН растворов соков различных растений, и изменение их свойств в зависимости от среды исследуемых продуктов питания.
4	Изучение рН среды различных сортов моющих средств	рН-метр	Определение рН растворов, разных моющих средств и на основе результатов исследования, вывести более благоприятные для использования человеком сорта моющих средств.

Опыт «Измерение pH напитков»



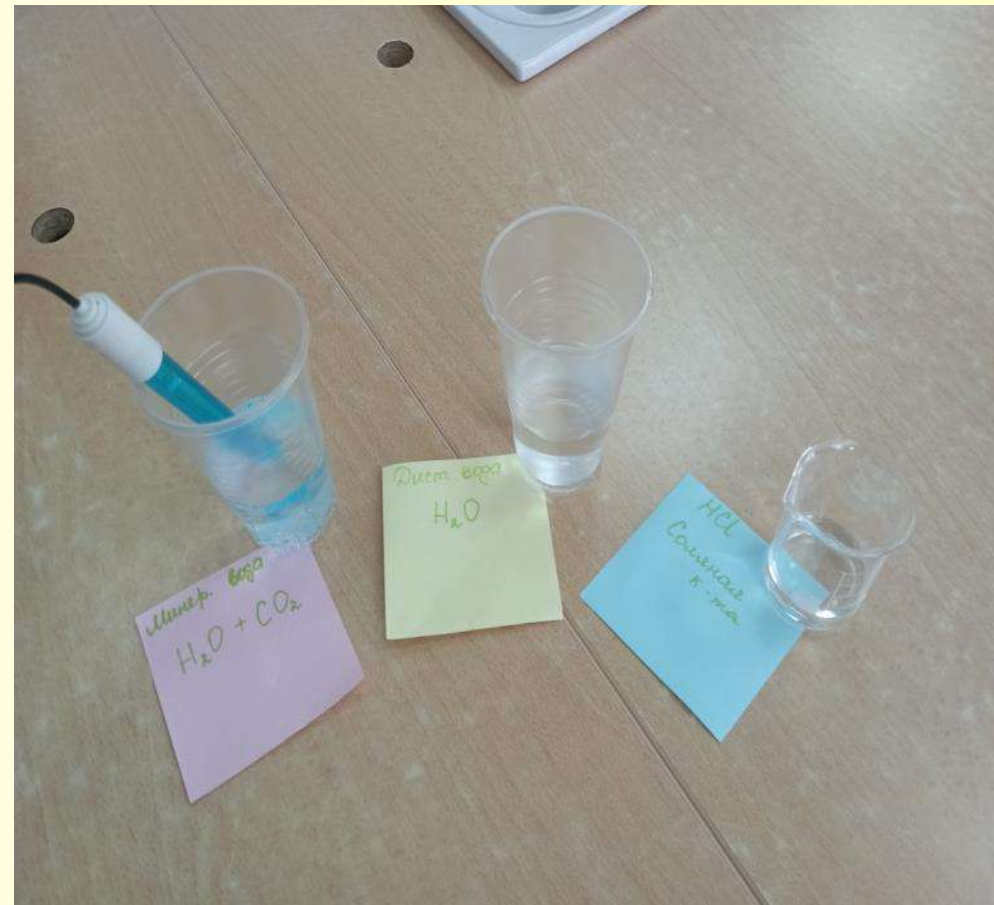
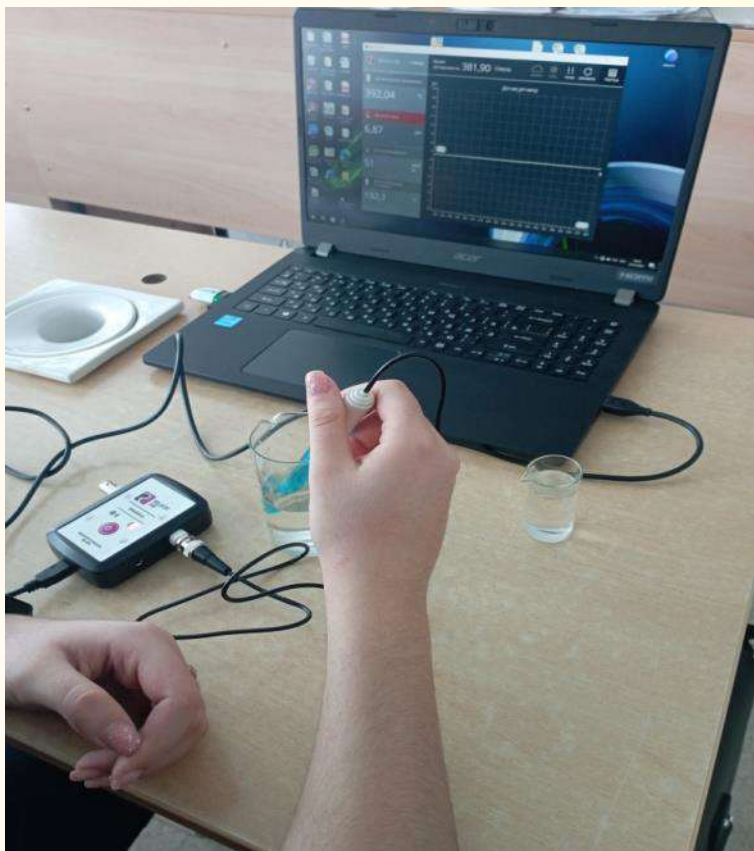
Цель:
*определить pH раствора
различных напитков:
соков, газировок*



