**14.09.2020г.**

**Тема:**Кислородсодержащие органические соединения

**Задание:**Конспект в тетрадь.

*Время выполнения – 2 часа.*

**Спирты. Простые эфиры. Фенолы**

**Спирты** – производные углеводородов, содержащие функциональную группу **ОН** (гидроксил). Спирты, в которых имеется одна группа ОН, называются*одноатомными,*а спирты с несколькими группами ОН —*многоатомными.*

Названия некоторых распространенных спиртов приведены в табл. 9.

По строению различают спирты*первичные, вторичные*и*третичные,* в зависимости от того, при каком атоме углерода (первичном, вторичном или третичном) находится группа ОН:



Одноатомные спирты – бесцветные жидкости (до Cl2Н25ОН), растворимые в воде. Простейший спирт —*метанол* СН3ОН чрезвычайно ядовит. С увеличением молярной массы температура кипения спиртов повышается.



Молекулы жидких одноатомных спиртов ROH ассоциированы за счет водородных связей:



(эти связи аналогичны водородным связям в чистой воде).

При растворении в воде молекулы ROH образуют водородные связи с молекулами воды:



Водные растворы спиртов ROH имеют нейтральную среду; другими словами, спирты практически не диссоциируют в водном растворе ни по кислотному, ни по основному типу.

Химические свойства одноатомных спиртов обусловлены присутствием в них функциональной группы ОН.

Водород группы ОН в спиртах может замещаться на металл:



Этанолаты и производные других спиртов*(алкоголяты)*легко гидролизуются:



Группу ОН в спиртах можно заместить на Cl или Br:



При действии на спирты водоотнимающих средств, например концентрированной H2SO4, происходит*межмолекулярная дегидратация:*



Продукт реакции —*диэтиловый эфир* (С2Н5)2O – относится к классу **простых эфиров**.

В более жестких условиях дегидратация становится*внутримолекулярной* и образуется соответствующийалкен:



*Многоатомные спирты* рассмотрим на примере простейших представителей двух– и трехатомных спиртов:



При комнатной температуре они – бесцветные вязкие жидкости с температурами кипения 198 и 290 °C соответственно, неограниченно смешиваются с водой. Этиленгликоль ядовит.

Химические свойства многоатомных спиртов подобны свойствам спиртов ROH. Так, в этиленгликоле одну или две группы ОН можно заместить на галоген:



Кислотные свойства многоатомных спиртов проявляются в том, что (в отличие от одноатомных спиртов) водород группы ОН замещается на металл под действием не только металлов, но и гидроксидов металлов:

а)



б)



(стрелками в формуле гликолята меди показано образование ковалентных связей медь – кислород по донорно-акцепторному механизму).

Аналогично реагирует с гидроксидом меди (II) глицерин:



Гликолят и глицерат меди (II), имеющие ярко-синюю окраску, позволяют качественно **обнаруживать** многоатомные спирты.

*Получение* одноатомных спиртов в **промышленности** – гидратация алкенов в присутствии катализаторов (H2SO4, Al2O3), причем присоединение воды к несимметричнымалкенам происходит по правилу Марковникова:



(способ получения вторичного спирта), или присоединение к алкенам СО и Н2 в присутствии кобальтового катализатора (процесс называется*гидрофоржилирование):*



(способ получения **первичного спирта**).

В **лаборатории** (а иногда и в **промышленности**) спирты получают взаимодействием галогенпроизводных углеводородов с водой или водным раствором щелочи при нагревании:



Этанол С2Н5ОН образуется также при*спиртовом брожении* сахаристых веществ, например глюкозы:



Этиленгликоль получают в двухстадийном процессе:

а)*окисление этилена:*



б) *гидратация этиленоксида:*



Глицерин ранее получали омылением жиров (см. 20.3), современный трехстадийный способ – постепенное окисление пропена (приведена только схема процесса):



Спирты используют как сырье в органическом синтезе, в качестве растворителей (для лаков, красок и т. п.), а также в бумажной, полиграфической, парфюмерной, фармакологической и пищевой промышленности.

