

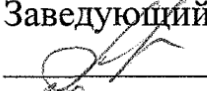
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Факультет инженерных систем и экологии

Кафедра инженерной экологии и химии

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

 Н.В.Левчук
«30» 04 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 О.П.Мешик
«30» 04 2025 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

(название дисциплины)

для специальности (направления специальности):

7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений

(шифр и название специальности, направления специальности)

Составитель: Антонюк Е.К., старший преподаватель

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета университета 26.06 2025 г., протокол № 4.

per. ~ YAKK 24/25-138

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Органическая химия» содержит:

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Конспект лекций по курсу «Органическая химия» для студентов специальности «Строительство зданий и сооружений» (профилизация – Производство строительных изделий и конструкций, Эффективные строительные технологии).

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Тематический план лабораторных занятий для студентов специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений.

2.2. Техника лабораторных работ.

2.3. Учебные материалы для аудиторной и самостоятельной работы студентов.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Материалы для итоговой аттестации. Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Органическая химия» для специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения дисциплины:

Дисциплина «Органическая химия» является одним из базовых курсов для изучения специальности «Строительство зданий и сооружений».

Цель и задачи дисциплины:

Целью изучения дисциплины при подготовке инженеров по специальности 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений» является формирование у них системы химических знаний и опыта их применения, а также развитие химического мышления, для того чтобы будущие специалисты могли решать возникающие химические задачи в своей профессиональной деятельности.

Органическая химия является важной составной частью химической науки. Достижения органической химии в значительной степени определяют развитие современной фармацевтики и медицины, успехи сельского хозяйства и технологии переработки продуктов питания, возможность эффективной переработки природного углеродного сырья. Большой вклад вносит органическая химия и в современную строительную промышленность. Так, например, синтетические полимеры широко используются в качестве органических вяжущих, являются основой для создания полимерных композиционных материалов, с их помощью создаются новые отделочные материалы.

Целью лабораторных занятий является закрепление и углубление лекционного материала, теоретическое и экспериментальное изучение общих основ органической химии, а также приобретение навыков самостоятельной исследовательской работы и обработки результатов эксперимента.

Задачами обучения органической химии в вузе являются:

- формирование представлений об особенностях химического строения и природе химической связи в органических соединениях, а также о механизмах реакций в органической химии;

- освоение химических знаний на основе фактического материала современной органической химии для понимания сущности технологических процессов, связанных с переработкой и использованием органических вяжущих, конструкционных полимерных материалов, клеев, грунтовок, красок, отделочных материалов;

- формирование у студентов научного мировоззрения, понимания значения методов химической науки, направленных на познание окружающего мира;

- формирование у студентов рациональных приёмов мышления, умения анализировать и систематизировать данные, получаемые в ходе химического эксперимента или решения задач;

- развитие навыков самостоятельной работы, нацеленных на приобретение новых знаний, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

По окончании изучения дисциплины студенты должны *знать:*

- современные представления о строении органических веществ в природе, химической связи в них;

- особенности влияния химического строения на свойства органических соединений;

- основные закономерности протекания химических процессов с участием органических соединений;

- химические свойства важнейших классов органических соединений и методы их получения.

уметь:

- давать наименования органическим соединениям согласно номенклатурным требованиям ИЮПАК;

- составлять уравнения химических реакций с участием органических соединений;

- использовать знания о химических процессах и свойствах органических веществ с целью наиболее оптимальной организации и экологической безопасности технологических процессов.

Учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Органическая химия» представляет собой комплекс систематизированных учебных и методических материалов. ЭУМК разработан с учётом основных положений концепции системы непрерывного образования Республики Беларусь. Он предназначен для подготовки студентов специальности (направления специальности) 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений (профилизация – Производство строительных изделий и конструкций, Эффективные строительные технологии.

ЭУМК разработан в соответствии со следующими нормативными документами:

- Положением об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным постановлением Министерства образования Республики Беларусь №167 от 26.07.2011 г.

- Положением об учебно-методическом комплексе по учебной дисциплине учреждения образования «Брестский государственный технический университет» от 31.01.2019 г.