Исследование минеральной воды

Задача.

Определить pH и электропроводность образца минеральной воды в сравнении с дистиллированной и 10% раствором HCl с целью определения её кислотности и проводимости.

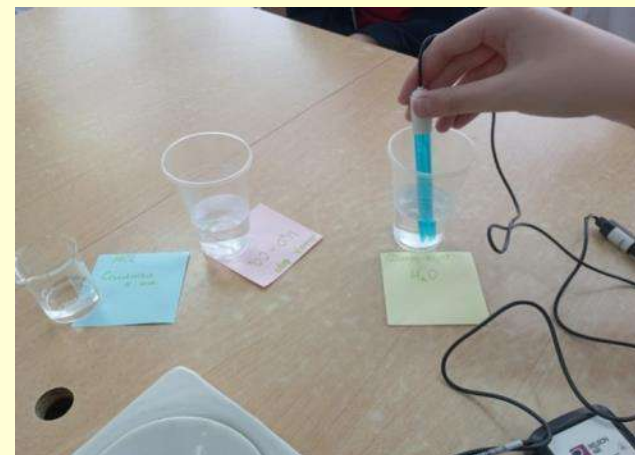


Исследование минеральной воды

- Запишите результаты в отчётную таблицу.
- Поднимите щуп вместе с лапкой. Ополосните щуп в стакане с водой и промойте его с помощью промывалки.
- Повторите пп. 3—7 с оставшимися растворами.
- По окончании работы оботрите щуп насухо.

4. Отчетная таблица

Название исследуемого раствора	Значение pH	Проводимость, мСм/см	Вывод
Минеральная вода	5	2	слабо-кислая, слаб. электролит
Дистиллированная вода	7	0,1	нейтральная, слабый электролит
10% раствор HCL	1	630000	Кислотная, электролит



Кислотность напитков

2. Задача.

Определить кислотность наиболее распространённых напитков (соки, газированная вода, квас, минеральная вода) и, используя полученные данные, предположить обосновать их воздействие на органы пищеварения.

3. Выполнение работы

- Подготовьте исследуемые растворы.
- Подключите датчик к ноутбуку. Если всё сделано правильно, датчик определится автоматически, и на экране устройства вы увидите его показания (левая панель экрана)
- Закрепите щуп датчика в лапке штатива так, чтобы под щупом оставалось место для стакана.
- Возьмите химический стакан с раствором исследуемого вещества
- Ослабьте зажим муфты и опустите лапку так, чтобы конец датчика полностью оказался в растворе. Возьмите стакан пальцами и, аккуратно его покачивая, перемешайте жидкость, содержащуюся в нём.