**Простые эфиры** – класс органических соединений, содержащих мостиковый атом кислорода – О– между двумя углеводородными радикалами: R – О—R'. Самый известный и широко применяемый простой эфир – *диэтиловый эфир* С2Н5—О – С2Н5. Бесцветная, легкоподвижная жидкость с характерным («эфирным») запахом, в лабораторной практике его называют просто эфиром. Почти не смешивается с водой, tкип = 34,51 °C. Пар эфира воспламеняется на воздухе. Получают диэтиловый эфир при межмолекулярной дегидратации этанола (см. выше), основное применение – растворитель.

**Фенолы** – это спирты, в которых группа ОН непосредственно связана с бензольным кольцом. Простейший представитель —*фенол* С6Н5—ОН. Белые (розовеющие на свету) кристаллы с сильным запахом, tпл = 41 °C. Вызывает ожоги кожи, ядовит.

Для фенола характерна значительно большая кислотность, чем для ациклических спиртов. Вследствие этого фенол в водном растворе легко реагирует с гидроксидом натрия:



Отсюда тривиальное название фенола —*карболовая кислота.*

Отметим, что группа ОН в феноле никогда не замещается ни на какие другие группы или атомы, но делает **более подвижными** атомы водорода бензольного кольца. Так, фенол легко реагирует с бромом в воде и азотной кислотой, образуя соответственно 2,4,6-трибромфенол (I) и 2,4,6-тринитрофенол*(II,* традиционное название —*пикриновая кислота):*



Фенол в **промышленности** получают нагреванием хлорбензола с раствором гидроксида натрия под давлением при 250 °C:



Фенол применяют в качестве сырья для производства пластмасс и смол, полупродуктов для лакокрасочной и фармацевтической промышленности, как дезинфицирующее средство.

**Альдегиды и кетоны**

**Альдегиды и кетоны** – это производные углеводородов, содержащие функциональную карбонильную группу **СО**. В альдегидах карбонильная группа связана с атомом водорода и одним радикалом, а в кетонах с двумя радикалами.

Общие формулы:



Названия распространенных веществ этих классов приведены в табл. 10.

Метаналь – бесцветный газ с резким удушающим запахом, хорошо растворим в воде (традиционное название 40 %-ного раствора—*формалин),* ядовит. Последующие члены гомологического ряда альдегидов – жидкости и твердые вещества.

Простейший кетон – пропанон-2, более известный под названием*ацетон,* при комнатной температуре – бесцветная жидкость с фруктовым запахом, tкип = 56,24 °C. Хорошо смешивается с водой.

Химические свойства альдегидов и кетонов обусловлены присутствием в них карбонильной группы СО; они легко вступают в реакции присоединения, окисления и конденсации.



В результате **присоединения** водорода к **альдегидам** образуются **первичные спирты:**



При восстановлении водородом **кетонов** образуются **вторичные спирты:**



Реакция **присоединения** гидросульфита натрия используется для выделения и очистки альдегидов, так как продукт реакции малорастворим в воде:



(действием разбавленных кислот такие продукты превращаются в альдегиды).

**Окисление** альдегидов проходит легко под действием кислорода воздуха (продукты – соответствующие карбоновые кислоты). Кетоны сравнительно устойчивы к окислению.

Альдегиды способны участвовать в реакциях **конденсации**. Так, конденсация формальдегида с фенолом протекает в две стадии. Вначале образуется промежуточный продукт, являющийся фенолом и спиртом одновременно:



Затем промежуточный продукт реагирует с другой молекулой фенола, и в результате получается продукт **поликонденсации** —*фенолформальдегидная смола:*



*Качественная реакция* на альдегидную группу – реакция «серебряного зеркала», т. е. окисление группы С(Н)O с помощью оксида серебра (I) в присутствии гидрата аммиака:



Аналогично протекает реакция с Cu(ОН)2, при нагревании появляется красный осадок оксида меди (I) Cu2O.

*Получение*: общий способ для альдегидов и кетонов – *дегидрирование* (окисление) спиртов. При дегидрировании **первичных** спиртов получают **альдегиды**, а при дегидрировании вторичных спиртов – **кетоны**. Обычно дегидрирование протекает при нагревании (300 °C) над мелкораздробленной медью:



При окислении первичных спиртов **сильными** окислителями (перманганат калия, дихромат калия в кислотной среде) процесс трудно остановить на стадии получения альдегидов; альдегиды легко окисляются до соответствующих кислот:



Более подходящим окислителем является оксид меди (II):



Ацетальдегид в **промышленности** получают по реакции Кучерова (см. 19.3).

