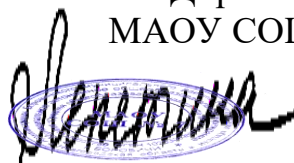


Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 7»

РАССМОТРЕНО
на ШМО
Протокол № 1
«30» августа 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор
МАОУ СОШ №7



Н.В. Лепетина

«30» августа 2023 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа естественнонаучной направленности
«Занимательная органическая химия»**

Направление: естественно-научное
Возраст: 15-17 лет (10 кл)

Срок реализации: 1 год

г.Боровичи
Новгородской области
2023

Программа курса дополнительного образования «Занимательная органическая химия»

Курс дополнительного образования «Занимательная органическая химия» способствует развитию представлений о химизме процессов в природе и технике, более глубокому изучению количественной стороны химических процессов. В наше время происходит усиление химизации большинства сфер жизни человека, но успехи органической химии используются без осознания необходимости грамотного применения веществ и материалов. Изучение курса поможет учащимся раскрыть свойства широкого спектра веществ и материалов в связи с их использованием.

Данный курс поможет преодолеть и проблемы, связанные с решением задач, входящих в задания ЕГЭ. Подготовка к экзамену без посторонней помощи достаточно сложна, особую трудность составляет решение задач, недостаточно рассмотренных в базовом курсе, но входящих в часть С ЕГЭ.

Программа курса строится на знаниях, полученных в курсе 8-9 класса, и служит для существенного углубления и расширения знаний по химии, необходимых для конкретизации основных вопросов органической химии и для общего развития учеников.

Подготовленность учащихся может быть разного уровня, поэтому можно варьировать вид деятельности и типы задач.

Курс предназначен для учеников 10-х классов, которые сделали выбор соответствующего направления в обучении и проявляют интерес к химии и рассчитан на 72 часа (2 часа в неделю). Введение данного курса предусматривает расширение базового курса по органической химии.

Цель курса: расширение знаний учащихся; совершенствование техники химического эксперимента; формирование необходимых умений и навыков для решения расчетных задач разной сложности; закрепление, систематизация и углубление знаний по органической химии путем решения задач повышенной сложности; развитие интереса к изучению органической химии.

Задачи курса:

- формирование интеллектуальных и практических умений в области химического эксперимента, позволяющих правильно использовать вещества в повседневной жизни;
- формирование умений планировать эксперимент, описывать результаты, делать выводы;
- развитие творческих способностей, умения работать в группе, вести дискуссию, отстаивать свою точку зрения;
- развитие навыков работы с дополнительной литературой;
- совершенствование знания о типах расчетных задач и способах их решения;
- конкретизация знаний по отдельным темам курса органической химии;

- развитие навыков самостоятельной работы;
- развитие умений логически мыслить, устанавливать связи с другими предметами.

Данный курс позволяет осуществить индивидуальный подход, увеличить самостоятельность учащихся в познавательной и практической деятельности.

Критерии успешности.

Ученик получает зачет при условии:

- Выполнения не менее 3 обязательных работ, представленных в установленный срок.

Дополнительные баллы выставляются за любое из названных условий:

- инициативно качественное выполнение задания помимо обязательных, использование Интернет-технологии;
- инициативную публичную презентацию своей работы в школе или за ее пределами.

Формы контроля: защита и обсуждение результатов исследования; устные сообщения учащихся с последующей дискуссией; отчет, презентация.

Итоговая конференция с сопутствующей выставкой работ учащихся.

Методы и организационные формы обучения.

- дискуссионные беседы;
- практические занятия (фронтальные, индивидуальные и групповые);
- домашний эксперимент;
- индивидуальная работа над компьютерной презентацией.

По окончании курса учащиеся должны знать:

- классификацию органических соединений;
- общие химические свойства гомологических рядов в зависимости от строения;
- практическое значение отдельных представителей широко используемых в повседневной жизни, их составе, свойствах, способах применения;
- способы безопасного обращения с горючими и токсичными веществами.

Должны уметь:

- устанавливать структурно-логические связи между всеми классами органических веществ;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни;
- составлять уравнения реакций разных типов;
- соблюдать экологические требования в практической деятельности и повседневной жизни;
- проводить самостоятельный поиск необходимой информации.

Программа реализуется при использовании традиционных и элементов других современных педагогических технологий, включая компьютерные технологии.

В качестве основных форм проведения занятий предполагается проведение лекций, семинаров, организации коллективных способов обучения, метод проектов. В ходе изучения темы теоретические вопросы контролируются тестированием; решение расчетных задач - контрольной работой; практическая и учебно-исследовательская деятельность с использованием справочников, энциклопедий, электронных библиотек, дополнительной литературы в виде защиты проекта по одной из тем.

Содержание курса.

Тема 1. Введение в органическую химию.

Органическая химия - наука и учебный предмет. Имена ученых, внесших вклад в развитие органической химии. Основные положения теории строения органических соединений. Химическое строение как порядок соединения и взаимного влияния атомов в молекулах. Свойство атомов углерода образовывать прямые, разветвленные и замкнутые цепи, ординарные и кратные связи. Гомология, изомерия, функциональные группы в органических соединениях. Зависимость свойств веществ от химического строения. Классификация органических соединений. Основные направления развития теории химического строения.

Практическая работа № 1 Моделирование молекул органических соединений.

Практическая работа № 2 Определение элементарного состава органических соединений (углерода, водорода, азота, галогенов).

Практическая работа № 3. Взаимное влияние атомов в молекуле.

Тема 2. Химия углеводов

Природные источники углеводов. Нефть, ее состав и свойства, использование в народном хозяйстве. Продукты фракционной перегонки нефти. Охрана окружающей среды при нефтепереработке и транспортировке нефтепродуктов. Топливо. Теплота сгорания топлива. Полиэтилен. Каучук как природный полимер, его строение, свойства, Проблема синтеза каучука и ее решение.

Практическая работа № 4. Разделение смесей путем перегонки.

Практическая работа №5. Нефть и окружающая среда

Практическая работа №6. Определение теплоты сгорания топлива.

Практическая работа №7. Деполимеризация полиэтилена.

Практическая работа №8. Каучук: получение, свойства, применение

Тема 3. Кислородосодержащие органические соединения

Спирты.

Практическая работа №9 Окисление спиртов. Спирты понижают температуру замерзания

Практическая работа №10 Исследование пробы воздуха на алкоголь.

Практическая работа №11 Углеводы.

Практическая работа №12 Получение свекловичного сахара.

Практическая работа №13 Крахмальный завод на дому.

Практическая работа №14 Экспериментальное решение задач по теме «Углеводы».

Домашний эксперимент. Выделение крахмала из муки и его обнаружение.

Распознавание сливочного масла и маргарина. Обнаружение глюкозы в ягодах и плодах. Электролитическое обнаружение крахмала в незрелых фруктах

Тема 4. Основа жизни.

Практическая работа №15 Аминокислоты.

Практическая работа №16 Обратимая и необратимая денатурация белка.

Практическая работа №17 Алкалоиды и дубильные вещества

Практическая работа №18 Опыты с чайным листом.

Тема 6. Подведем итоги

Музей одной картины.

Портрет одного героя. Жиры.

Волшебники СМС

Обнаружение витаминов в пищевых продуктах.

Конкурс сообщений «Самое - самое... вещество» (интересное, важное, распространенное, необходимое и т.д.) Ученическая конференция .

Тема 7. Решение задач по органической химии повышенного уровня сложности

Учебно-тематический план.

№ п/п	Дата	Название темы занятия	Количество часов				Образовательный продукт
			всего	теория	практика	семинар	
1.		Органическая химия – это увлекательно. Дополнительные штрихи к важнейшим открытиям.	1			1	Аукцион
2.		Эти органические молекулы. Состав один свойства разные?	1	1			
3.		<i>Практическая работа № 1</i> Моделирование молекул органических соединений.	1		1		Модели молекул органических веществ
4.		Элементарный анализ органических веществ.	1			1	Сообщения.
5.		<i>Практическая работа № 1</i> Определение элементарного состава органических соединений (углерода, водорода).	1		1		Отчеты.
6.		<i>Практическая работа № 1</i> Определение элементарного состава органических соединений (азота, галогенов).	1		1		Отчеты.
7.		Взаимное влияние атомов в молекуле.	1			1	Сообщения.
8.		<i>Практическая работа № 3.</i> Взаимное влияние атомов в молекуле.	1		1		Отчеты
9.		Нефть.	1	1			
10.		<i>Практическая работа №4.</i> Нефть и окружающая среда	1		1		Отчеты.
11.		<i>Практическая работа №4.</i> Нефть и окружающая среда	1		1		Отчеты.
12.		Природные источники углеводородов.	1			1	Сообщения.
13.		Теплота сгорания топлива.	1			1	Сообщения.
14.		<i>Практическая работа №5</i> Определение теплоты сгорания топлива.	1		1		Отчеты.
15.		Крекинг нефти.	1			1	Реферат «Альтернативные источники энергии»

16.	<i>Практическая работа № 6.</i> Крекинг смазочных масел.	1		1		Отчеты.
17.	<i>Практическая работа №7.</i> Деполимеризация полиэтилена.	1		1		Отчеты.
18.	Каучук. История открытия.	1	1			Сообщения.
19.	Изучение свойств резины и каучука	1			1	Сообщения.
20.	<i>Практическая работа №8.</i> Каучук: получение, свойства, применение	1		1		Отчеты
21.	Спирты. <i>Практическая работа №9</i> Окисление спиртов. .	1		1		Отчеты
22.	<i>Практическая работа №10</i> Исследование пробы воздуха на алкоголь.	1		1		Отчеты
	<i>Практическая работа №11</i> Спирты понижают температуру замерзания					
23.	Углеводы.	1			1	Сообщения.
24-25 27-28	<i>Практическая работа №11</i> Получение свекловичного сахара.	4		2		Отчеты.
	<i>Практическая работа №13</i> Крахмальный завод на дому.					
				2		
29	<i>Практическая работа №14</i> Экспериментальное решение задач по теме «Углеводы».	1		1		Отчеты.
30	Основа жизни.	1	1			Сообщения.
31-32	<i>Практическая работа №15</i> Аминокислоты.			1		Отчеты.
	<i>Практическая работа №16</i> Обратимая и необратимая денатурация белка.	2		1		
33-34	<i>Практическая работа №17</i> Анализ пищевых продуктов.	2		2		Отчеты.
35	<i>Домашний эксперимент.</i> Выделение крахмала из муки и его обнаружение. Распознавание сливочного масла и маргарина. Обнаружение глюкозы в ягодах и плодах	1			1	Сообщения.
36	Алкалоиды и дубильные вещества					
	<i>Практическая работа №18</i>	1		1		Отчеты.