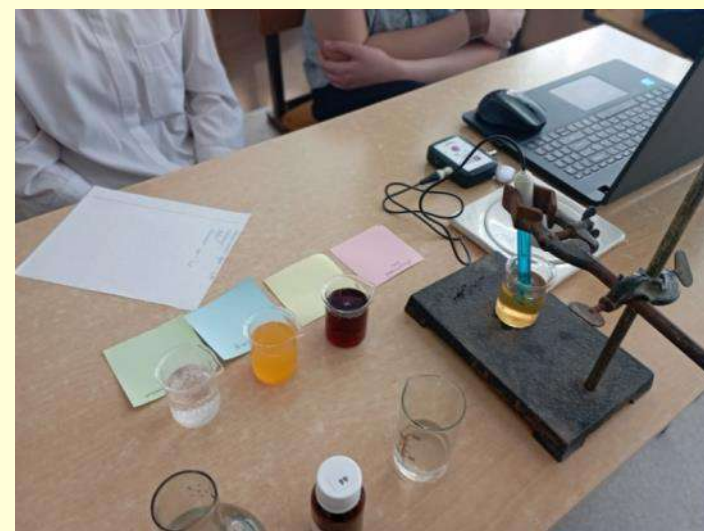


Кислотность напитков

- Запустите процесс измерения, нажав кнопку пуск.
- Наблюдайте показания датчика. Закончите эксперимент нажатием кнопки справа от кнопки пуск.
- Поднимите щуп вместе с лапкой. Ополосните щуп в стакане с водой и промойте его с помощью промывалки.
- Повторите пп. 3—8 с оставшимися растворами.
- По окончании работы оботрите щуп насухо.
- Сделайте вывод.

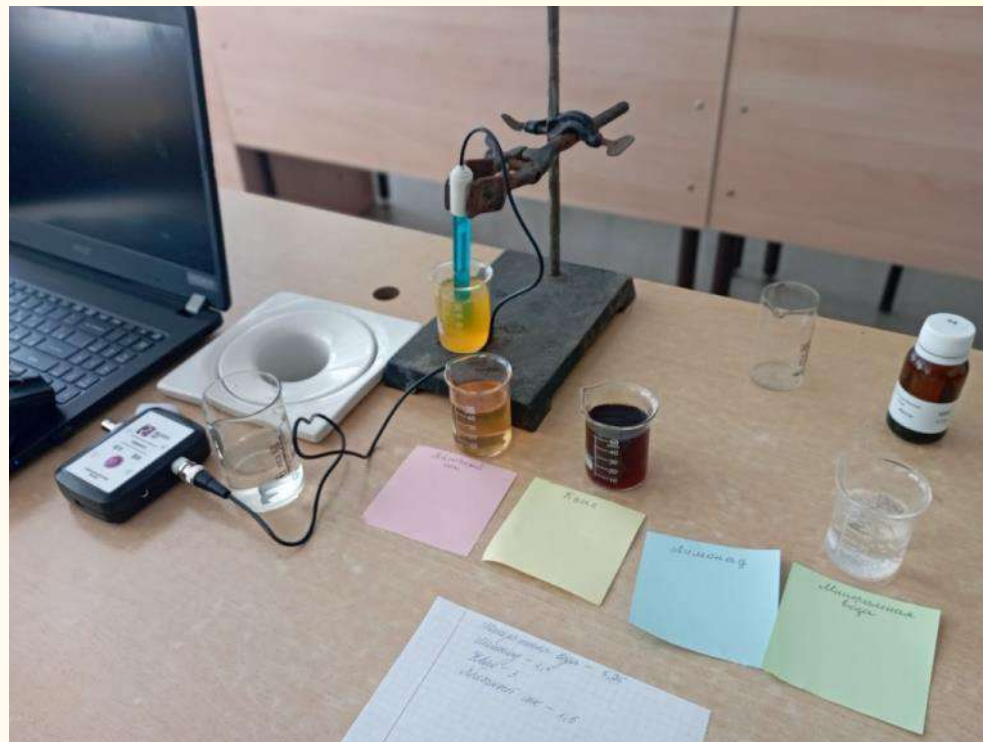
4. Отчётная таблица.