- Учебной программой по дисциплине «Органическая химия» № УД 24-2-015/уч. от 15.01.2025 г. для специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений (профилизация – Производство строительных изделий и конструкций, Эффективные строительные технологии.

Цели ЭУМК:

- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

- организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательному стандарту высшего образования 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений, а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. Материал представлен на требуемом

методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

Структура электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Органическая химия»

Теоретический раздел ЭУМК представлен конспектом лекций, рекомендованным для изучения дисциплины при организации самостоятельной работы студентов.

Практический раздел ЭУМК содержит тематические планы, учебные материалы для аудиторной и самостоятельной работы студентов.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы для итоговой аттестации, примерный перечень вопросов, выносимых на зачет.

Вспомогательный раздел включает учебную программу по дисциплине основную и дополнительную литературу и другую справочную информацию.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК

Использование разработанного ЭУМК предполагает работу студентов с конспектом лекций при подготовке к выполнению и защите лабораторных работ, к выполнению расчетных заданий на практических занятиях, к сдаче зачета по одноименной дисциплине. Кроме того, теоретический материал полезен при выполнении соответствующих разделов дипломных проектов.

ЭУМК направлен на повышение эффективности учебного процесса и организацию целостности системы учебно-предметной деятельности по дисциплине «Органическая химия», что является одним из важнейших направлений стратегических инноваций образования. В этом контексте организация изучения дисциплины на основе ЭУМК предполагает продуктивную учебную деятельность, позволяющую сформировать профессиональные компетенции будущих специалистов, обеспечить развитие познавательных и созидательных способностей личности. ЭУМК способствует успешному усвоению студентами учебного материала, дает возможность планировать и осуществлять самостоятельную работу студентов, обеспечивает рациональное распределение учебного времени по темам учебной дисциплины и совершенствование методики проведения занятий.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Конспект лекций
по курсу «Органическая химия»
для студентов специальности «Строительство зданий и сооружений»**

Тема № 1. Введение. Особенности строения атома углерода	7
Тема № 2. Теория химического строения органических соединений	10
Тема № 3. Углеводороды	13
3.1. Алканы	13
3.2. Алкены	18
3.3. Алкины	21
3.4. Диены	23
3.5. Ароматические углеводороды. Арены	27
Тема № 4. Кислородосодержащие соединения	31
4.1. Спирты	31
4.2. Фенолы	36
4.3. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны	37
4.4. Карбоновые кислоты	40
Тема № 5. Высокомолекулярные соединения	45

ВВЕДЕНИЕ

Органическая химия занимается изучением соединений углерода, их структуры, свойств, методов синтеза.

Почти до тридцатых годов девятнадцатого века считалось, что эти вещества могут быть синтезированы только в живых организмах в присутствии некоторой «жизненной силы». Получение в 1828 году в лабораторных условиях немецким химиком Ф.Вёлером мочевины и щавелевой кислоты из минеральных веществ поколебало эту точку зрения. Но для всеобщего признания открытия Вёлера потребовалось около 20 лет. За это время удалось синтезировать немало других органических соединений. Началось широкое развитие синтетической органической химии.

Новый важный этап развития органической химии наступил в 60-е годы девятнадцатого века после разработки учения о строении органических соединений А.Купером, Ф.Кекуле и А.М.Бутлеровым. С тех пор органическую химию стали считать химией соединений углерода.

На сегодняшний день насчитывается около 20 миллионов органических соединений, разнообразие которых колоссально. Ежедневно синтезируются новые вещества, использующиеся для получения новых материалов, лекарственных препаратов, средств защиты растений, красителей, различных видов топлива, хладагентов, взрывчатых веществ и др.

Органическая химия включает в себя целый комплекс экспериментальных методов и теоретических представлений: синтез, очистку, определение структуры соединений; определение механизмов реакций, выявление связи между структурой и реакционной способностью веществ; выделение индивидуальных компонентов из природного сырья.

Именно к органической химии в наибольшей степени применимы слова французского химика Марселена Бертло: «Химия создала свой предмет. Эта творческая способность, подобная искусству, коренным образом отличает химию от остальных естественных и гуманитарных наук.»