Наибольшее применение из альдегидов имеют метаналь и этаналь.*Метаналь* используют для производства пластмасс (фенопластов), взрывчатых веществ, лаков, красок, лекарств.*Этаналь* – важнейший полупродукт при синтезе уксусной кислоты и бутадиена (производство синтетического каучука). Простейший кетон – ацетон используют в качестве растворителя различных лаков, ацетатов целлюлозы, в производстве кинофотопленки и взрывчатых веществ.

**Карбоновые кислоты. Сложные эфиры. Жиры**

Карбоновые кислоты – это производные углеводородов, содержащие функциональную группу СООН (*карбоксил).*

*Формулы* и*названия* некоторых распространенных карбоновых кислот приведены в табл. 11.

Традиционные названия кислот НСООН (*муравьиная),*СН3СООН*(уксусная),* С6Н5СООН*(бензойная)* и (СООН)2*(щавелевая)* рекомендуется использовать вместо их систематических названий.

*Формулы* и*названия* кислотных остатков приведены в табл. 12.

Для составления названий солей этих карбоновых кислот (а также их сложных эфиров, см. ниже) обычно используются традиционные названия, например:





Низшие карбоновые кислоты – бесцветные жидкости с резким запахом. При увеличении молярной массы температура кипения возрастает.

Карбоновые кислоты обнаружены в природе:



Простейшие карбоновые кислоты растворимы в воде, обратимо диссоциируют в водном растворе с образованием катионов водорода:



и проявляют общие свойства кислот:



Важное практическое значение имеет взаимодействие карбоновых кислот со спиртами (подробнее см. ниже):



Отметим, что кислота НСООН вступает в реакцию «серебряного зеркала» как альдегиды:



и разлагается под действием водоотнимающих реактивов:



*Получение:*

• окисление альдегидов:



• окисление углеводородов:

а)



б)



Кроме того, муравьиную кислоту получают по схеме:



а уксусную кислоту – по реакции:



Применяют*муравьиную кислоту* как протраву при крашении шерсти, консервант фруктовых соков, отбеливатель, дезинфекционный препарат.*Уксусную кислоту* используют как сырье в промышленном синтезе красителей, медикаментов, ацетатного волокна, негорючей кинопленки, органического стекла. Натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот – основные компоненты мыла.

**Сложные эфиры** – продукты обменного взаимодействия карбоновых кислот со спиртами. Это взаимодействие называется реакцией*этерификации:*



Механизм реакции этерификации был установлен при использовании спирта, меченного изотопом 18O; этот кислород после реакции оказался в составе **эфира** (а не воды):



Следовательно, в отличие от реакции нейтрализации неорганической кислоты щелочью (Н+ + ОН- = Н2O), в реакции этерификации карбоновая кислота всегда отдает группу **ОН**, спирт – атом **Н** (образуется вода). Реакция этерификации обратима; она лучше протекает в **кислотной** среде, обратная реакция (*гидролиз, омыление)* – в щелочной среде.

*Формулы* и*названия* распространенных сложных эфиров приведены в табл. 13.



Среди сложных эфиров есть бесцветные низкокипящие горючие жидкости с фруктовым запахом, например:



Используются сложные эфиры как растворители для лаков, красок и нитратов целлюлозы, носители фруктовых ароматов в пищевой промышленности.

Сложные эфиры трехатомного спирта – глицерина и высших карбоновых кислот (в общем виде RCOOH), например с формулами и названиями:



носят названия*жиров.* Примером жира будет смешанный сложный эфир глицерина и этих кислот:



Чем выше содержание остатков олеиновой кислоты (или других ненасыщенных кислот), тем ниже температура плавления жира. Жидкие при комнатной температуре жиры называются*маслами.* Путем гидрогенизации, т. е. присоединения водорода по двойной связи, масла превращают в твердые жиры (например, растительное масло – в маргарин). Реакция этерификации (образования жира) обратима:



Прямая реакция лучше идет в **кислотной** среде, обратная реакция – гидролиз, или омыление, жира – в **щелочной** среде; при пищеварении жир омыляется (расщепляется) с помощью ферментов.