Напитки	Значение pH	Воздействие на органы пищеварения
Квас	3	не рекомендуется пить людям с гастритом
Яблочный сок	2,6	не рекомендуется пить людям с гастритом

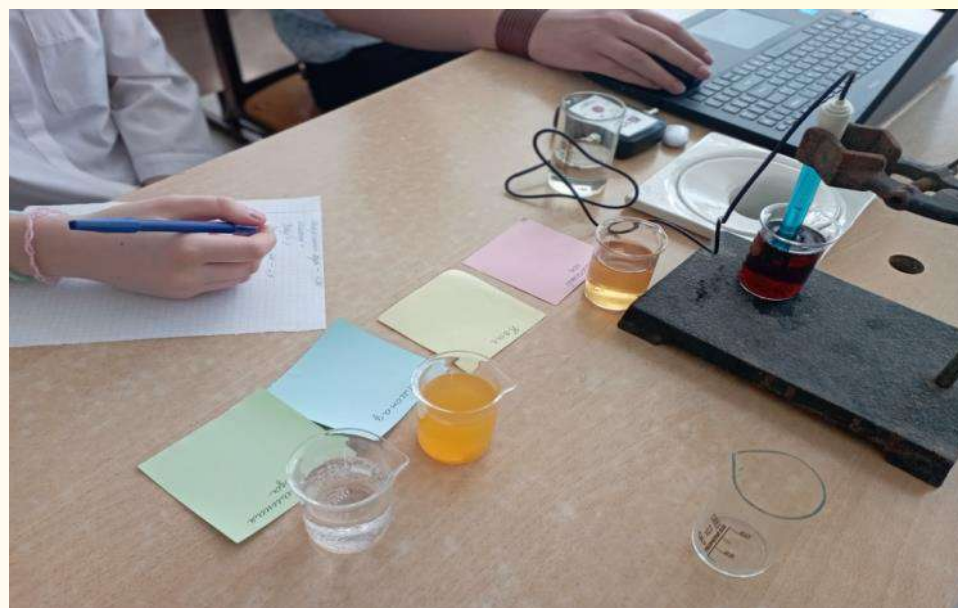


Измерение кислотности напитков

Название напитка	Значение pH	Выводы по ЖКТ
Квас	3	Не рекомендуется пить людям с гастритом
Яблочный сок	2,6	Не рекомендуется пить людям с гастритом
Минеральная вода	8,5	Не рекомендуется пить людям с гастритом



Б



Название работ с цифровой лабораторией

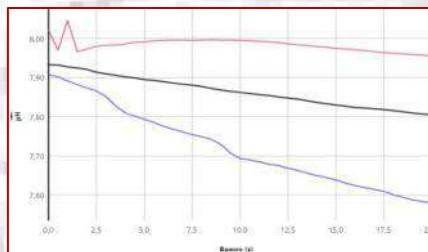
8 класс

1. Минеральная вода.
2. Понятие об индикаторах.
3. Уксусная кислота.
4. Пищевая сода.
5. Чай.
6. Напитки, которые мы пьём.
7. Аспирин.
8. Крахмал.
9. Глюкоза.
10. Мыло.

