

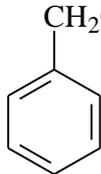
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2-1

Работа посвящена изучению методов синтеза, особенностям строения и реакционной способности спиртов, исследованию их физических и химических свойств.

Необходимые теоретические сведения

Спирты (алкоголи) - это производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на одну или несколько гидроксильных -ОН групп.

Характеристика спиртов по строению углеводородного радикала

предельные	непредельные	ароматические
Этиловый спирт $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Пропаргиловый спирт $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$	Бензиловый спирт 

Характеристика спиртов по числу гидроксильных групп

одноатомные	многоатомные	
Пропанол-1 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Этиленгликоль этандиол-1,2 $\text{HOH}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$	Глицерин Пропантриол-1,2,3 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$

Характеристика спиртов по типу атома углерода, с которым связана -ОН группа

первичный	вторичный	третичный
Бутанол-1 $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	Бутанол-2 $\text{H}_3\text{CCH}_2\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	2-метилпропанол-2 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$

Общие химические методы получения спиртов

1. Окисление алканов и циклоалканов под действием сильных неорганических окислителей, таких как, озон, перманганат калия, оксид хрома (VI), хромовая кислота, диоксид селена, пероксид водорода, а также некоторых надкислоты. Из-за возможности дальнейшего окисления

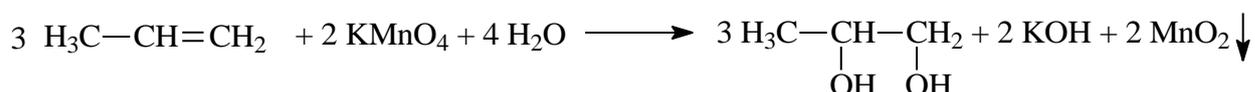
получаемых спиртов, метод имеет значение только для получения третичных спиртов.

2. Спирты могут быть **получены** каталитическим присоединением воды к этиленовым углеводородам (гидратация алкенов).

3. Одноатомные спирты также получают при щелочном гидролизе моногалогенопроизводных углеводородов при нагревании.

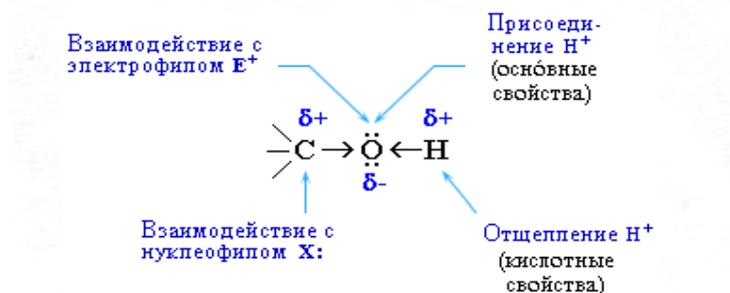
4. Восстановление карбонильных соединений в присутствии катализаторов (Ni, Pt, Pd): альдегиды восстанавливаются до первичных спиртов, кетоны – до вторичных спиртов.

5. Двухатомные спирты можно получать мягким окислением этиленовых углеводородов водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера).



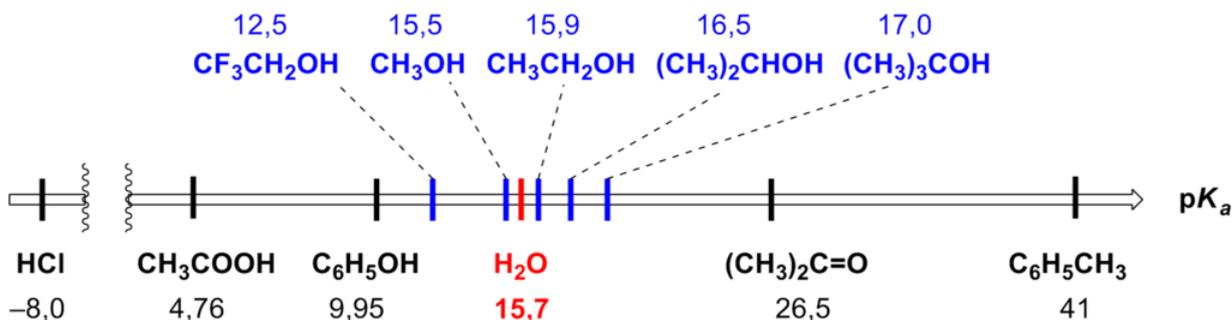
Химические свойства спиртов

определяются реакционной способностью гидроксильной группы и строением связанного с ней углеводородного радикала.