Тема №1. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ АТОМА УГЛЕРОДА

Многообразие органических соединений во многом объясняется уникальной способностью атомов углерода образовывать углерод-углеродные цепочки различной длины благодаря высокой прочности химических связей C – C. При этом углеродные атомы могут быть соединены друг с другом одинарными, двойными, тройными связями. Возможно образование разнообразных разветвлённых цепей и циклических структур, которые к тому же могут включать в себя другие атомы (кислород, азот, серу и т.д.).

Рассмотрим строение атома углерода. Его электронная формула имеет $1s^2 2s^2 2p^2$. Атом содержит два энергетических уровня, валентные электроны ($2s^2 2p^2$) отделены от ядра единственным электронным слоем. Это обеспечивает

прочность взаимодействия ядра и валентных электронов (из-за слабого экранирования поля ядра), а, следовательно, прочность образующихся связей.

В стационарном состоянии атом углерода имеет два неспаренных электрона из четырёх и способен образовать не более трёх химических связей (Рис.1). В возбужденном состоянии у атома четыре неспаренных валентных электрона, способных образовать четыре ковалентные связи.

А) С (стационарное состояние)

Б) С* (возбуждённое состояние)

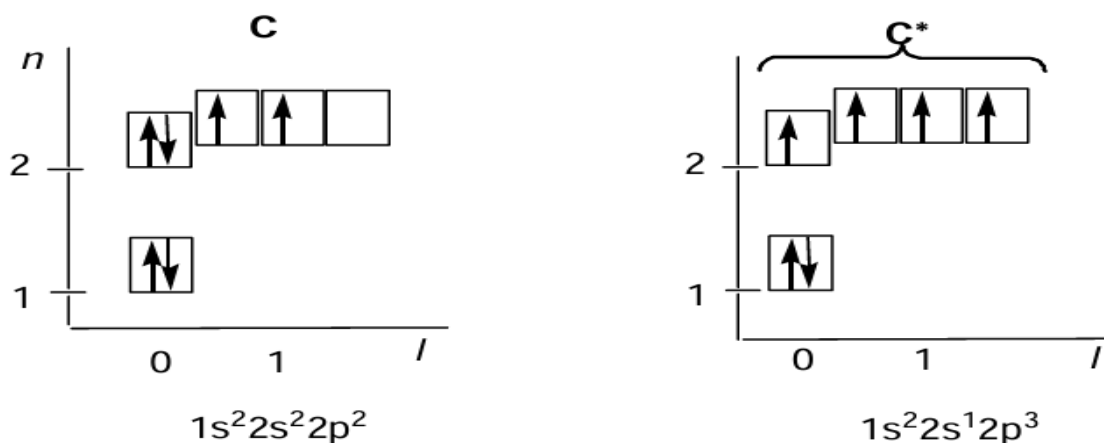


Рис.1. Модели атома углерода в стационарном (А) и в возбуждённом состоянии (Б)

В образовании химических связей участвуют гибридные орбитали атома углерода, образующиеся из атомных s- и p-орбиталей второго энергетического уровня. В молекулах органических соединений атом углерода может находиться в состоянии sp , sp^2 и sp^3 -гибридизации. В образовании гибридных орбиталей атома участвует одна s-орбиталь и одна, две или три p-орбитали в зависимости от типа гибридизации. Число гибридных орбиталей равно числу 5 исходных смешивающихся. Гибридные орбитали располагаются в пространстве таким образом, чтобы максимально удалиться друг от друга. Химические связи образуются в результате перекрывания атомных орбиталей, а их пространственное расположение определяет геометрию молекул.

1.1 Типы гибридизации атома углерода

Четыре sp^3 -гибридные орбитали образуются в результате «смещения» одной s- и трёх p-орбиталей атома углерода. Эти орбитали расположены под углом $109^\circ 28'$ друг относительно друга. Они направлены из центра тетраэдра к его вершинам (Рис.2). Такой тип гибридизации характерен для предельных и циклических углеводородов. sp^3 -гибридные орбитали участвуют в образовании σ -связей в молекулах этих соединений.