						Сообщения.
		Опыты с чайным листом.				
37		Музей одной картины.	1	1		Творческая работа.
38		Портрет одного героя.	1		1	Творческая работа.
		Жиры.				
39		Волшебники СМС	1		1	Творческая работа.
40		Обнаружение витаминов в пищевых продуктах.	1			1 Творческая работа.
41		Нахождение молекулярной формулы вещества по известному элементарному составу	1		1	
42		Нахождение молекулярной формулы вещества по продуктам сгорания	1		1	
43		Нахождение молекулярной формулы вещества по известной общей формуле и массовой доле одного из элементов	1		1	
44		Нахождение молекулярной формулы вещества по его реакционной способности	1		1	
45		Расчеты по химическим уравнениям.	1		1	
46		Задачи на смеси веществ	1		1	
47		Определение состава продукта реакции	1		1	
48		Нахождение массовой доли одного из продуктов реакции в растворе по уравнению реакции	1		1	
49		Нахождение массы одного из исходных веществ по уравнению реакции	1		1	
50		Задачи по теме «Алканы»	1		1	
51		Решение задач по теме «Алкены»	1		1	
52		Решение задач по теме «Алкены»	1		1	
53		Решение задач по теме «Алкины»	1		1	
54		Решение задач по теме «Алкадиены»	1		1	
55		Решение задач по теме «Циклоалканы»	1		1	
56		Решение задач по теме «Ароматические углеводороды»	1		1	
57		Задачи на тему «Углеводороды»	1		1	
58		Решение задач по теме «Спирты»	1		1	

59	Решение задач по теме «Фенолы»	1		1		
60	Решение задач по теме «Альдегиды»	1		1		
61	Решение задач по теме «Карбоновые кислоты»	1		1		
62	Решение задач по теме «Карбоновые кислоты»	1		1		
63-64	Решение задач по теме «Сложные эфиры»	2		2		
65	Решение задач по теме «Углеводы»	1		1		
66	Задачи на тему «Кислородсодержащие органические соединения»	1		1		
67	Решение задач по теме «Амины»	1		1		
68	Решение задач по теме «Амины»	1		1		
69	Решение задач по теме «Аминокислоты. Белки»	1		1		
70-71	Задачи на тему «Азотсодержащие органические соединения»	2		2		
72	Итоговое занятие	1	1			

Урок 1

Органическая химия – это увлекательно.

Дополнительные штрихи к важнейшим открытиям.

Цель: познакомить учащихся с основными историческими фактами в развитии органической химии, показать значение органической химии в познании природы и в повседневной жизни.

Ход урока.

1. **Актуализация знаний.**

Работы ученых, доказывающие единство органических и неорганических веществ. Факты, биографии.

2. **Аукцион «Органические вещества в нашем доме».**

Химия вездесуща! Мир химических соединений окружает нас с самого рождения. Теперь мы знаем, что химические соединения делятся на органические и неорганические. Оглянитесь и приведите примеры органических соединений в нашем окружении.

Начинаем аукцион... Кухня(Ванная, Парикмахерская, Аптека, Гараж, Огород).

Учащиеся называют соединения и получают купоны, на которых сообщения.

Сообщения.

Мыло. Мишель Эжен Шеврёль, работая по просьбе владельцев текстильной фабрики, в результате многочисленных анализов установил, что мыло – это натриевая соль высшей жирной кислоты.

Сахар. О содержании сахара(сахарозы) в свекловичном соке знали еще в 1747 г. Это установил немецкий химик А. Маргграф, но только в 1800 г. Был разработан способ выделения сахара из этого сока. Первый завод по производству свекловичного сахара был построен в России в 1801 г. В Тульской губернии.

Жиры. Сергей Александрович Фокин долгое время занимался изучением жиров. В 1901 – 1903 гг. ему удалось превратить жидкие масла в твердые жиры. Первая установка по гидрированию жидких масел была создана в России в 1909 г. Твердый жир, полученный таким методом, стали называть саломасом или комбигиром. Этот продукт используют для получения ценного пищевого продукта – маргарина и заменителя сливочного масла.

Запахи. Носителями запаха натуральных продуктов могут быть эфирные масла, сложные эфиры, некоторые спирты, альдегиды и кетоны, а также углеводороды. Например: $C_3H_7 - COOC_1H_{11}$ (запах абрикосов); $C_4H_9 - COOC_5H_{11}$ (запах яблок); $CH_1 = CH - CH_1 - S - S - CH_1 - CH = CH_1$ (запах чеснока)

Красители. «Если бы Зинин не сделал ничего больше, кроме превращения нитробензола в анилин, то имя его и тогда осталось бы написанным золотыми буквами в истории химии». Эти слова произнес А.Гофман на могиле Николая Николаевича Зинина. Реакция Зинина легла в основу производственных процессов, возникших в XIX в. в промышленности синтетических красителей, взрывчатых веществ, лекарственных препаратов и многих других соединений.

Уроки 1 - 3

Эти органические молекулы. Состав один свойства разные?

Урок 1. *Практическая работа № 1* Моделирование.

Урок 1. Семинар

Урок 1

Цель: расширение представлений об электронной природе углерод-углеродной связи, зигзагообразном строении углеродной цепи, свободном вращении атомов углерода вокруг простых связей и невозможности вращения атомов углерода вокруг двойной и тройной связи; расположение атомов в пространстве.

Оборудование урока. Набор стержней и шариков для изготовления моделей молекул, цветной пластилин и палочки, размером со спичку.

Практическая работа № 1 Моделирование молекул органических соединений.

Задание 1. Изготовьте шаростержневые модели молекул пропана, бутана, изобутана.

Задание 1. Изготовьте пять шаростержневых моделей радикала метила – CH_3 . Соедините два радикала между собой. Что необходимо сделать, чтобы к этой модели присоединить третий радикал? Четвертый? Пятый? Что происходит с углеводородной цепью, когда присоединяют

трети, четвертый и пятый радикалы? Объясните, почему так происходит.

Задание 3. На шаростержневых моделях молекул этана, пропана и т.д. покажите, как образуются свободные радикалы? Дайте им название.

Задание 4. Соберите шаростержневые модели молекул этилена, ацетилен. Докажите невозможность свободного вращения атомов углерода вокруг двойной и тройной связи. Объясните причину этого явления.

Задание 5. Покажите на модели молекулы этана образование двойной, тройной связи между атомами углерода. Как при этом изменится конфигурация молекулы?

Задание 6. Покажите на модели молекулы этилена и ацетилен, как изменится конфигурация молекулы, если одна из связей (какая?) между атомами углерода.

Задание 7. (работа в группах) Соберите шаростержневые модели молекул пентана, пентена-1, пентина-1. Покажите возможные виды изомерии.

Занятие 8. Изготовьте возможные шаростержневые модели молекул, имеющих состав $C_3H_6O_1N$

Вывод. Предельные углеводороды имеют зигзагообразное строение углеродной цепи и свободное вращение атомов углерода вокруг простых связей, а непредельные углеводороды не имеют возможности вращения атомов углерода вокруг двойной и тройной связи и иное расположение атомов в пространстве.

Урок 3

Цель: закрепить знания учащихся о типах изомерии; убедить учащихся в том, что существует связь между свойствами и строением веществ; показать учащимся, что различие в строении ведет к различию в свойствах.

1. Актуализация знаний.

Вопросы классу:

1. Дайте определение явление изомерия, изомер.
2. Объясните причину существования изомеров.
3. Перечислите виды изомерии
4. Напишите формулы двух веществ, имеющих состав C_1H_6O и $C_4H_{10}O$

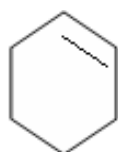
Обратите внимание на сведения, приведенные в таблице:

вещество	состав	Структурная формула	$t_{кип}, ^\circ C$
Этиловый спирт	C_2H_6O	$CH_3CH_2 - OH$	78,4
Диметиловый эфир		$CH_3 - O - CH_3$	- 13,7
Бутиловый эфир	$C_4H_{10}O$.	$CH_3 CH_2 CH_2 CH_2 - OH$	117,7
Диэтиловый эфир		$CH_3 CH_2 - O - C H_2 CH_3$	34,6

2. Демонстрационный эксперимент.