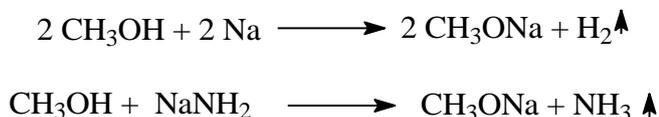


Кислотные свойства спиртов

Спирты проявляют свойства слабых кислот.



Как слабые кислоты, спирты вступают в реакции с щелочными, щелочноземельными и некоторыми другими металлами, с сильными основаниями, например, гидридами или амидами металлов, реактивами Гриньяра. Например,



Основные свойства спиртов

Спирты могут также вести себя как слабые основания Льюиса, образуя с сильными минеральными кислотами соли алкоксония, а также давая донорно-акцепторные комплексы с кислотами Льюиса. Их основность возрастает с увеличением длины или разветвленности углеводородного радикала при гидроксильной группе. Данный эффект наблюдается из-за роста положительного индуктивного эффекта радикала в данном ряду, за счёт которого увеличивается отрицательный заряд на атоме кислорода гидроксильной группы

Реакции нуклеофильного замещения

Гидроксильная группа спирта в присутствии минеральных кислот (HBr, HCl) замещается на галоген. Замещение гидроксильной группы на галоген также протекает под действием галогенидов серы и фосфора (SOCl₂, PBr₃, PBr₅, POCl₃ и др.). Гидроксильную группу также превращают в сульфонатную группу, используя метансульфонилхлорид или *n*-толуолсульфонилхлорид

Реакции, протекающие по связи C–O

В присутствии катализаторов или сильных минеральных кислот происходит **дегидратация спиртов** (отщепление воды), при этом реакция может идти в двух направлениях:

- а) межмолекулярная дегидратация с образованием простого эфира – R-O-R;
- б) при внутримолекулярной дегидратации с образованием алкена

Окисление

Под действием различных окислителей первичные спирты окисляются до альдегидов и далее до карбоновых кислот, причём остановить реакцию на стадии образования альдегидов, предотвратив их дальнейшее окисление удаётся только за счёт использования специальных реагентов (хлорхромата пиридиния или хромата пиридиния). Третичные спирты окисляются только в весьма жёстких условиях с разрушением углеродного скелета

Практическая часть

Реакционную способность спиртов изучить на примере веществ, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Список изучаемых спиртов

№	Название	Формула	Тип спирта	
			Количество -ОН групп	Структурный тип
1	Этанол	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	одноатомный	первичный
2	Пропанол-1	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	одноатомный	первичный
3	Пропанол-2 (изопропиловый спирт)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{OH} \end{array}$	одноатомный	вторичный
4	Бутанол-1	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	одноатомный	первичный
5	2-Метилпропанол-2 (трет-бутиловый спирт)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	одноатомный	третичный
6	Пропан-1,2,3-триол (глицерин)	$\begin{array}{ccccc} \text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH}_2 & & \\ & & & & \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & & \end{array}$	трехатомный	-

1. Изучение физических свойств

1.1. Определение плотности спиртов

Реактивы: Этиловый спирт, бутиловый спирт, изопропиловый спирт

Приборы и материалы: Пикнометры объемом 5 мл, набор ареометров, пипетки, мерные цилиндры (100 мл), аналитические весы.

Задание: В ходе выполнения данной работы определите плотность этилового спирта, бутилового спирта и изопропилового спирта двумя методами и сравните полученные результаты с табличными данными. Сравните плотность этилового спирта, бутилового спирта и изопропилового спирта с плотностями воды, этилового спирта, толуола, уксусной кислоты (конц.).

Ход работы

Методика проведения анализа описана в лабораторной работе 5, часть 1.