Рис.2. Схема взаимного расположения sp^3 -гибридных орбиталей (А) и модель молекулы метана (Б)

В состоянии sp^2 -гибридизации в атоме углерода образуются три гибридные sp^2 -орбитали, расположенные под углом 120° и находящиеся в одной плоскости, и одна p -орбиталь, перпендикулярная к этой плоскости. Такой тип гибридизации наблюдается в молекулах, содержащих двойные связи. Например, в алкенах или алкадиенах. sp^2 -гибридные орбитали участвуют в образовании σ -связей, образующих плоский каркас молекулы, а p -орбитали образуют π -связь, перпендикулярную этой плоскости (Рис.3).

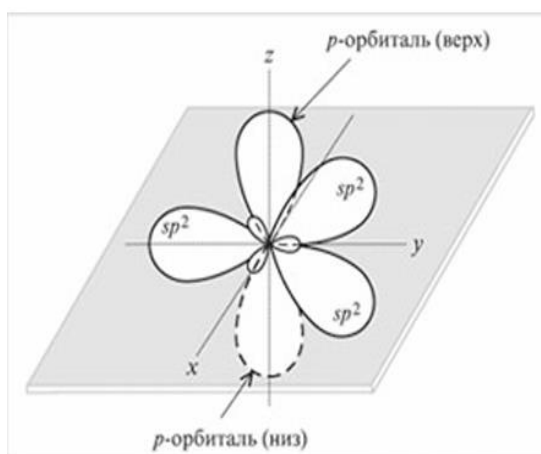


Рис.3. Модель пространственного расположения sp^2 -гибридных орбиталей

В состоянии sp -гибридизации атом углерода содержит две sp -гибридные орбитали, расположенные под углом 180° вдоль прямой, и две p -орбитали, перпендикулярные друг другу и линии расположения гибридных орбиталей. sp -орбитали образуют две σ -связи, а p -орбитали – две π -связи. Между двумя связанными друг с другом атомами углерода, находящимися в состоянии sp -гибридизации, находится тройная связь (Рис.4). Такое связывание атомов осуществляется в молекулах алкинов.

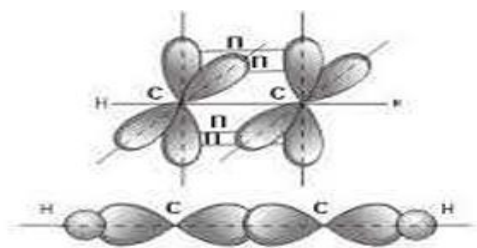


Рис.4. Схема образования тройной связи в молекуле ацетилена

Тема №2 ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Основой органической химии является структурная теория или теория химического строения органических соединений, созданная в XIX веке русским учёным А.М.Бутлеровым и немецким химиком Ф.Кекуле. Основные положения этой теории, сформулированные в современных терминах, следующие:

1) атомы в молекулах связаны друг с другом химическими связями в соответствии с их валентностями. Атом углерода в молекулах органических соединений четырёхвалентен;

2) физические и химические свойства органических соединений зависят не только от их качественного и количественного состава, но и от их структуры, то есть последовательности соединения атомов и их пространственного расположения;

3) атомы в молекуле оказывают взаимное влияние друг на друга.

2.1. Изомерия

Изомеры – вещества, имеющие одинаковый состав, но разное строение молекул и разные свойства. Молекулярные формулы изомеров одинаковы, а структурные формулы различны.

Различают структурную и пространственную изомерию.

Структурные изомеры отличаются друг от друга порядком соединения атомов в молекуле, то есть химическим строением.

Пространственные изомеры, имеющие одинаковое строение, отличаются расположением атомов в пространстве.

Существуют несколько видов структурной изомерии:

1) *изомерия углеводородного скелета*

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ – н-бутан; (C_4H_{10})

$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3$ – 2-метилпропан; (C_4H_{10}).

|

CH_3

2) *изомерия положения кратных связей или функциональных групп*

$\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ бутен-1 и $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ бутен-2;

$\text{H}_2\text{C}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ бутанол-1 и $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ бутанол-2