**Углеводы**

**Углеводы** (*сахара*) – важнейшие природные соединения, состоящие из углерода, водорода и кислорода. Углеводы подразделяются на моносахариды, дисахариды и полисахариды. Моносахариды не подвергаются гидролизу, а остальные углеводы при кипячении в присутствии кислот расщепляются до моносахаридов.

*Моносахариды* (и все другие углеводы) относятся к полифункциональным соединениям. В молекуле моносахарида имеются функциональные группы разных типов: группы **ОН** (спиртовая функция) и группы **СО** (альдегидная или кетонная функция). Поэтому различают*альдозы* (альдегидоспирты, спиртоальдегиды) и*кетозы* (кетоноспирты, спиртокетоны).

Важнейший представитель альдоз —*глюкоза:*



а представитель кетоз —*фруктоза:*



Глюкоза*(виноградный сахар)* и фруктоза*(фруктовый сахар)* являются структурными изомерами, их молекулярная формула С6Н12O6.

Глюкозу можно отличить от фруктозы так же, как любой альдегид от кетона, – по реакции «серебряного зеркала» в аммиачном растворе Ag2O:



Этерификация глюкозы и фруктозы (например, уксусной кислотой) приводит к образованию сложных эфиров по всем пяти группам ОН (заменяются на ОСОСН3).

Однако не все реакции, характерные для альдегидов, протекают с глюкозой; например, не идет реакция присоединения с участием гидросульфита натрия. Причина в том, что молекула глюкозы может существовать в трех изомерных формах, из которых две формы (? и ?) – **циклические**. В растворе все три формы находятся в состоянии равновесия, причем открытая (альдегидная) форма, приведенная выше, содержится в **наименьшем** количестве:



Циклические формы глюкозы не содержат альдегидной группы. Они отличаются друг от друга только пространственным расположением атома Н и группы ОН у атома углерода C1 (рядом с кислородом в цикле):



*Дисахариды* образуются из двух молекул моносахаридов путем межмолекулярной дегидратации. Так,*сахароза*(обычный*сахар)* C12Н22О11 является продуктом соединения остатков глюкозы и фруктозы за счет отщепления воды:



При гидролизе в кислотной среде сахароза вновь переходит в моносахариды:



Получившаяся смесь —*инвертный сахар* – содержится в мёде. При 200 °C сахароза, теряя воду, превращается в бурую массу*(карамель).*

*Полисахариды – крахмал* и*целлюлоза (клетчатка) –*продукты поликонденсации (межмолекулярной дегидратации) соответственно ?– и ?-форм глюкозы, их общая формула (С6Н10О5)n. Степень полимеризации крахмала составляет 1000–6000, а целлюлозы 10 000—14 000. Целлюлоза – наиболее распространенное в природе органическое вещество (в древесине массовая доля целлюлозы доходит до 75 %). Крахмал (легче) и целлюлоза (труднее) подвергаются гидролизу (условия: H2SO4 или НCl, > 100 °C); конечный продукт – глюкоза.

Большое практическое значение имеют сложные эфиры целлюлозы с уксусной кислотой:



Их используют в производстве искусственного ацетатного волокна и кинофотопленок.

**15.09.2020г.**

**Задание:**1.Посмотреть видео опыта[**https://yandex.ru/video/preview?filmId=17545312317899552945&from=tabbar&parent-reqid=1600099177261215-1023729730325494374800141-production-app-host-vla-web-yp-86&text=Растворение+глицерина+в+воде+и+взаимодействие+с+гидроксидом+меди+%28II%29.+Свойства+уксусной+кислоты**](https://yandex.ru/video/preview?filmId=17545312317899552945&from=tabbar&parent-reqid=1600099177261215-1023729730325494374800141-production-app-host-vla-web-yp-86&text=Растворение+глицерина+в+воде+и+взаимодействие+с+гидроксидом+меди+%28II%29.+Свойства+уксусной+кислоты)**.**

2.Выполнить практическую работу.