1.2. Изучение кислотности и растворимости спиртов в воде

Реактивы: Этиловый спирт, изопропиловый спирт, бутиловый спирт, глицерин, дистиллированная вода.

Приборы и материалы: Пробирки, пипетки, универсальная индикаторная бумага.

Задание: Изучите растворимость различных спиртов в воде. Объясните изменение растворимости на основании анализа свойств гидроксильной группы и углеводородного радикала. Определить рН растворов спиртов с использованием универсальной индикаторной бумаги. Сделайте вывод об их кислотно-основных свойствах.

Ход работы

В пробирку поместите по 1 мл воды и прибавьте 0.5 мл этилового спирта. Проведите аналогичные исследования с другими спиртами и опишите растворимость каждого спирта в воде.

На полоску индикаторной бумаги нанесите по капле полученных растворов. Определить значения рН растворов спиртов с использованием универсальной индикаторной бумаги.

2. Изучение химических свойств

Опыт 2.1. Качественная реакция на многоатомные спирты

С увеличением числа гидроксильных групп в спиртах возрастает подвижность гидроксильных атомов водорода, что приводит их к взаимодействию не только со щелочными металлами, но и щелочами.

Качественным реактивом на многоатомные спирты является щелочной раствор гидроксида меди(II), при взаимодействии с которым многоатомные спирты образуют комплексное соединение с медью ярко-синего цвета

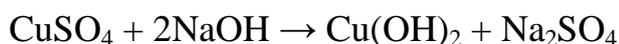
Реактивы: этиловый спирт, этиленгликоль, глицерин, сульфат меди (0.1М раствор), гидроксид натрия (0.1М раствор).

Приборы и материалы: пробирки, водяная баня, электрическая плитка

Задание: Проведите эксперимент. Объясните различие в характере взаимодействия одноатомного, двухатомного и трехатомного спиртов с гидроксидом меди. Напишите уравнение реакции. Можно ли использовать данную реакцию для идентификации многоатомных спиртов?

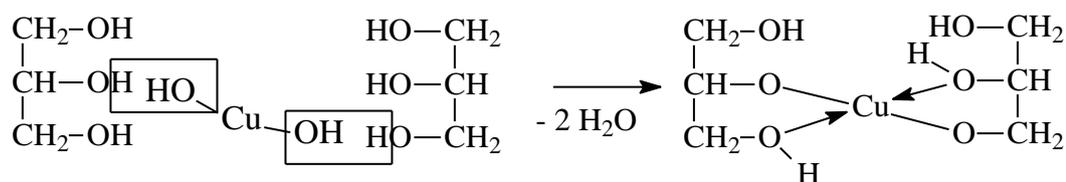
Ход работы

Для проведения данного исследования приготовьте свежий гидроксид меди. Для этого взвесьте 0.5 г (12.5 ммоль) гидроксида натрия и растворите в 6 мл дистиллированной воды. Отдельно взвесьте 6.25 ммоль медного купороса и добавьте к раствору щелочи. Все хорошо перемешайте.



Полученный осадок взболтайте и разделите на четыре части. К первой части добавьте 1 мл этанола, ко второй – 1 мл этиленгликоля, к третьей – 1 мл глицерина, четвертая пробирка оставьте в качестве контрольной пробы. Опишите происходящие изменения в пробирках. Сравните окраску растворов с окраской осадка гидроксида меди в контрольной пробирке

В пробирках с этиленгликолем и глицерином происходит растворение осадка и образование раствора ярко-синего цвета за счет образования хелатного комплексного соединения.



В пробирке с этиловым спиртом осадок не растворяется.

Опыт 2.2. Качественная реакция на первичные, вторичные и третичные спирты (проба Лукаса)

Гидроксильные группы первичных, вторичных и третичных спиртов характеризуются различной реакционной способностью. Для того чтобы их различить используется реактив Лукаса (раствор ZnCl_2 в концентрированной соляной кислоте). В реакцию нуклеофильного замещения вступают только третичные и вторичные спирты.

Реактивы: этиловый спирт, изопропиловый спирт, *трет*-бутиловый спирт, цинк, соляная кислота (конц.).