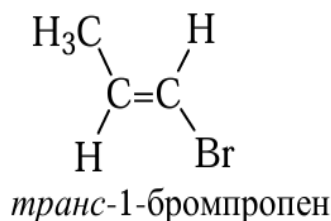
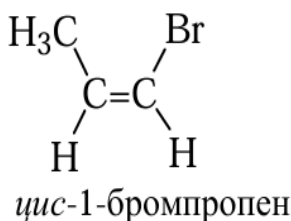
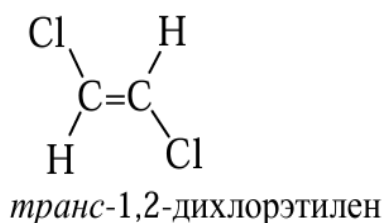
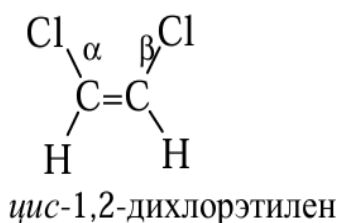
3) межклассовая изомерия

$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) диметиловый эфир (класс простых эфиров) и $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) этиловый спирт (класс одноатомных спиртов);

$\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (C_4H_6) бутин-1 (класс алкинов) и $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ (C_4H_6) бутадиен-1,2 (класс алкадиенов).

Видами пространственной изомерии является цис-, транс- изомерия (геометрическая изомерия), характерная для соединений, содержащих двойную связь или цикл, и оптическая изомерия.

Цис-, транс-изомеры образуются в том случае, если у атомов углерода при двойной связи оба заместителя разные.



Оптические изомеры образуют соединения, имеющие хотя бы один атом углерода, соединённый с четырьмя различными заместителями. Оптические изомеры обладают практически одинаковыми физическими и химическими свойствами, но по-разному взаимодействуют с поляризованным светом.

2.2. Химические связи и электронные эффекты

В молекулах органических соединений присутствуют в основном ковалентные связи. Сравнивая значения электроотрицательностей атомов (Табл.1), можно оценить преимущественный характер ковалентной связи.

Таблица 1

Значения электроотрицательностей некоторых атомов (по Полингу)

Элемент	F	O	N	Cl	Br	C	S	I	H	P
Электроотрицательность	4,0	3,5	3,0	3,0	2,8	2,5	2,5	2,5	2,1	2,1

Смещение электронной плотности химических связей вследствие различной электроотрицательности атомов и особенностей их строения называется электронными эффектами

Смещение электронной плотности по σ - связям называется индуктивным эффектом (I-эффект). Смещение электронной плотности по системе π -связей называется мезомерным эффектом (М-эффект).

Если атом или группа атомов обладают электронодонорными свойствами, то есть увеличивают электронную плотность у соседних с ними атомов углерода, то электронные эффекты этих групп считают положительными (+I, +М-эффект). +I-эффект проявляют алкильные группы, +М-эффект проявляют группы, имеющие не поделённые электронные пары: $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-OH$, $-NH_2$.

Если под воздействием групп атомов, обладающих электроноакцепторными свойствами, электронная плотность в цепи атомов углерода молекулы уменьшается, эффект считается отрицательным ($-I$, $-M$ -эффект). $-I$ эффект проявляют группы: $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-OH$, $-NH_2$, $-NO_2$. $-M$ -эффект проявляют группы: $=C=O$, $-NO_2$, $-COOH$.

2.3. Классы органических соединений. Гомологические ряды

Соединения, сходные по строению и свойствам, состав молекул которых отличается друг от друга на одну или несколько групп $-CH_2-$, называются гомологами. Последовательность гомологов называется гомологическим рядом. Группа $-CH_2-$ называется гомологической разностью. Состав всех молекул одного гомологического ряда может быть представлен общей формулой (Табл.2).

Таблица 2

Формулы гомологических рядов углеводородов

Класс углеводородов	Общая формула
Алканы	C_nH_{2n+2}
Алкены	C_nH_{2n}
Циклоалканы	C_nH_{2n}
Алкины	C_nH_{2n-2}
Алкадиены	C_nH_{2n-2}

В молекулах органических соединений выделяют углеродный скелет – цепочку связанных друг с другом атомов углерода, и функциональную группу – группу атомов, определяющих химические свойства соединения и принадлежность к определённому классу (Табл.3).