*Время выполнения -2 часа.*

**Практическая (лабораторная) работа № 10**

**Тема:** Растворение глицерина в воде и взаимодействие с гидроксидом меди (II). Свойства уксусной кислоты.

**Цель:** Овладение навыками проведения химических опытов, с соблюдением правил техники безопасности, подтверждающих свойства глицерина, уксусной кислоты.

**Задача:** Закрепление знаний по теме «Кислородсодержащие органические соединения».

**Реактивы и оборудование:** Штатив с пробирками, держатель, горелка, стеклянная палочка. Растворы веществ: глицерина, уксусной кислоты, гидроксида натрия, сульфата меди (II), этилового спирта, серной кислоты, металлический магний, индикатор синий лакмус, вода.

**Теоретические основы**

***Спирты.***

 Химические свойства спиртов обусловлены в основном разрывом связи кислород – водород, а связь углерод – кислород остается незатронутой. Спирты амфотерны и обычно не являются ни сильными кислотами, ни сильными основаниями.

1. Спирты легко взаимодействуют с металлическим натрием:

C2H5OH + 2Na→ 2C2H5ONa + H2

1. Многоатомные спирты взаимодействуют с нерастворимыми основаниями:

СН2ОН H2C ─ O

│ │ Cu

СНОН + Cu(OH)2 → HC ─ O

│ │

СН2ОН H2C ─ OH + 2H2O

 синий раствор – глицерат меди

3. При окислении этилового спирта в кислой среде образуется вещество – альдегид, содержащий альдегидную группу.

С2Н5ОН + О → СН3 ─ C ═ O

 /

 Н уксусный альдегид

***Карбоновые кислоты.***

Карбоновымикислотаминазываются органические вещества, содержащие одну или несколько карбоксильных групп – СООН.

 Химические свойства

 1. при диссоциации образуют ионы водорода:

R ─COOH → R─COO- + H+

2. реагируют с активными металлами и их оксидами, со щелочами:

2СН3СООН + К → 2СН3СООК + Н2

 ацетат калия

 СН3СООН + КОН → СН3СООК + Н2О

3. взаимодействуют со спиртами с образованием сложных эфиров:

СН3 ─ C ═ O + Н ─ O ─ С2Н5 → СН3 ─ C ═ O + Н2О

 │ │

 ОН О ─ С2Н5

 этиловый эфир уксусной кислоты

**Выполнение работы**

**1. Растворение глицерина в воде и взаимодействие с гидроксидом меди (II).**

1.1. В пробирку прилейте 4мл воды и прилейте 2мл глицерина. Запишите наблюдения.

1.2. В пробирку прилейте 2мл раствора соли CuSO4 и 4мл раствора щелочи NaOH. К полученному осадку Cu(OH)2 прилейте раствор глицерина. Запишите наблюдения и уравнение химической реакции.

**2. Свойства уксусной кислоты.**

2.1. Диссоциация уксусной кислоты. В пробирку прилейте 2мл раствора CH3COOH и добавьте 1 каплю синего лакмуса. Запишите наблюдения и уравнение химической реакции.

2.2. Взаимодействие уксусной кислоты с активным металлом. В пробирку поместите небольшое количество Mg и прилейте 2мл раствора CH3COOH. Запишите наблюдения и уравнение химической реакции.

2.3.Взаимодействие уксусной кислоты со спиртом. В пробирку прилейте 2 мл уксусной кислоты, 2 мл этилового спирта и 2 мл конц. серной кислоты. Смесь перемешайте и медленно нагрейте, но не кипятите. Обратите внимание на появившийся запах. Запишите наблюдения. Полученную горячую смесь перелейте в пробирку с насыщенным раствором хлорида натрия. Запишите наблюдения и уравнение химической реакции получения эфира.

**Контрольные вопросы**

**1уровень**

1. Почему глицерин в отличие от одноатомных спиртов взаимодействует с основанием?

2.Какие свойства уксусной кислоты сходны со свойствами неорганических кислот?

**2 уровень**

1. Как можно обнаружить в растворах глицерин?

2. Как можно обнаружить в растворах уксусную кислоту?

**3 уровень**

1. Как можно обнаружить глюкозу и глицерин в пробирках без надписи.

Сформулируйте вывод по работе.

**Выполненное задание присылать на почту:****kseniya.voronova87@bk.ru**