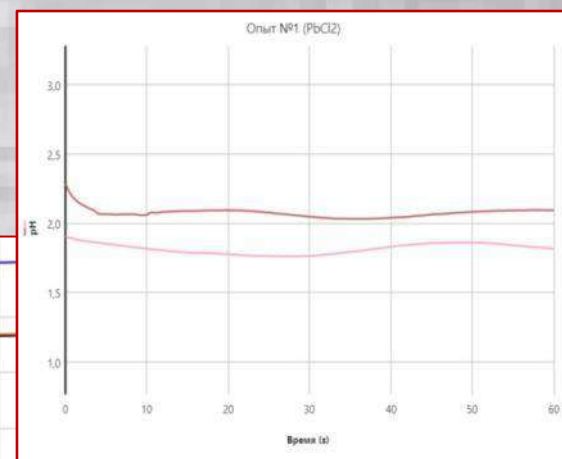
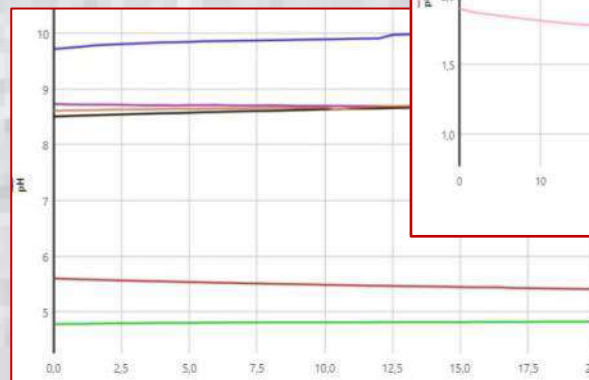
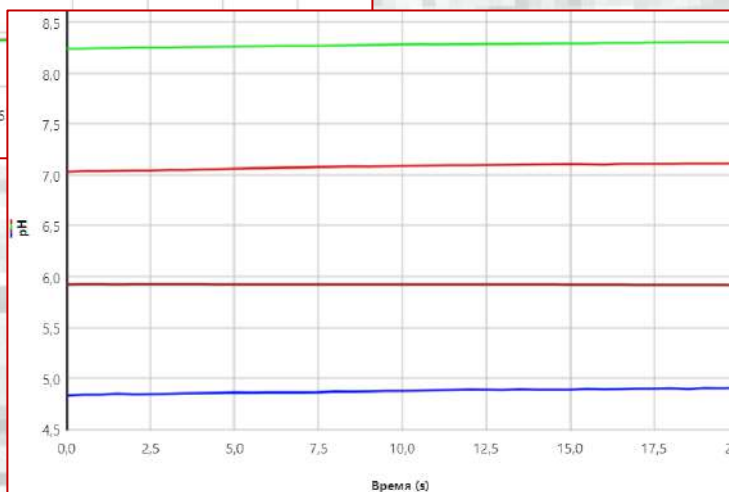
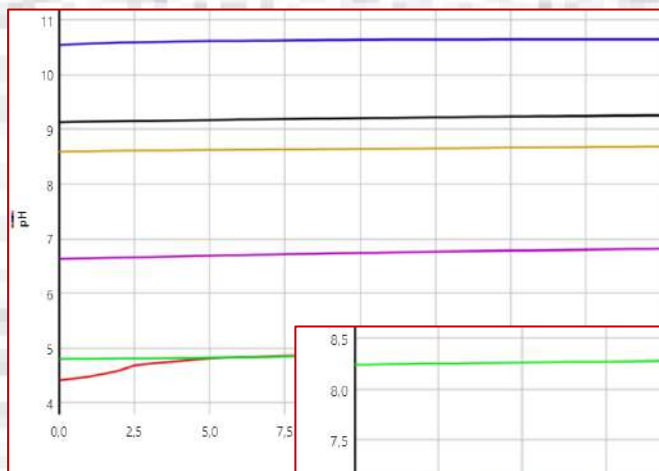


Использование цифрового оборудования при выполнении научно- исследовательских проектов

«Щёлоч -
натуральное
моющее
средство»



Влияние pH среды
на скорость
адсорбции
активированным
углем ионов
тяжёлых металлов.



«Исследование pH растворов моющих средств».

Для его проведения используется измерительный датчик pH цифровой лаборатории Releон, химические стаканы на 50 мл, растворы различных моющих средств (стиральные порошки в виде гелей, моющие средства для мытья посуды, кафеля, сантехники), промывалки с дистиллированной водой, кристаллизатор.