1. Вкус и запах мятной жвачки обусловлен присутствием вещества, называемого L-карвон, а оптический изомер этого вещества D-карвон имеет запах тмина. Из групп составляющих молекулы этих веществ составьте два оптических изомера.

CH_3



$O=, - C =CH_2, -CH_3,$

3. 1. Большинство людей различают запах мяты и тмина. Проверим, относитесь ли вы к этому большинству. У вас на столах три пробирки, содержимое которых скрыто от ваших глаз, понюхайте содержимое каждой пробирки по очереди и определите, какие пробирки пахнут

одинаково, а какой запах отличается.

Вывод. Свойства веществ зависят от строения, а строение веществ соотносимо со свойствами.

Уроки 4 - 6

Элементарный анализ органических веществ.

Урок 4 Лекция. Элементарный анализ органических веществ

Урок 5 - 6 *Практическая работа № 1* Определение элементарного состава органических соединений (углерода, водорода, азота, галогенов).

Урок 4

Цель: познакомить учащихся с методом изучения состава органических веществ – элементарный анализ органических веществ; фактами биографии Ю. Либиха – основателя метода

Ход урока

Анализ органических соединений на присутствие отдельных элементов (углерода, кислорода, азота и др.) называется элементарным анализом. Основателем этого метода был Юстус Либих (1803 – 1873). С тех пор элементарный анализ непрерывно совершенствовался и в наши дни достиг высокого уровня. Сейчас можно точно определить процентное содержание различных элементов при наличии лишь 1 мг вещества. Благодаря этому удалось выяснить состав очень редких природных веществ, например гормонов, стимуляторов роста и красителей, придающих окраску бабочкам. Ведь известно, что, зная состав исследуемого вещества и определив его молекулярную массу, можно установить формулу, а там не далеко и до синтеза вещества.

Углерод — широко распространенный в природе химический элемент. В свободном состоянии углерод образует такие хорошо известные нам простые вещества как уголь (сажу), графит, алмаз. Углерод входит в состав многих пищевых продуктов.

Нагревание органического вещества не всегда позволяет обнаружить (по обугливанию) наличие в нем углерода.

Наличие углерода и водорода в органических соединениях можно доказать, нагревая эти вещества с оксидом меди (II). Оксид меди, окисляя органическое вещество, сам восстанавливается до металлической меди.

Углерод при этом образует диоксид углерода, что можно доказать, пропуская образующийся газ через известковую воду. При этом выпадает осадок карбоната кальция.

Водород образует воду. Это можно обнаружить по изменению цвета безводного сульфата меди (II).

Большинство органических соединений состоит преимущественно из углерода и водорода. Уже знакомые нам углеводороды содержат только эти два элемента. В остальных же органических соединениях, со многими из которых мы познакомимся позже, содержатся еще один или несколько других элементов, чаще всего кислород, галогены (хлор, бром, иод), азот и сера.

Приведенные ниже простые опыты во многих случаях пригодны для качественного определения азота, галогенов и серы.

Обнаружение азота. Чтобы выяснить, есть ли в веществе азот, пробу греют в пробирке с избытком натронной извести. Если ее нет, можно заменить ее смесью гидроксида натрия (едкого натра) с избытком негашеной извести. Проследим только, чтобы в верхней части пробирки не осталось приставших частиц извести. Заткнем пробирку кусочком ваты, а на него положим увлажненную полоску красной лакмусовой бумаги. Пробирку нагреем. Синее окрашивание индикаторной бумаги указывает на присутствие азота. Определение основано на том, что содержащийся в органических веществах связанный азот при нагревании с натронной известью (или еще по одному способу — с концентрированной серной кислотой) во многих случаях превращается в аммиак.

Обнаружение галогенов. Во многих случаях галогены в органических соединениях можно обнаружить с помощью пробы Бейльштейна. Возьмем не слишком тонкую медную проволоку без изоляции, зачистим ее и загнем один конец петелькой. В петле укрепим кусочек пористой керамики («кипелку»). Прокалим этот конец проволоки, пока не исчезнет зеленая окраска пламени. Затем погрузим петельку в исследуемую жидкость или поместим на нее пробу твердого вещества. Если теперь снова внести проволоку в пламя, то присутствие галогена обнаруживается по зеленому (иод) или голубовато-зеленому (хлор, бром) окрашиванию пламени. Эта проба очень чувствительна. Поэтому часто галоген обнаруживается даже в том случае, когда исследуемое вещество загрязнено малым количеством содержащей галоген примеси. Некоторые соединения (муравьиная и бензойная кислоты, различные неорганические вещества) мешают определению, так как они сами окрашивают пламя в зеленый цвет.

Д/з. Составить уравнения описанных реакций

Урок 5

Практическая работа № 1 Определение элементарного состава органических соединений (углерода, водорода, азота, галогенов).

Цель работы. Исследование различных веществ, как органического, так и неорганического происхождения на наличие углерода, водорода, хлора.

Групповая работа.

Оборудование и реактивы: спиртовка (1 шт.), лабораторный штатив (1 шт.), штатив для пробирок (1 шт.), огнеупорная пробирка с пробкой и газоотводной трубкой (1 шт.), пробирка (5 шт.), шпатель (1 шт.), керамическая пластинка (5 шт.), кольцо из медной проволоки, щипцы (1 шт.), стеклянная вата, известковая вода, оксид меди (II) (порошок), безводный сульфат меди (II), углеводы (сахар, крахмал), ацетатный шелк, карбонат кальция, кусочки полихлорвинила, соляная кислота.

Время проведения. 15—30 мин.

Примечание. Каждая группа исследует только два вещества, одно вещество органическое, другое неорганическое. При обсуждении происходит обмен полученными результатами и делается общий вывод.

Ход работы

1. Нагревание на воздухе

1. Положите половину шпателя крахмала на керамическую пластинку.
1. Возьмите пластинку щипцами и внесите ее в сильное пламя. Нагревайте крахмал несколько минут, пока он не перестанет изменяться.
3. Запишите, воспламеняется, обугливается или плавится вещество, укажите тип пламени.
4. Повторите действия 1—3 с другими веществами.

1. Нагревание на воздухе с оксидом меди (II).

Смешайте в пробирке половину шпателя крахмала и три шпателя сухого оксида меди (II).

1. На полученную смесь насыпьте еще 1 шпателя оксида меди. В верхнюю часть пробирки поместите стеклянную вату, на которую насыпают немного безводного сульфата меди (II)
3. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепите ее в лапке штатива. Поместите газоотводную трубку в пробирку с известковой водой.
4. Нагревайте смесь, начиная с верха пробирки, в течение 1 мин. Для предотвращения обратного всасывания перед тем, как прекратить нагревание, откройте пробку.
5. По помутнению известковой воды определите содержание углерода в веществе. Изменение цвета сульфата меди (II) указывает на наличие водорода.
6. Очистите пробирку и повторите действия 1—5 с другими веществами.

3. Обнаружение галогена в исследуемом веществе (проба Бейльштейна)

1. Внесите в пламя спиртовки медную проволочку с петлей на конце и прогрейте ее до красного каления.

Убедитесь в том, что при прокаливании проволочки пламя не окрашивается.

1. После охлаждения почерневшей проволочки опустите ее петлю на мгновение в исследуемую

жидкость. Внесите смоченную в жидкости проволочку сначала в нижнюю часть пламени спиртовки, а затем перенесите ее в самую горячую верхнюю часть пламени спиртовки. Наблюдайте за изменением окраски пламени.

Примечание. Если в качестве исследуемого вещества выданы кусочки полихлорвинила, прикоснитесь раскаленной частью проволочки к полимеру и внесите его в пламя спиртовки.

Результаты

Заполните таблицу: **Определение углерода и водорода**

Вещества	Нагревание на воздухе	Нагревание на пористом материале, в медной проволоке	Нагревание с оксидом меди (II)	Тест на оксид углерода (IV)	Вывод

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое известковая вода
1. Почему надо снять с пробирки пробку с газоотводной трубкой прежде, чем прекратить нагревание?
3. Для чего используют стеклянную вату?
4. Какие соединения углерод и водород образуют при разрушении органических веществ?
5. Опишите внешний вид осадка после нагревания.
6. Опишите, как изменяется безводный сульфат меди (II) при обнаружении воды
7. Почему нельзя сделать вывод о том, что крахмал содержит кислород, на основании того, что в состав углекислого газа, выделившегося при сгорании, входит кислород?
8. Почему происходит почернение медной проволочки после ее прокалывания в пламени спиртовки?
9. Как изменился цвет пламени спиртовки при внесении в нее медной проволочки с исследуемым веществом?
10. Для чего используют пробу Бейльштейна?
11. Можно ли отличить с помощью пробы Бейльштейна хлорид натрия от органического вещества, содержащего галоген?

Уроки 6-7

Урок 7 *Практическая работа № 3*. Взаимное влияние атомов в молекуле.

Урок 8. Семинар «Основные положения теории А.М.Бутлерова»

Практическая работа № 3. Взаимное влияние атомов в молекуле.

Цель работы. Ознакомление с взаимным влиянием атомов в молекулах на примере исследования свойств кислородсодержащих органических соединений, имеющих в своем составе гидроксильную группу, — этанола, фенола и уксусной кислоты

Оборудование. Два стакана объемом 100 мл, спиртовка, четыре пробирки.