Приборы и материалы: пробирки, пипетки, водяная баня.

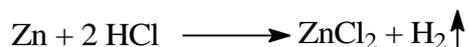
Задание: Проведите эксперимент. Объясните происходящие изменения. Результаты наблюдений запишите в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты исследования реакции нуклеофильного замещения -ОН группы в спирте на -Cl группу

Спирт	Формула	Структурный тип	Происходящие изменения	Время реакции, мин	Продукт реакции
Этиловый спирт					
Изопропиловый спирт					
<i>Трет</i> -бутиловый спирт					

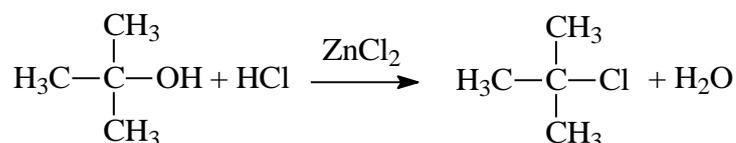
Ход работы

К 1 мл соляной кислоты добавьте несколько кристалликов цинка и все перемешайте до полного растворения цинка.



В данной реакции ZnCl_2 выступает в роли катализатора.

К полученному раствору прибавьте 3–4 капли *трет*-бутилового спирта. Пробирку энергично встряхните и поставьте в стакан с водой (25–35 °С) на 2 мин. На дне образуется маслянистый слой жидкости. Зафиксируйте время появления маслянистой жидкости.



Проделайте аналогичные эксперименты с изопропиловым (вторичным) и этиловым (первичным) спиртами.

Опыт 2.3. Качественная реакция на первичные, вторичные и третичные спирты (Окисление спиртов бихроматом калия)

Реактивы: этиловый спирт, изопропиловый спирт, *трет*-бутиловый спирт, бихромат калия (5% раствор), серная кислота (конц.).

Приборы и материалы: пробирки, пипетки, штатив с лапками, спиртовка.

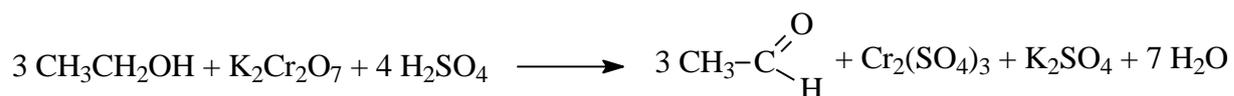
Задание: Проведите эксперимент. Объясните происходящие изменения. Заполните таблицу 3.

Таблица 3. Результаты исследования реакции окисления спиртов бихроматом калия

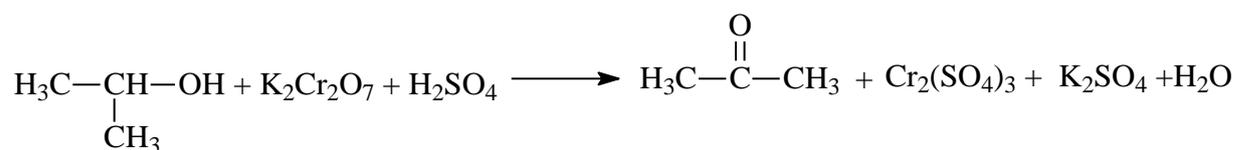
Спирт	Формула	Структурный тип	Происходящие изменения	Продукты реакции
Этиловый спирт				
Изопропиловый спирт				
<i>Трет</i> -бутиловый спирт				

Ход работы

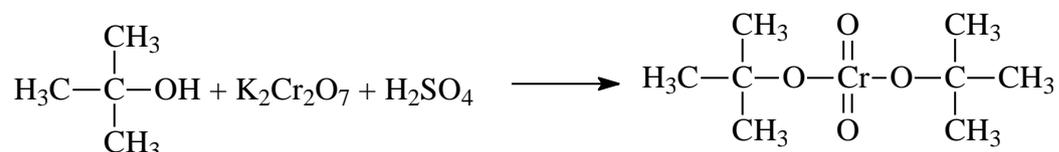
В сухую пробирку поместите 0.2 мл этилового спирта, добавьте 0.1 мл серной кислоты и 0.2 мл бихромата калия. Пробирку закрепите в штативе и осторожно нагрейте в пламени спиртовки. Цвет раствора меняется с оранжевого на синевато-зеленый. Ощущается запах уксусного альдегида (запах прелых или моченых яблок). Изменение цвета раствора указывает на восстановление ионов Cr(VI) до Cr(III).