Классификация органических соединений по функциональным группам

Класс	Функциональная группа	Название группы	Примеры соединений
Галогенпроизводные углеводородов	-F, -Cl, -Br, -I	Галоген	CH ₃ Cl, C ₂ H ₅ Br
Спирты	-OH	Гидроксильная группа	CH ₃ OH, C ₂ H ₅ OH
Альдегиды, кетоны	>C=O	Карбонильная группа	CH ₃ CH=O, CH ₃ C(O)CH ₃
Карбоновые кислоты	-COOH	Карбоксильная группа	CH ₃ COOH, HCOOH
Амины	-NH ₂	Аминогруппа	CH ₃ NH ₂

Тема №3 УГЛЕВОДОРОДЫ

Соединения, в состав которых входят только атомы углерода и водорода, носят название углеводородов. Существует несколько типов такого рода соединений в зависимости от того, как соединены между собой атомы углерода. Углеводороды с открытой цепью называются **ациклическими**, если атомы углерода в молекуле замыкаются в кольцо, то соединения называются **карбоциклическими**. Ациклические углеводороды подразделяются на предельные, содержащие одинарные связи, и непредельные, содержащие кратные связи. Карбоциклические углеводороды разделяют на алициклические (циклоалканы, циклоалкены) и ароматические (родственные бензолу).

3.1. Алканы**3.1.1. Строение молекул, номенклатура, изомерия, физические свойства**

Алканы – это ациклические углеводороды, атомы углерода в которых соединены между собой одинарными σ -связями. Алканы часто называют предельными или насыщенными углеводородами, поскольку в них достигнута максимальная степень насыщения атомами водорода. Брутто-формула гомологического ряда алканов C_nH_{2n+2}. В технической литературе алканы чаще всего называют парафиновыми углеводородами или парафинами. В молекулах алканов атомы углерода находятся в sp³-гибридном состоянии, образуя валентные углы 109°28'.



Рис.5. Модели молекулы метана

Молекулы представляют собой линейные или разветвлённые цепи, количество атомов углерода в которых может существенно различаться. Углеродные каркасы молекул подвижны, они могут изгибаться, сворачиваться и другими способами менять свою форму. Различные пространственные формы молекул, переходящие друг в друга в результате вращения их фрагментов вокруг одинарных связей, называют конформациями.

Первые четыре представителя гомологического ряда алканов: CH_4 – метан, C_2H_6 – этан, C_3H_8 – пропан и C_4H_{10} – бутан, - имеют тривиальные названия. Начиная с C_5H_{12} , названия гомологов образуются от греческих или латинских числительных и окончания «-ан» (Табл.4).

Таблица 4

Состав и названия алканов

Число атомов углерода	Брутто-формула	Название
1	CH_4	Метан
2	C_2H_6	Этан
3	C_3H_8	Пропан
4	C_4H_{10}	Бутан
5	C_5H_{12}	Пентан
6	C_6H_{14}	Гексан
7	C_7H_{16}	Гептан
8	C_8H_{18}	Октан
9	C_9H_{20}	Нонан
10	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Декан
11	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	Ундекан
20	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	Эйкозан
40	$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$	Тетраконтан

Для того чтобы дать название разветвлённому предельному углеводороду, пользуются системой правил, разработанной Международным союзом чистой и прикладной химии (правила IUPAC).

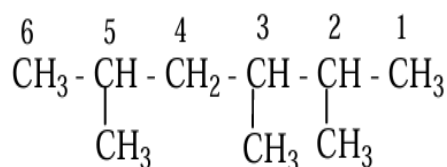
1. В качестве основы выбирается наиболее длинная нормальная цепь атомов углерода; соединённые с ней алкильные группы рассматриваются как заместители.

2. Выбранная главная цепь нумеруется арабскими цифрами, начиная с крайнего атома углерода; заместители получают номера в соответствии с их положением в цепи. Направление нумерации выбирается так, чтобы заместители получили наименьшие номера. Названия алкильных заместителей или радикалов образуются от соответствующих названий алканов с заменой окончания «-ан» на «-ил».

3. Арабскими цифрами указываются номера атомов углерода, при которых находятся заместители, перечисляются радикалы по алфавиту, затем называется главная цепь.