Вещества. Этанол, насыщенный раствор фенола, 1 М уксусная кислота и ледяная уксусная кислота, 1 М серная кислота H_2SO_4 , твердый хлорид железа (III) $FeCl_3$, 0,1 М раствор дихромата калия $K_2Cr_2O_7$, 0,5 М раствор карбоната натрия Na_2CO_3 , а также универсальная индикаторная бумага.

Примечание. Работа с фенолом производится демонстрационная, каждая группа учащихся исследует реакции только одного вещества, затем группы обмениваются результатами и делают общий вывод.

Порядок выполнения работы

1. Налейте в пробирку 1 мл исследуемого вещества и поместите в раствор полоску универсальной индикаторной бумаги. По шкале определите значение pH.
2. В эту же пробирку добавьте равное количество раствора карбоната натрия и подогрейте смесь. Отметьте, происходит ли выделение газа.
3. Чистую пробирку на 1/4 заполните водой, поместите в нее несколько кристалликов хлорида железа. К полученному раствору добавьте небольшое количество изучаемого вещества. Отметьте изменение цвета.
4. К 1 мл дихромата калия добавьте 1 мл серной кислоты и немного исследуемого вещества. Смесь подогрейте в стакане с кипящей водой. Отметьте изменение цвета.
5. Осторожно понюхайте содержимое пробирки и отметьте появление запаха.
6. Поместите 1 мл исследуемого вещества в чистую пробирку (лучше использовать ледяную уксусную кислоту), добавьте равный объем этанола и одну каплю концентрированной серной кислоты.
7. В течение нескольких минут подогрейте содержимое пробирки в стакане с горячей водой.
8. Горячий раствор перелейте в стакан с раствором карбоната натрия, который нейтрализует избыток кислот и устраняет их запахи.
9. Осторожно понюхайте содержимое стакана. Отметьте, изменился ли запах.
10. Результаты опытов оформите в таблице
Какие выводы можно сделать о взаимном влиянии атомов в молекуле?

Урок 8.

Семинар «Основные положения теории А.М.Бутлерова»

Цели: отработать теоретические и практические навыки, закрепить и углубить, знания, полученные на предыдущих уроках; уметь самостоятельно пополнять и систематизировать свои знания; уметь пользоваться приемами сравнения, обобщения, делать выводы.

Вопросы, подлежащие рассмотрению	Вопросы и задания
Первые попытки классификации. Необходимость появления теории	1. Почему создалась необходимость появления новой теории? 1. Каковы первые попытки классификации; важнейшие этапы в развитии новых понятий в органической химии?
Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова	1. Дайте определение первого положения теории А. М. Бутлерова, приведите его доказательства. Дайте определение второго положения теории А. М. Бутлерова, докажите его (запишите на доске доказательство) 1. Задание. Изобразите структурными формулами порядок соединения атомов в молекулах: а) сероводорода; б) оксида углерода (IV); в) фосфорной кислоты. Поясните 4. Дайте определение третьего положения теории А. М. Бутлерова. Запишите на доске возможные изомеры для веществ состава: а) C_6H_{14} (1-й ученик); б) C_7H_{16} (1-й ученик). 5. Что называется изомерами? Какое явление называют изомерией? Дайте определение четвертого положения теории А.М.Бутлерова, докажите его (запишите доказательство на доске) 6. Дайте определение пятого положения теории А. М. Бутлерова,

	докажите его (запишите доказательство на доске) 7. Каковы основные причины многообразия органических соединений
Значение теории химического строения органических соединений	1. Охарактеризуйте научное и практическое значение теории строения А. М. Бутлерова 1. Каковы основные направления развития этой теории?
Электронная природа химических связей	1. Какие основные виды связи вы знаете? 1. В чем особенность образования ковалентной связи? 3. Какой основной вид связи характерен для органических веществ? 4. Каковы основные механизмы разрыва связей? 5. Изобразите схему строения наружного электронного слоя атома углерода в стационарном и возбужденном состоянии. 6. Укажите число и вид химических связей в молекуле этана, этена, этина. 7. Укажите признаки sp^3 -гибридизации; sp^1 -гибридизации; sp -гибридизации. 8. Определите валентное состояние всех атомов углерода в молекулах веществ: пропан, бутен – 1; бутин – 1; бутадиен – 1,3; пентадиен – 1,4.

Урок 9 -11

Природные источники углеводородов. Нефть.

Урок 9 . Химия нефти (Сообщения учащихся).

Урок 10 – 11. *Практическая работа №4.* Нефть и окружающая среда.

(групповые практические работы).

Урок 9 . Химия нефти (Сообщения учащихся) .

Нефть — это одно из самых ценных веществ, которыми природа одарила человека. Нефть, природный газ и уголь называют ископаемым топливом. В течение нескольких веков считали, что нефть имеет неорганическое происхождение. Так, Д.И. Менделеев предложил в 1877 г. карбидную гипотезу, согласно которой углеводороды, входящие в состав нефти, образуются в недрах Земли при взаимодействии воды с карбидами металлов.

В настоящее время большинство ученых поддерживают теорию происхождения нефти, по которой она получилась из останков животных и растительных организмов, обитавших в древних морях и болотах. Через миллионы лет давление, тепло и микроорганизмы превратили их в нефть.

Нефть, как и металлические руды, является невозобновляемым ресурсом, мировые запасы которого истощаются по двум причинам. Во-первых, условия на Земле изменились так, что значительного накопления вещества уже не происходит. Во-вторых, мы потребляем горючие ископаемые со скоростью, превышающей их образование.

Нефть, выкачиваемая из Земли, называется «сырой». Это — зеленовато-коричневая или черная жидкость, которая в одних случаях легко текуча, льется как вода, а в других — вязкая жидкость. Нефть содержит 97—98% углеводородов различного строения и с различными молекулярными массами и небольшое количество кислородных, азотистых и сернистых соединений. Нефть представляет собой смесь сотен веществ, обладающих двумя важными свойствами. Во-первых, они богаты энергией, которая высвобождается при сжигании. На этом основано использование нефти в качестве топлива. Во-вторых, молекулы веществ можно химически преобразовать и получить при этом множество полезных веществ. На этом свойстве основано использование нефти в качестве химического сырья.

Нефть — основной источник энергии. Вся используемая нами энергия — солнечного происхождения. Энергия, которая содержится в углеводородах нефти, была накоплена при фотосинтезе в растениях. Животные поедают растения, а растения и животные, погибая, образуют нефтяные слои.

Нефть начали использовать около 5000 лет назад. К концу 1-го тысячелетия нашей эры арабы

начали получать из нефти керосин и использовать его для освещения.

Однако в сыром виде нефть в настоящее время нигде не употребляется. Три основных этапа производства энергии из ископаемой нефти — это добыча, рафинирование и сжигание. Истощение запасов природной нефти требует создания улучшенных технологий нефтедобычи. Использование поверхностно-активных веществ (детергентов) может привести к существенному повышению эффективности нефтедобычи.

Сырую нефть по трубопроводам, по железной дороге, танкерами и другими способами доставляют на нефтеперерабатывающие заводы. Здесь ее очищают, удаляя все соли, кислоты и другие ионные соединения. Большинство оставшихся веществ — это алканы, циклоалканы, ароматические углеводороды и лишь немного алкенов.

Основная задача переработки (рафинирования) нефти заключается в получении из нее групп различно кипящих углеводородов. Это осуществляется в процессах перегонки, термического или каталитического крекинга (расщепления), а также риформинга нефти.

При перегонке нефть разделяют на фракции, которые сами собой представляют смесь углеводородов с близкими температурами кипения. Для этого сырая нефть нагревается в печи до температуры 400°C, а затем перекачивается в колонну для перегонки. В колонне газообразные углеводороды, имеющие более низкую температуру кипения, поднимаются на самый верх установки и остывают. Они содержат от 1 до 4-х атомов углерода. Пары остальных углеводородов конденсируются на разной высоте колонны и образуют фракции с разными интервалами кипения. Те фракции, которые при комнатной температуре представляют собой жидкости (бензин, керосин и некоторые масла, состоят из молекул, у которых от 5 до 10 углеродных атомов). После перегонки нефти остается мазут, который содержит еще больше атомов углерода в составе своих молекул.

После фракционной перегонки нефть подвергают крекингу и риформингу, в ходе которых получают топливо более высокого качества.

При термическом или каталитическом крекинге при температуре около 500°C большие молекулы расщепляются на мелкие с образованием бензина, керосина, а также непредельные газообразные углеводороды. На практике все продукты, содержащие в молекуле от 1 до 14 атомов углерода, получают при помощи крекинга. Так, при крекинге керосиновой фракции, состоящей из 11—16 атомов углерода, образуется бензин, имеющий 5—11 атомов углерода в молекуле.

В настоящее время крекингу подвергается до трети всей сырой нефти. Эффективность каталитического крекинга выше, поскольку он происходит при более низкой температуре.

Каталитический риформинг используется для изменения молекулярных структур компонентов нефти и продуктов крекинга и протекает при 500°C и давлении. Риформинг подобен крекингу и используется для получения из неразветвленных алканов ароматических соединений.

Сжигание — одна из самых древних технологий, используемая людьми со времени открытия огня. Несмотря на это, мы знаем о горении далеко не все, отчасти потому, что процесс достаточно сложен.

При реакциях горения топлива освобождается тепловая энергия:

Углерод + Кислород → Диоксид углерода + Вода + Тепло

Ученые и инженеры сделали этот вид энергии много полезней, создавая устройства, способные превращать тепло в другие виды энергии: электрическую, механическую и т. п. Большая часть нефти используется в качестве топлива в разных сферах: транспорт, промышленность, бытовые нужды, электрические установки.