Проведите аналогичный опыт с изопропиловым и *трет*-бутиловым спиртами. В случае изопропилового (вторичный спирт) цвет смеси изменяется с оранжевого до зеленого, при этом спирт окисляется до кетона.



Третичные спирты хромовой кислотой не окисляются, но дают эфиры хромовой кислоты, окрашенные в желтый или винно-красный цвет.



Опыт 2.4. Реакция окисления спиртов перманганатом калия

Реактивы: этиловый спирт, глицерин, перманганат калия (0.1%раствор), серная кислота (10% раствор)

Приборы и материалы: пробирки, пипетки, водяная баня.

Задание: Проведите эксперимент. Объясните изменение цвета перманганата калия. Напишите уравнение реакции для реакции окисления бутанола. Сделайте вывод о влиянии структуры спирта на характер взаимодействия с перманганатом калия.

Ход работы

В пробирку с 1 мл раствора перманганата калия налейте 1 мл этилового спирта, прилейте 0.5 мл раствора серной кислоты. Энергично встряхните и дайте смеси отстояться. Если реакция не идет, то слегка нагрейте пробирку слабым пламенем горелки. Происходит обесцвечивание розового раствора. Ощущается запах уксусного альдегида (запах прелых или моченых яблок).



Проделайте аналогичный эксперимент с бутиловым спиртом.

Опыт 2.5. Взаимодействие многоатомных спиртов с твердым перманганатом калия

Реактивы: Этиловый спирт, глицерин, этиленгликоль, серная кислота (конц), перманганат калия (крист.).

Приборы и материалы: Фарфоровая чашка, пипетки, аналитические весы, шпатели.

Задание: Проведите эксперимент. Объясните изменение цвета перманганата калия. Напишите уравнение реакции. Влияет ли структура спирта на характер взаимодействия с перманганатом калия?

Ход работы

В фарфоровую чашку поместите 100 мг перманганата калия. Прилейте 2-3 капли этилового спирта. Опишите происходящие изменения. Проделайте аналогичный опыт с глицерином и этиленгликолем.

Опыт 2.6. Осаждение белков этанолом

Белки (протеины, полипептиды - высокомолекулярные органические вещества, состоящие из α -аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью. Денатурация – разрушение вторичной и третичной структуры белка, происходящее при нагревании или при взаимодействии с растворителями. Первичная структура при денатурации сохраняется. При денатурации изменяются физические свойства: снижается растворимость, способность к гидратации, теряется биологическая активность. Меняется форма белковой макромолекулы, происходит агрегирование. Одновременно с этим

увеличивается активность некоторых химических групп, облегчается воздействие на белки протеолитических ферментов, а следовательно, он легче гидролизуется. Гидролиз белков в кислой или щелочной средах может приводить к разрушению первичной структуры белка и образованию аминокислот. Например, если к водному раствору белка прибавить, этиловый спирт, то происходит осаждение белка. Механизм действия спирта объясняется связыванием воды, что приводит к дегидратации мицелл белка и понижению их устойчивости в растворе. В присутствии небольшого количества солей (например, NaCl) осадок образуется быстрее. Ионы солей связываются коллоидными частицами белка и нейтрализуют их заряд. Если осаждение проводить «на холоду» и полученный осадок быстро отделить от спирта, то белок может быть снова растворен в воде. В этом случае денатурация не успевает произойти и осаждение обратимо.

Реакция осаждения белков этанолом лежит в основе антисептики. Под действием этанола происходит денатурация белков микроорганизмов. В результате обработки этанолом кожи рук персонала, инъекционного поля, операционного поля патогенная микрофлора обезвреживается.

Реактивы: этиловый спирт, белок (4%-й водн.), NaCl (тв.)