4. Число одинаковых радикалов указывается приставками ди-, три-, тетра-, цифрами указывается положение каждого из одинаковых радикалов.

Пример.



2,3,5-триметилгексан

(но не 2,4,5-триметилгексан)

Алканы состава C_1 – C_4 при комнатной температуре – газы, следующие 12 соединений – жидкости, а начиная с гептадекана $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ – твёрдые вещества.

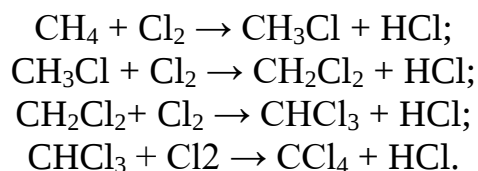
Алканы – неполярные соединения, поэтому они практически не растворимы в воде, но хорошо растворимы в неполярных растворителях.

3.1.2. Химические свойства алканов

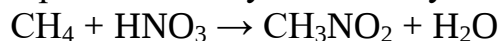
В молекулах алканов все четыре валентности атома углерода задействованы на образование одинарных σ -связей с четырьмя соседними атомами. Связи $\text{C}-\text{C}$ и $\text{C}-\text{H}$ достаточно прочны, поэтому реакционная способность этих соединений низкая. Основным механизмом реакций с участием алканов является радикальное замещение. Эти процессы требуют достаточно большой затраты энергии и поэтому протекают только в присутствии катализаторов или при высоких температурах, либо при интенсивном освещении.

Радикальное фотохимическое хлорирование и бромирование – характерные реакции алканов.

Хлорирование. В процессе взаимодействия метана с хлором на свету происходит последовательное замещение атомов водорода с образованием смеси хлорпроизводных метана.



Нитрование. Нитрование алканов – реакция замещения атома водорода на нитрогруппу – осуществляется действием азотной кислоты в газовой фазе при 400°C. Реакция протекает по радикальному механизму.

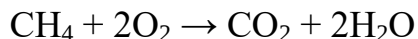


Дегидрирование. Алканы отщепляют водород при нагревании до 400 - 600°C в присутствии катализаторов: Ni, Pt, Pd, Cr₂O₃ – при этом образуются алкены.



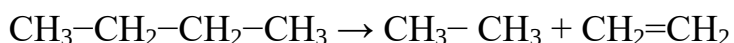
При дегидрировании алканов, содержащих больше пяти атомов углерода, образуются циклоалканы.

Окисление. В присутствии избытка кислорода алканы полностью сгорают до воды и углекислого газа.



При проведении окисления в присутствии катализаторов возможно получение из алканов карбоновых кислот, кетонов и спиртов.

Нагревание алканов при температуре 500-700°C приводит к разрыву связей C-C, в результате чего образуются предельные и непредельные углеводороды с меньшим числом атомов углерода. Этот процесс называется **термическим крекингом**.

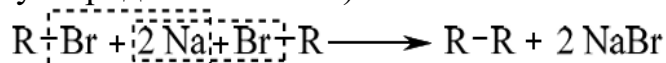


Проведение крекинга в присутствии катализаторов – смеси оксидов алюминия и кремния – вызывает образование разветвлённых изомерных алканов. Это процесс **каталитического крекинга**. Нагревание неразветвлённых алканов при повышенном давлении (4-5 атм) в присутствии катализатора платины приводит к образованию ароматических углеводородов. Этот процесс называется **риформингом**.

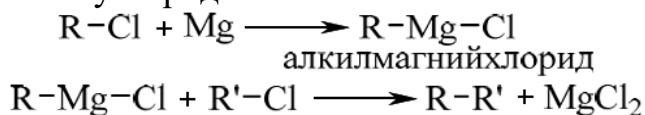
3.1.3. Получение и применение алканов

Алканы получают фракционной перегонкой сырой нефти. Поэтому лабораторные методы синтеза немногочисленны и мало используются на практике.

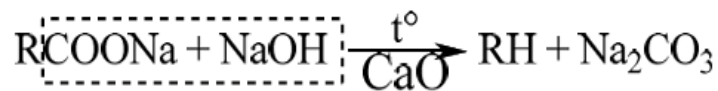
Реакция Вюрца позволяет синтезировать алканы с чётным числом атомов углерода (удвоение углеродного скелета).