Остальная нефть служит исходным сырьем и полупродуктами для нефтехимической промышленности. Много вокруг нас сделано из синтетических материалов (нефтепродуктов), получаемых из нефти и природного газа.

Внедрение крекинга, начавшееся в 30-х годах, привело к расцвету нефтехимического синтеза. Из газов крекинга стали получать этилен, пропилен, бутилен, из жидких углеводородов — бензин, толуол, ксилолы, высшие парафины и т. п.

Из нефти получают более 3000 продуктов, поскольку она является смесью большого количества соединений, которые могут превращаться с помощью реакций дегидрирования, окисления, полимеризации, галогенирования, нитрования в другие вещества.

Химики превращают нефть в спирты (в первую очередь этанол), жирные кислоты (используют для производства мыла), а также ацетон, фенол, хлорпроизводные углеводороды, синтетические

красители, полимеры и лекарства.

Нефть — невозобновляемое полезное ископаемое. Интенсивное использование нефти быстро истощает ее запасы, поэтому человечество должно думать о повышении эффективности ее использования и по мере возможности сократить потребление нефтепродуктов. Для этого подходит любое сочетание двух основных подходов: энергосбережения и развития альтернативных источников энергии.

Поэтому химики исследуют возможность ее замены и в качестве горючего, и как сырья для синтеза. Возможная альтернатива нефти — получение жидкого топлива из угля. Кроме того, энергия падающей воды, распада атомного ядра, энергия солнца и ветра могут заменить нефть в стационарных установках (но не на транспорте).

Поскольку запасы нефти продолжают уменьшаться, вероятно, что в недалеком будущем все большая доля нефти будет использоваться для синтеза различных соединений. В этом случае необходимо найти замену нефти. В принципе все продукты, получаемые из нефти, могут быть синтезированы из угля. Достижения биотехнологии позволяют превратить солнечную энергию, запасенную в биомассе растений, в исходное сырье для химической промышленности.

В настоящее время большинство возможных заменителей нефти дороги, либо отсутствует технология их переработки.

Энергосбережение — это в первую очередь разработка систем, более эффективно использующих энергию. Для этого следует уменьшить число стадий превращения энергии и повысить эффективность превращения на каждой стадии. Известно, что 60—80% потребляемой энергии не превращается в полезную работу, а теряется в виде тепла. Например, в автомобиле в полезную механическую энергию (движение) переходит не более 15% химической энергии топлива. Энергосбережение основано на снижении этих потерь.

С другой стороны, разработка усовершенствованных технологий использования нефти и экологически чистых источников энергии необходима для защиты окружающей среды.

Хотя устройства, превращающие один вид энергии в другой, повысили потребительские свойства нефти и других видов топлива, но часто превращение энергии сопровождается загрязнением окружающей среды.

Нефть, как правило, содержит примеси веществ, которые при сжигании топлив образуют окислы азота и серы, которые могут выпадать в виде кислотных осадков. Они причиняют ущерб различным формам жизни в водоемах, зданиям, оборудованию и здоровью людей.

Очистка топлива от серы и азота и использование каталитических конверторов выхлопных газов может уменьшить вред, наносимый природе кислотными осадками и смогом, имеющим ту же природу.

В последние сто лет содержание углекислого газа в атмосфере постепенно растет в результате новых антропогенных поступлений. Основным источником этих поступлений считают сжигание горючих ископаемых, интенсивное развитие сельского хозяйства и уничтожение лесов. Все это может привести к катастрофическому изменению климата на Земле, поскольку диоксид углерода прозрачен для радиации, излучаемой солнцем, но поглощает излучения от поверхности Земли. Накопление диоксида углерода в атмосфере может привести к глобальному потеплению (парниковый эффект). В результате возникает опасность наводнения, превращения плодородных земель в пустыни, и в итоге — голод.

Вредные последствия производства энергии нельзя устранить полностью, если только мы не готовы пожертвовать уровнем жизни ради улучшения состояния окружающей среды.

Мы можем свести экологический ущерб к минимуму, затратив больше усилий и средств на научные исследования, конечная цель которых — дать людям прогрессивные технологии, безвредные источники энергии и, что не менее важно, более глубокие знания об окружающем нас мире.

Урок 10 – 11.

Практическая работа №4.

Нефть и окружающая среда.

Установка. Нефть распространяется по воде очень быстро. Нефть, смешанная с эмульгаторами и водой, покрывает берега токсичной, липкой, вязкой грязью, которая может оставаться долгие

месяцы.

1 группа «Образование нефтяной пленки на поверхности воды. Очистка воды от нефтяного загрязнения»

Цель: познакомить с физическими свойствами нефти плотностью и растворимостью, найти эффективный способ очистки воды от нефти.

Оборудование и реактивы: чашка Петри с водой, пробирка, пипетка, нарезанные полоски фильтровальной бумаги; нефть, керосин.

Ход работы

1. В чашку Петри с водой добавьте несколько капель нефти. Обратите внимание на распределение нефти в воде.

1. Затем опустите в стакан фильтровальную бумагу так, чтобы она коснулась нефтяной пленки. Нефть впитывается в фильтровальную бумагу.

3. Опустите фильтровальную бумагу в пробирку с керосином. Нефть растворяется, и бумага очищается от нее.

4. Отметьте физические свойства нефти: плотность, растворимость в воде, органических растворителях.

1 группа «Образование нефтяной пленки на поверхности воды. Очистка воды от нефтяного загрязнения»

Цель: познакомить с физическими свойствами нефти плотностью и растворимостью, найти эффективный способ очистки воды от нефти.

Оборудование и реактивы: кристаллизатор (1 шт.), пробковая крошка (опилки, кусочки пенопласта, жгуты из пеньки), вода, нефть.

Ход работы

1. Налейте в кристаллизатор воды и добавьте 1—1 мл нефти.

2. Насыпьте на нефтяную пленку пробковую крошку.

3. Через несколько минут соберите пропитанную нефтью крошку с поверхности воды.

Вопросы и задания 1 и 1 группам

1. В чем растворяется нефть?

2. Опишите внешний вид воды перед обработкой.

3. Почему нефтяная пленка находится на поверхности воды и не тонет? Опишите физические свойства нефти.

4. Как можно собрать нефть с поверхности воды?

5. Какое явление используется при очистке воды от нефти с помощью пробковой крошки?

6. Предложите свои способы сбора нефти с поверхности воды и проверьте их.

3 группа «Парниковый эффект»

Установка. Повышение температуры атмосферы из-за увеличения содержания в ней двуоксида углерода и некоторых других газов приводит к чрезмерному поглощению воздухом теплового излучения Земли.

Цель: построить модель, демонстрирующую тепловой эффект.

Оборудование и реактивы: пластмассовая коробочка с крышкой (аквариум), темный грунт (песок или почва), пульверизатор, термометр, подставка для термометра из картона, лампа, крошке (опилки, кусочки пенопласта, жгуты из пеньки), вода, нефть.

Ход работы

1. Насыпьте на дно прозрачной пластмассовой коробочки или аквариума темный грунт (песок или почву) слоем 1—3 см и увлажните его с помощью пульверизатора.

2. Сделайте из картона подставку для термометра, вкопайте в грунт и установите на нее термометр шариком вверх. Накройте сосуд крышкой.

3. Установите лампу на расстоянии 10—30 см прямо над сосудом, чтобы свет падал на шарик термометра. Включив ее, дайте температуре упасть до комнатной. Запишите эту температуру.

4. Оставив крышку на сосуде, включите лампу и записывайте температуру каждую минуту в течение 10 мин (термометр должен быть расположен так, чтобы можно было легко снимать его показания через стенку сосуда).

5. Выключив лампу, дайте температуре упасть до комнатной. Снова увлажните фунт и повторите опыт, сняв крышку с сосуда.
6. Постройте график, отложив по оси ординат температуру, а по оси абсцисс время.
7. Снова сделайте ту же работу, заменив темный грунт светлым.

Результаты

Заполните таблицу Изменение температуры грунта при нагревании

Время, мин	Температура, °С	
	без крышки	с крышкой
1		
1		
3		
...		
10		

Контрольные вопросы и задания

Почему температура увеличивается, когда коробка закрыта крышкой?

Сравните этот процесс с парниковым эффектом на Земле.

Различаются ли температурные кривые для темного и светлого фунта? Почему?

Влияет ли на температуру воздуха увеличение облачности?

Как повлияет существенное повышение глобальной температуры на очертания суши?

Уроки 13 -14

Практическая работа №5 Определение теплоты сгорания топлива.

Установка.

Парафин, бутан, этанол и метан — это все топлива. При их сгорании выделяется большое количество тепла.

Количество тепловой энергии, выделяющейся при сгорании определенного количества вещества, называется *теплотой сгорания*.

Этот опыт показывает с помощью простого лабораторного оборудования, каким образом можно измерить количество выделяющейся при горении углеводородов теплоты.

Основной фактор, который оценивается при выборе различных видов топлив — это теплота, производимая в расчете на грамм топлива.

Цель работы. Определение соотношения между количеством тепловой энергии, выделяющейся при сгорании углеводородов, и их молярными массами; определение теплоты сгорания воска свечи и этанола, сравнение этих величин с теплотами сгорания других углеводородов

Оборудование и реактивы: лабораторный штатив (1 шт.), Консервная банка емкостью 0,5л, термомпара, электронные весы, штатив с кольцом, стеклянная пластинка, стеклянная палочка, спиртовка, мерный цилиндр на 100 мл (1 шт.), этанол.