- Моющие средства наливаются в отдельные стаканчики.
- Датчик pH промывается дистиллированной водой и просушивается фильтровальной бумагой. Далее он подключается к ноутбуку с установленной специальной программой.
- Затем датчик pH поочередно опускается в исследуемые растворы моющих средств.
- После опускания в раствор фиксируется установившееся значение pH, датчик промывается дистиллированной водой и просушивается фильтровальной бумагой.
- Далее исследуется следующий раствор.
- По окончании эксперимента результаты вносят в сравнительную таблицу и делают соответствующие выводы о влиянии pH моющих средств на здоровье человека.

Проект «Изучение эффективности использования яичной скорлупы для известкования кислой почвы»



Цель:

изучить влияние на pH почвы соединений кальция, содержащихся в яичной скорлупе

Цифровой датчик pH

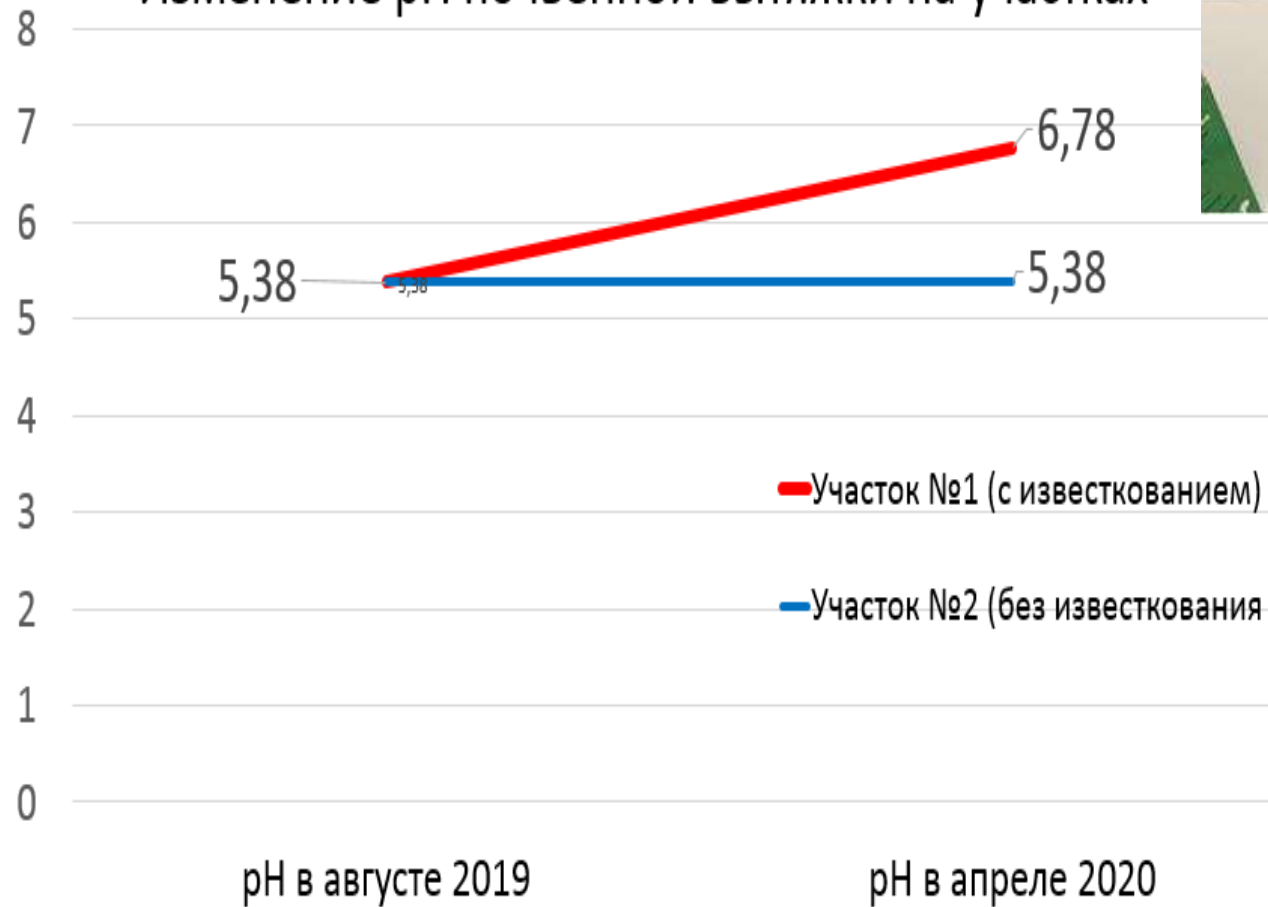


Приготовление солевой почвенной вытяжки



• Текст слайда

Изменение pH почвенной вытяжки на участках



УУД

Использование цифровых лабораторий во внеурочной деятельности по химии:

- позволяет поднять на новый уровень химический эксперимент в общеобразовательных школах; способствует значительному поднятию интереса к предмету; позволяет учащимся работать самостоятельно;
- способствует успешному проведению измерений в природных, полевых условиях;
- даёт опыт работы с интересной и современной техникой, компьютерными программами;
- способствует внедрению цифровых технологий в область традиционных экспериментов и исследовательской работы



Цифровые лаборатории

- **позволяют качественно изменить процесс обучения химии.**
- **количественные эксперименты позволят получать достоверную информацию о протекании тех или иных химических процессах, о свойствах веществ.**
- **на основе полученных экспериментальных данных учащиеся смогут самостоятельно делать выводы, обобщать результаты, выявлять закономерности, что однозначно будет способствовать повышению мотивации обучения школьников.**

Выводы

- Цифровые лаборатории позволяют поднять на новый уровень химический эксперимент в общеобразовательных школах;
- Применение концепции проблемного обучения в дополнение к использованию цифровых лабораторий позволяет приблизить химический эксперимент к реальному пути поиска научного знания.