Приборы и материалы: пробирки, пипетки, штатив с лапками, спиртовка.

Задание: Проведите эксперимент. Объясните происходящие изменения с белком.

Ход работы

В пробирку прилейте 1-2 мл раствора белка. Добавьте 0.1 г NaCl. Все хорошо перемешайте. Затем прилейте 1-2 мл этилового спирта (по каплям) и сильно взболтайте. Через несколько минут выпадает мелкий осадок белка.

Опыт 2.7. Обнаружение этилового спирта в растворах

Реакция получения йодоформа является очень чувствительной на содержание этилового спирта в воде. Она позволяет определить наличие этилового спирта в растворе до 0.05 % вес.

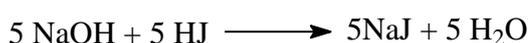
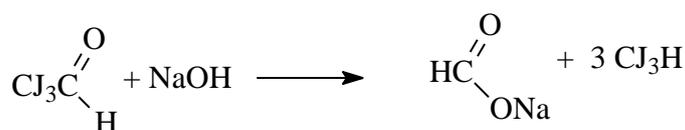
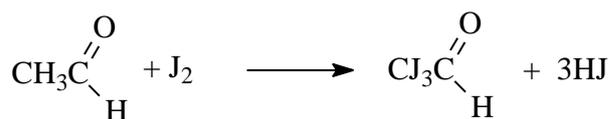
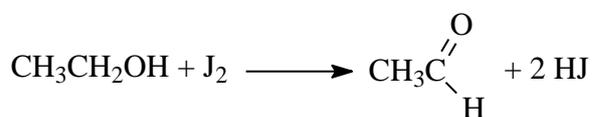
Реактивы: этиловый спирт, раствор Люголя, гидроксид натрия (0.1М раствор).

Приборы и материалы: пробирки, пипетки, штатив с лапками, спиртовка.

Задание: Проведите эксперимент. Объясните происходящие изменения.

Ход работы

В пробирку поместите 0.5 мл этилового спирта. Добавьте 1 мл раствора Люголя (основной компонент раствора Люголя – йод). Затем при перемешивании по каплям добавляйте раствор гидроксида натрия до полного обесцвечивания смеси. Через некоторое время появляется желтоватый осадок йодоформа.



Нагрейте пробирку с йодоформом. Раствор становится прозрачным. При охлаждении в воде вновь появляется осадок йодоформа

Опыт 2.8. Получение диэтилового эфира из этилового спирта

Реактивы: Этиловый спирт, серная кислота (конц.).

Приборы и материалы: Пробирки, пипетки, штатив с лапками, водяная баня.

Задание: Проведите эксперимент. Что является основным признаком образования простого эфира? Напишите уравнения основной и побочных реакции. Напишите механизм реакции. Влияет ли соотношение этиловый спирт:серная кислота на состав образующихся продуктов реакции. Объясните, почему реакцию проводят при незначительном нагревании.

Ход работы

В сухую пробирку внесите 0.5 мл этанола и 0.5 мл концентрированной серной кислоты. Смесь осторожно подогрейте на водяной бане до образования бурого раствора. К еще горячей смеси осторожно добавьте ещё 0.5 мл этилового спирта.

Вопросы по работе

1. Какие соединения называются спиртами?
2. Классификация спиртов
3. Сравните кислотно-основные свойства спиртов, фенолов и карбоновых кислот. Назовите параметр, который обычно используют для характеристики кислотности соединений. Сравните кислотные свойства одноатомных и многоатомных спиртов.
4. Известно, что растворимость спиртов в воде уменьшается в ряду: метиловый спирт, этиловый спирт, пропиловый спирт, бутиловый спирт, гексиловый спирт. Объясните эту зависимость.
5. Какие существуют способы получения одноатомных спиртов?
6. Какие существуют способы получения многоатомных спиртов?
7. Основные химические свойства одноатомных спиртов.
8. Основные химические свойства многоатомных спиртов. Сравните свойства многоатомных спиртов со свойствами одноатомных спиртов
9. Назовите основные качественные реакции на одноатомные спирты.
10. Назовите основные качественные реакции на многоатомные спирты.