Ход работы

I. группа «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ СПИРТА»

1. С помощью мерного цилиндра налейте 100 мл воды в консервную банку.
2. Измерьте температуру воды.

3. Наполните спиртовку до половины спиртом и взвесьте ее.
4. Закрепите консервную банку с водой в штативе так, чтобы дно банки было выше фитиля спиртовки на 5 см
5. Зажгите спиртовку и перемешайте воду.
6. Когда температура воды повысится на 40°C по сравнению с первоначальной, погасите спиртовку. Не допускайте тления фитиля. Снова взвесьте спиртовку так быстро, как это возможно. Результаты занесите в таблицу. С помощью мерного цилиндра налейте 100 мл воды в консервную банку.
7. Измерьте температуру воды.
8. Закрепите свечу на стеклянной пластинке. Для этого подержите низ свечи над пламенем спички, пока воск не растает и не начнет капать. Поставьте свечу на раскаленный воск и придерживайте ее, пока воск не застынет. Верхний конец свечи должен быть на расстоянии 1 см от дна банки.
9. Определите массу свечи (вместе со стеклянной пластинкой). Запишите значение.
10. Поставьте свечу под банку с водой и зажгите ее. Осторожно размешайте воду палочкой. По мере сгорания свечи может возникнуть необходимость опустить банку, чтобы пламя было точно под ее дном. Соблюдайте при этом осторожность.
11. Когда температура воды повысится на 40°C по сравнению с первоначальной, погасите пламя.
12. Продолжайте помешивание, пока температура воды не перестанет повышаться. Запишите наибольшее достигнутое значение.
13. Определите массу остывшей свечи, включая массу всего оплавившегося воска.

Определение теплоты сгорания этанола

Объем использованной воды	= 100 мл
Начальная температура воды	= ... $^{\circ}\text{C}$
Конечная температура воды	= $^{\circ}\text{C}$
Разность температур	=... град.
Масса спиртовки со спиртом перед горением	= ...г
Масса спиртовки со спиртом после горения	=... г
Масса сгоревшего спирта	=... г
Теплота сгорания на грамм	=... кДж/г
Молярная теплота сгорания	=... кДж/моль

Определение теплоты сгорания парафина

Объем использованной воды	= 100 мл
Начальная температура воды	-... $^{\circ}\text{C}$
Конечная температура воды	— $^{\circ}\text{C}$

Разность температур	=... град.
Масса спиртовки со спиртом перед горением	=... г
Масса спиртовки со спиртом после горения	=... г
Масса сгоревшего спирта	=... г
Теплота сгорания на грамм	=... кДж/г
Молярная теплота сгорания	=... кДж/моль

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите внешний вид дна консервной банки в конце эксперимента.
2. Почему спиртовка должна быть взвешена сразу после сжигания некоторого количества топлива?
3. При расчете теплоты сгорания полагали, что все тепло горящего вещества пошло на нагрев воды. Насколько это справедливо?
4. Напишите уравнения полного сгорания этанола.
5. Напишите уравнения неполного сгорания этанола.
6. Как полученная Вами теплота сгорания парафина соотносится со значениями для бутана (таблица 15)?
7. Какой из двух углеводородов — бутан или парафин — лучшее горючее и почему?

Углеводород	Теплота сгорания	
	кДж/моль	кДж/г
Метан CH_4	890	55,6
Этан C_2H_6	1560	
Пропан C_3H_8	1100	50,0
Бутан C_4H_{10}	1859	
Пентан C_5H_{11}	3510	
Гексан C_6H_{14}	4141	48,1
Гептан C_7H_{16}	4817	48,1
Октан C_8H_{18}	5450	47,8

8. Как полученная вами теплота сгорания 1 г парафина соотносится с таким же значением для бутана? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо пересчитать молярную теплоту сгорания бутана, которая приведена в таблице в теплоту сгорания 1 г бутана по формуле $Q = Q_{\text{м}} / M$ (Дж) = $Q_{\text{м}} / M \cdot 10^3$ (кДж),

где M — молярная масса бутана.

9. Какой из двух углеводородов — лучшее горючее и почему?

2. Определите молярные теплоты сгорания метана и октана (см. п. 1).
3. При расчете теплоты сгорания считаем, что все тепло горящего вещества пошло на нагрев воды. Насколько это справедливо? Какие еще условия проведения эксперимента могут привести к ошибкам при определении данной величины?
4. Составьте термохимические уравнения сгорания (с учетом выделившейся теплоты) метана (главного компонента природного газа) и бутана (используется, например, для заправки зажигалок).
5. Как молярная теплота сгорания (см. табл. 16) связана с числом атомов углерода в молекуле?
6. Рассчитайте пропущенные значения теплоты сгорания в кДж/г для некоторых алканов (см. табл.). Как для всех этих соединений величины молярных теплот сгорания соотносятся с теплотами сгорания в расчете на 1 г?
7. На примере сжигания октана (основного компонента бензина) покажите, как происходит горение бензина:
 - а) сколько тепла выделяется при сжигании 1 моль октана;
 - б) сколько тепла выделяется при сжигании 1 галлона (1,66 кг) октана (ответ дайте в кДж/галлон);
 - в) представьте, что в вашем автомобиле всего 16% энергии сгоревшего топлива превращается в механическую и идет на вращение колес. Сколько полезной энергии вы можете получить, использовав 10 галлонов бензина? (Сжигание бензина эквивалентно сжиганию октана.)
9. Теплота сгорания угля равна 394 кДж/моль (в качестве грубого приближения допустим, что уголь — это 100% -ный углерод). Напишите термохимическое уравнение этой реакции. Что лучше использовать в качестве горючего — уголь или октан (в расчете на 1 г)? В каких случаях уголь может служить заменителем бензина? Приведите хотя бы один пример, когда недостатки угля в качестве заменителя нефти несомненны.

Уроки 15-17

Урок 15. Крекинг нефти.

Урок 16 *Практическая работа № 6. Крекинг смазочных масел. Практическая работа № 7. Деполимеризация полиэтилена*

Урок 17 Семинар «Альтернативные источники топлива»

Практическая работа № 6. Крекинг смазочных масел.

Предварительные сведения

Нефть — источник предельных соединений. Ее можно разделить на несколько фракций с помощью фракционной перегонки. Углеводороды с высокой температурой кипения, имеющие большие молекулы, находят ограниченное применение. Молекулы таких углеводородов расщепляют, чтобы получить более мелкие и соответственно более ценные молекулы. Такое расщепление происходит в процессе высокотемпературной обработки — крекинга.

Оборудование и реактивы: горелка Бунзена, лабораторный штатив (1 шт.), штатив для пробирок (1 шт.), огнеупорная пробирка с боковым отростком и пробкой с газоотводной трубкой (1 шт.), пробирка (3 шт.), пипетка, кристаллизатор, (1 шт.), шпатель, стеклянная вата, битый фарфор, универсальная индикаторная бумага, медицинский парафин (додекан), бромная вода, перманганат калия, раствор серной кислоты (1 М).

Ход работы I. КРЕКИНГ

1. Поместите в пробирку на глубину около 1 см тампон из стекловаты. С помощью пипетки накапайте медицинский парафин на стекловату, пока она не «насытится». Слейте излишек парафина.
2. Полностью наполните пробирку кусочками фарфора.
3. Закрепите пробирку в лабораторном штативе, закройте пробкой с газоотводной трубкой,
4. Наполните другую пробирку водой и расположите ее над газоотводной трубкой в стакане с водой (рис. 4).

5. Сильно нагревайте фарфор в течение нескольких минут. Изредка подогревайте и стеклянную вату с парафином. Выпустите первые несколько пузырьков газа, остальной газ соберите в три пробирки.

II. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ И ПАРАФИНА

Исследуйте сначала газ, а затем медицинский парафин

1. Отметьте запах.
2. Подожгите образец лучиной.
3. Добавьте в образец 5—6 капель бромной воды. Закройте пробирку и встряхните содержимое. Наблюдайте за изменением цвета.
4. Добавьте 5—7 капель подкисленного раствора перманганата калия в образец. Закройте пробирку и перемешайте содержимое. Наблюдайте за изменением цвета.
5. Положите кусочек влажной индикаторной бумаги в образец.

Результаты

Заполните таблицу :

Свойства газа и парафина

Свойство и вещества	Газ	Медицинский парафин
Запах		
Горение		
Бромная вода		
Раствор перманганата калия		
Индикаторная бумага		

Контрольные вопросы и задания.

1. Какой цвет пламени горящего газа?
2. Почему не собирают первые пузырьки газа?