Источники:

- Зими́на А.И. Методика эффективного использования цифровых лабораторий на уроках химии в общеобразовательной школе. 2012.
- С.В. Вискребенцева, учитель химии и биологии МБОУ СОШ №1, ст. Крыловская, МО Крыловский район, Краснодарский край «Использование цифровых лабораторий на уроках химии и во внеурочное время»
- Методическое руководство для учащихся при использовании цифровой лаборатории / <https://infourok.ru/metodicheskoe-rukovodstvo-dlya-uchashihsya-pri-rabote-s-cifrovoj-laboratoriej-4454791.html>
- Использование цифровых лабораторий на уроках физики и химии // Учебно-методическое пособие / Авторы: Кунаш М.А., Телебина О.А. – Мурманск: ГАУДПО МО «Институт развития образования», 2015. - 66 с.
- Апухтина Н.В., Федорова Ю.В., Панфилова А.Ю. Цифровые естественнонаучные лаборатории на уроках химии. ИТО-2007

- Енюшкина Е.А. Организация проектной деятельности учащихся с использованием цифровой лаборатории «Архимед». Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. №3(3). 2011
- Зюзькевич Н.Г. Использование цифровой лаборатории «Архимед» в исследовательских работах по химии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tsifrovoy-laboratorii-arhimed-v-issledovatelских-rabotah-po-himii/viewer> (дата обращения: 30.01.2021)
- Клок Г.Д. Мастер класс «Использование цифровых лабораторий на уроках и во внеурочной деятельности» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/khimiya/library/2017/10/25/master-klass-ispolzovanie-tsifrovyh-laboratoriy-na-urokah-i-vo> (дата обращения: 30.01.2021)
- Минаков Д.В. Использование цифровой лаборатории «Архимед» в образовательном процессе школы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/534732/> (дата обращения: 29.01.2021)
- Протасов Т.Н. Использование цифровой лаборатории «Архимед» в учебной и исследовательской деятельности учащихся [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/11631> (дата обращения: 29.01.2021)
- Цифровая лаборатория в проектной деятельности по химии (Жилин Д.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nau-ra.ru/mmso-2020/preschool/proektnaya-deyatelnost-v-sredney-shkole/chemistry/> (дата обращения: 9.02.2021)

Спасибо за внимание!