Практическая работа №7. Деполимеризация полиэтилена

Установка. На уроках подробно рассматривают свойства полиэтилена и отмечают, что макромолекула полиэтилена очень похожа на молекулы высших предельных углеводов (большая относительная молекулярная масса, отсутствие кратных связей, химическая инертность). Возникает вопрос: возможно ли осуществить обратную реакцию — деполимеризацию — с получением непредельного мономера — этилена? Известно, что при нагревании в пробирке полиэтилен плавится, кипит, а в его парах присутствуют в основном молекулы полимера (частичный крекинг идет за счет стеклянных стенок пробирки, выполняющей каталитическую роль, но этого явно недостаточно, чтобы наглядно показать процесс деполимеризации). Для осуществления процесса разложения полиэтилена необходимо использовать катализатор, который разрывал бы углерод-углеродные связи. К таковым относятся оксид хрома(III) и оксид алюминия. Наилучший катализатор — оксид хрома(III) Cr_2O_3 , который получают разложением дихромата аммония непосредственно перед опытом (всем известный опыт «Вулкан»). Этот опыт очень важен, так как имеет экологическое значение. Ведь до сих пор не решена проблема утилизации и переработки полимерных отходов, которые загрязняют окружающую среду, так как их не разрушают никакие микроорганизмы. Полиэтилен — один из таких полимеров

Ход работы

1. На дно пробирки поместить кусочки полиэтилена (лучше с низкой степенью полимеризации).
 1. Закрепить пробирку в лапке штатива почти горизонтально, с легким наклоном дна вниз, чтобы расплавленный полиэтилен не вылился.
 3. Внести шпателем в пробирку свежеприготовленный оксид хрома(III), который располагают на дне и в середине пробирки. В средней части пробирки катализатор должен лежать рыхло (для улучшения проходимости газа).
 4. Закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой, направленной вверх. Сначала нагреть центральную часть пробирки (катализатор должен нагреться до температуры 500 °С), а затем полиэтилен до закипания. Пары полиэтилена, проходя над нагретым катализатором, разлагаются. Выходящий из газоотводной трубки газ представляет собой смесь непредельных соединений, основу которой составляет этилен.
 5. Поджечь полученный газ.
 6. Затем необходимо потушить пламя, перевернуть газоотводную трубку вниз и поочередно опускать ее в пробирки с растворами перманганата калия и иодной воды.
- Сделать вывод.** 1. О характере выделяющегося газа.
1. О возможности использования данной реакции

Уроки 18 -10.

Урок 18. Каучук. История открытия.

Урок 19 Изучение свойств резины и каучука

Урок 10. *Практическая работа №8.* Каучук: получение, свойства, применение.

Получение каучука из листьев фикуса. Каучук содержится во многих растениях — одуванчике, фикусе, кок-сагызе, тау-сагызе и т. п. Для получения каучука лучше взять листья фикуса. Сок из листьев собирают в пробирку. В нее же добавляют немного воды и 0,5 г сульфата аммония. После размешивания смеси и добавления к ней этилового спирта выделяются капельки каучука. Несколько капель каучука растворяют в бензине и к части этого раствора добавляют бромную воду или раствор перманганата калия. Окраска добавленных растворов обесцвечивается, что свидетельствует о непредельных свойствах каучука. Вторую часть раствора осторожно выпаривают на часовом стекле. После удаления растворителя на стекле остается эластическая пленка каучука, которую можно слегка растягивать.

Вопросы и ответы:

Почему обесцвечивается окраска бромной воды и перманганата калия в растворе каучука?

Исследование пробы воздуха на алкоголь

Цель работы. Исследование эффективности прибора для взятия пробы на алкоголь.

Оборудование. Три конические колбы объемом 100 мл, две стеклянные трубки, согнутые под прямым углом, зажим, пробка с двумя отверстиями, резиновая трубка, три стеклянные трубки, заполненные кристаллическим дихроматом калия $K_2Cr_2O_7$, или три пробирки «Алкотест-80», три резиновых шара одинакового размера, велосипедный насос.

Вещества. Этиловый спирт.

Примечание. Пробирки для взятия пробы на алкоголь «Алкотест-80» содержат кристаллы дихромата калия. При прохождении через пробирку воздуха, содержащего пары алкоголя, часть ионов дихромата восстанавливается до зеленых ионов хрома (III). Количество прошедшего через пробирку этанола измеряется глубиной распространения зеленой окраски в пробирке.

Интенсивность зеленой окраски характеризует содержание этанола в выдыхаемом воздухе и, следовательно, концентрацию алкоголя в крови (КАК).

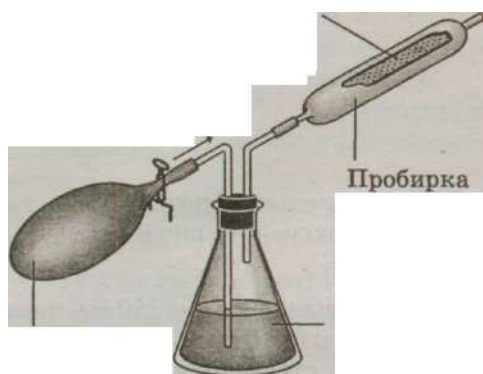
Порядок выполнения работы

1. Приготовьте раствор спирта (80 мл этанола в 100 мл воды). Это сравнимо с разрешенной предельной КАК — 80 мг на 100 г крови.
2. Приготовьте еще два раствора спирта — с более высокой и более низкой концентрацией по сравнению с предыдущей.
3. Соберите три прибора, как показано на рисунке, но без резиновых шаров.
4. До присоединения системы подачи воздуха колбу с раствором спирта подогрейте до 40 °С.

5. С помощью велосипедного насоса надуйте резиновый шар, закройте отверстие зажимом и присоедините шар к прибору.
5. Медленно приоткройте зажим и пропускайте воздух через прибор в течение 1—1 мин. (Автомобилисту дают на тестирование дыхания 10—10 с.)
6. Повторите эксперимент с двумя другими растворами. Шары старайтесь надувать одинаковыми, чтобы объем воздуха, прошедший через прибор, был один и тот же.
7. В каждом случае используйте новую трубку с дихроматом калия.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Насколько подходит этот метод для обнаружения разницы в концентрации растворов этанола?
2. Какие другие изменения окраски содержимого трубки для тестирования на алкоголь можно еще обнаружить?
3. Объясните, почему вам рекомендовано проводить опыт по времени несколько дольше, чем при тестировании водителей на алкоголь.
4. Объясните, почему важно работать с растворами этанола, подогретыми до 40 °С.



1. Дубильные вещества
2. Лабораторная работа Выделение танина из сухого чайного листа и опыты с ним
3. Предварительные сведения
4. В чайном листе обнаружено 130 химических соединений. Среди них важное место занимают дубильные вещества (15—30%), эфирные масла, органические кислоты, флавоноиды, стерины, витамины А, В, В1, РР и особенно Р и С. Причиной появления коричневой или черной окраски могут быть вещества из группы катехинов. Катехины чая обладают свойствами витамина Р, который регулирует проницаемость стенок кровеносных сосудов. Эти бесцветные вещества под влиянием ферментов превращаются в пищевые дубильные вещества.
5. Дубильные вещества легко растворимы в воде. С солями железа дают сине-черное или зелено-черное окрашивание.
6. Дубильные вещества не представляют собой какой-либо строго очерченной группы органических соединений. Дубильные вещества содержатся во многих растениях, находясь в коре, листьях, плодах, древесине. Их особенно много (до 70%) накапливается в чернильных орешках, представляющих болезненные наросты на листьях дуба, образующихся в местах укусов насекомых. В чае содержатся дубильные вещества, из которых наиболее изучены танины. Они обуславливают вяжущий вкус крепкого чая.
7. Для промышленных целей используют другие источники танина — чернильные орешки, галлы или растение сумах.
8. Для экстракции растворимых веществ, чай кипятят с водой.
9. Для опыта лучше взять зеленый чай, так как в нем танинов больше, чем в черном чае.
10. Оборудование и реактивы: спиртовка или электронагреватель (1 шт.), штатив лабораторный (1 шт.), водяная баня (1 шт.), весы технические (1 шт.), химический стакан

на 500 мл (1 шт.), мерный цилиндр на 100 мл (1 шт.), пипетки медицинские (1 шт.), стакан химический (100 мл) (1 шт.), стакан химический (100 мл) (1 шт.), выпарительная чашка (1 шт.), ступка с пестиком (1 шт.), шпатель (1 шт.), воронка коническая (3 шт.), штатив для пробирок (1 шт.), пробирка (1 шт.), зеленый чай, фильтровальная бумага или марля (хлопчатобумажная ткань), стекловата, раствор ацетата свинца (10%) (свинцовая примочка), раствор серной кислоты (1%), раствор гидроксида бария (0,5%), раствор хлорида железа (III) (1%).

Ход работы

I. ЭКСТРАКЦИЯ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

11. Засыпьте в химический стакан на 500 мл пачку зеленого чая (50 г) и залейте чай 100 мл кипящей воды. Кипятите чай на небольшом огне около часа.
12. Соберите прибор для фильтрования и отфильтруйте раствор. Промойте осадок на фильтре 100 мл горячей воды. Вы получите около 100 мл желто-зеленого раствора.

II. ВЫДЕЛЕНИЕ ТАНИНА

1. Прилейте в жидкость 15—10 мл раствора ацетата свинца. Наблюдайте выпадение осадка (танат свинца).
2. Аккуратно слейте жидкость. К осадку добавьте стакан горячей воды, размешайте, дайте отстояться и слейте вновь. Повторите эту операцию 3—4 раза, чтобы удалить ионы свинца.
3. Возьмите пробу на ионы свинца. Для этого отлейте 1—1 мл промывной жидкости в пробирку и добавьте несколько капель разбавленной серной кислоты. Если проба содержит ионы свинца, то раствор мутнеет и поэтому следует повторить промывку.
4. Когда проба будет отрицательной, отфильтруйте осадок через стекловату и на фильтре промойте раствором серной кислоты (50 мл).
5. Собранный раствор нейтрализуйте раствором гидроксида бария. Отфильтруйте выпавший осадок сульфата бария.
6. Упарьте прозрачный раствор досуха на водяной бане. Осадок на дне соскребите и измельчите в порошок (это танин).

III. КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА ТАНИН

1. Поместите 0,5 г танина в стеклянный стаканчик, добавьте 40 мл воды и размешайте до растворения.
2. Затем прибавьте 5—6 капель хлорида железа (III). Наблюдайте почернение жидкости.

Результаты

Заполните таблицу

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите химический состав чая.
2. Где содержатся дубильные вещества?
3. Какие свойства танина лежат в основе экстракции?

Алкалоиды

Лабораторная работа Выделение кофеина из сухого чайного листа и опыты с ним

Предварительные сведения

С чаем и кофе в организм человека поступает постоянный в течение всей жизни поток биологически активных веществ. В чае содержатся тонизирующие вещества — витамины, эфирные масла и другие. Но главная роль принадлежит кофеину из класса алкалоидов. Алкалоиды представляют собой азотсодержащие органические соединения основного характера.

Алкалоиды, как и витамины, относятся к биологически активным природным соединениям. Они находят широкое применение в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

Алкалоиды — это вещества в основном растительного происхождения и реже животного. В растениях часто находится смесь алкалоидов близких по химической структуре. Кроме кофеина к алкалоидам относятся также никотин из табака, папаверин из мака, хинин из

хинного дерева и т. д. Кофеин сначала был найден в кофейных зернах, там его больше, чем в чайных листьях. Содержание алкалоидов в растениях невелико.

В настоящее время для получения кофеина используются более дешевые синтетические и полусинтетические методы.

Кофеин — вещество совершенно определенного и довольно сильного действия. Потребляя, например, ежегодно 5 кг чая, человек получает за год 130 г кофеина. В пересчете на 60 лет жизни это составляет около 8 кг кофеина.

Чай широко используется как оздоровительное средство. Он обеспечивает терморегуляцию человеческого организма, уменьшает число случаев заболеваний верхних дыхательных путей и повышает работоспособность. Кофеин в чае оказывает стимулирующее действие на центральную нервную систему.

Кофе действует более ярко, но менее продолжительно, чем чай. В больших дозах кофе, в отличие от чая, вызывает раздражение слизистой кишечника, а также способствует заболеваниям сердца и сосудов.

Кофеин представляет собой белые игольчатые кристаллы слабогорького вкуса. На воздухе кофеин быстро выветривается. Кофеин неплохо переносит высокие температуры, хорошо экстрагируется водой и не улетучивается при обезвоживании экстракта.

Оборудование и реактивы: спиртовка (1 шт.), весы технические (1 шт.), тигель (фарфоровый и металлический) (1 шт.), пестик со ступкой (1 шт.), выпарительная чашка (1 шт.), штатив лабораторный (1 шт.), водяная баня (1 шт.), пипетки медицинские (1 шт.), стакан химический на 50 мл (1 шт.), пластинка (фарфоровая или керамическая), черный чай, концентрированная азотная кислота, оксид магния, раствор аммиака (15%), вода.

Ход работы

I. ВЫДЕЛЕНИЕ КОФЕИНА

1. Измельчите в ступке 1 чайную ложку черного чая.
2. Взвесьте в стакане примерно 1 г оксида магния.
3. Смешайте в тигле измельченный чай и оксид магния и начните медленно нагревать тигель. Поставьте на тигель выпарительную чашку с холодной водой. Наблюдайте образование на фарфоровой чашке с водой бесцветных кристаллов.
4. Остудите тигель, осторожно снимите чашку с тигля и соскребите кристаллы в стакан.

II. КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА КОФЕИН

1. Положите несколько кристаллов на пластинку. Капните 1—1 капли азотной кислоты.
2. Нагревайте пластинку до тех пор, пока смесь на ней станет сухой. Наблюдайте образование оранжевого цвета.
3. Добавьте 10 капель аммиака. Наблюдайте образование соли красного цвета.

Контрольные вопросы и задания

1. Как называется метод выделения кофеина из чая?
2. Опишите физические свойства кофеина.
3. Какое действие на организм человека оказывает кофеин чая?

Фитобар и работа фармацевта

Предварительные сведения

Фитотерапия — лечение растениями, зародилась в глубокой древности. Долгое время растения оставались почти единственными лекарственными средствами. И только в наше время химия ввела в медицину синтетические лекарственные вещества, изготовленные на фармацевтических заводах.

С развитием современной фармацевтической химии все шире стала распространяться опасность постепенного перенасыщения человеческого организма химическими препаратами. Лекарственные растения и препараты растительного происхождения переносятся лучше синтетических, дают меньше нежелательных побочных эффектов.

Лечебное действие лекарственных растений обусловлено наличием в них биологически

активных веществ — действующих веществ, которые при введении в организм даже в очень малых количествах вызывают определенный физиологический эффект. Эти активные вещества синтезируются самими растениями из неорганических минеральных веществ почвы, воды, из углекислого газа, воздуха. Синтез осуществляется растениями под влиянием световой энергии. Положительное действие природных лекарств нетрудно объяснить. Биологически активные вещества растительной клетки имеют много общего в своем строении с веществами, образующимися в клетках животных и человека.

Наибольшее значение из биологически активных веществ принадлежит аминокислотам, углеводам, фенольным соединениям, эфирным маслам, смолам, ферментам, витаминам, макро- и микроэлементам.

Лекарственные растения редко принимают в переработанном виде. Обычно из них на фармацевтических заводах, фабриках, в аптеках или домашних условиях готовят лекарственные препараты, которые обычно называют лекарством. Производятся и готовятся они в виде различных лекарственных форм-настоек, экстрактов, сиропов, сборов, брикетов, настоев, отваров и т. д.

Из лекарственных растений выделяют как отдельные биологически активные вещества, так и суммарные препараты. Вторая группа препаратов включает комплекс веществ, находящихся в растениях. Такие препараты содержат как основные действующие вещества, так и сопутствующие, и применяются как внутрь, так и наружно.

Качество лекарственного растительного сырья зависит от правильного сбора, сушки, условий хранения и переработки.

С помощью фармакогностического анализа определяют доброкачественность лекарственного растительного сырья, его чистоту, влажность и зольность, а также наличие или отсутствие плесени, амбарных вредителей и количество действующих веществ.

При невозможности установления подлинности сырья по внешним и органолептическим признакам проводят контроль сырья химическими методами анализа с помощью качественных химических реакций на действующие и сопутствующие вещества или используют микроскопический метод определения анатомических диагностических признаков.

Качественные химические реакции на основные группы природных соединений, содержащихся в лекарственном растительном сырье, достаточно точны, не сложны по технике проведения и могут быть использованы в фитобарах и фитоаптеках. Этот вид анализа вместе с другими видами контроля позволяет решать вопрос о правильном приготовлении различных лекарственных форм.

Информация о лекарственных растениях необходима не только специалистам — фармацевтам, фармакогностам, врачам, ботаникам. В ней нуждаются и неспециалисты, поскольку некоторые из лекарственных растений оказались уже на грани исчезновения.

Многие болезни прекрасно вылечиваются травами.

Взять, к примеру, крапиву. Лекарства, равного ей по диапазону возможностей, пожалуй, не найти. Крапива тонизирует, заживляет раны, останавливает кровь, снимает воспаление.

Прекрасно она зарекомендовала себя при лечении сердечно-сосудистых, легочных, нервных, кожных заболеваний. При этом крапива не оказывает на организм ни малейшего побочного отрицательного действия.

Таких чудодейственных трав не перечислить: всего разрешено Государственным фармкомитетом к применению 300 видов лекарственных растений, а всего в нашей стране произрастает 11 тыс. растений.

В медицине широко используют фитонцидосодержащее лекарственное растительное сырье: почки сосны, шишки ели, листья эвкалипта, а также препараты из лука, чеснока.

Фитонциды имеют важное значение в жизни самих растений — способствуют естественной невосприимчивости их к заразным болезням. Для человека эти вещества целебны. Фитонциды губительно действуют на вирусы гриппа, возбудителей дизентерии, туберкулеза и других болезней, ускоряют заживление ран, регулируют секреторную функцию желудочно-кишечного тракта, стимулируют сердечную деятельность, поддерживают стабильность биологической среды, очищают воздух.

Ниже предлагаются рецепты от простуды, содержащие фитонциды.

Оборудование и реактивы: химический стакан на 100 мл (1 шт.), медицинская пипетка (1 шт.), мерный цилиндр на 10 мл (1 шт.), чайная ложка (1 шт.), столовая ложка (1 шт.), морковь, растительное масло, чеснок, лук, мед (сахар), вода.

Ход работы

1. Смешайте свежеприготовленный морковный сок и растительное масло в соотношении 1:1. Добавьте несколько капель чесночного сока и размешайте. Рекомендуется закапывать в нос несколько раз в день.
2. Три столовые ложки мелко нарезанного лука залить 50 мл теплой воды, добавить $\frac{1}{1}$ чайной ложки меда (сахара), настоять в течение 30 мин и закапывать в нос.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите лекарственные формы.
2. Какие Вы знаете биологически активные вещества?
3. Как можно определить качество лекарственного растительного сырья?
4. Какие Вы знаете лекарства от простуды?

Литература.

1. Артеменко А.И. Удивительный мир органической химии. – Дрофа, 1007.
2. Габриелян О.С., Ватлина Л.П. Химический эксперимент в школе. 10 класс: учебно-методическое пособие / - М.: Дрофа, 1005.
3. Куприянова Н.С. Лабораторно-практические работы по химии. 10-11 класс. – М.: Гуматитар. издат. центр ВЛАДОС, 1007.