По реакции Гриньяра получают углеводороды как с чётным, так и с нечётным числом атомов углерода.



Декарбоксилированием солей карбоновых кислот при их сплавлении со щелочами синтезируют углеводороды с меньшим на один числом атомов углерода, чем было в составе кислоты.



В процессе электролиза растворов солей карбоновых кислот (синтез Кольбе) на аноде образуются углеводороды.

Алканы используются в быту и на производстве как горючее: природный газ – в газовых горелках, бензин, керосин и газойль – автомобильное и авиационное топливо, мазут – на тепловых электростанциях. Алканы – сырьё для синтеза разнообразных органических веществ: алкенов, алкинов, спиртов, альдегидов, кетонов, кислот. Они хорошие растворители для малополярных веществ.

3.1.4. Битумы и дегти

Органические вяжущие бывают 2-х типов – битумные и дегтевые.

Главные свойства:

- Способность сцепляться с любыми материалами благодаря большой вязкости;
- Стойкость к любым агрессивным веществам;
- Несмачиваемость и водонепроницаемость;
- Пластичность в горячем состоянии и относительная твердость при нормальной и пониженной температуре;
- Погодоустойчивы, хорошие изоляторы.

Битумы – твердые или смолоподобные водонерастворимые смеси высокомолекулярных УВ, циклических и ароматических соединений и их производных.



Природный битум используют только в производстве битумного лака в качестве исходного сырья.

Нефтяной (искусственный) битум бывает 3-х разновидностей: жидкий, мягкий, твердый. Жидкий битум применяют, в основном, для получения холодного асфальтобетона. Полутвердый битум идет на производство гидроизоляционных материалов, эмульсий и обмазок, для приготовления асфальта и асфальтовых растворов. Из твердого битума получают рулонные кровельные материалы и мастики.

Деготь – продукт, представляющий собой смесь высокомолекулярных ароматических УВ и их производных, получаемый при переработке твердого топлива. Бывает жидким или вязким.

Имеет схожий с битумом состав и примерно те же области применения. Но материалы на основе дегтя, обладая немного худшими свойствами, применяются все реже, вытесняясь битумными.

3.2. Алкены

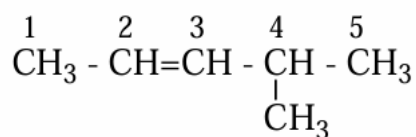
3.2.1. Строение молекул и номенклатура

Алкены – это ациклические углеводороды, содержащие одну двойную связь между атомами углерода.

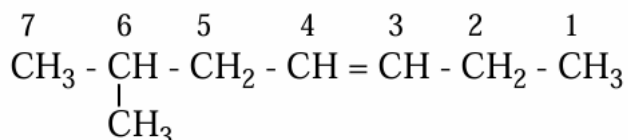
Общая формула гомологического ряда алкенов – C_nH_{2n} . Алкены называют ненасыщенными или непредельными углеводородами, так как эти соединения в меньшей степени насыщены атомами водорода по сравнению с алканами (предельными углеводородами).

Названия алкенов строятся из названий алканов путём замены суффикса -ан на -ен или на -илен (по рациональной номенклатуре). Например: C_2H_4 – этен или этилен; C_3H_6 – пропен или пропилен.

Для того чтобы назвать алкен, выбирается главная углеродная цепь, содержащая двойную связь. Нумерация цепи начинается с того конца, к которому ближе двойная связь.



4-метилпентен-2 (а не 2-метилпентен-3)



6-метилгептен-3

Каждый из двух атомов углерода, находящихся в sp^2 -гибридном состоянии, образует три σ -связи, расположенные под углом 120° , а p-

электроны, расположенные перпендикулярно плоскости σ -связей, образуют π -связь.

Непредельным соединениям ряда этилена свойственны структурная изомерия углеродного скелета, изомерия положения двойной связи и пространственная цис-транс-изомерия.

Алкены не растворимы в воде, но хорошо растворимы в неполярных растворителях: бензоле, эфирах, хлороформе. Плотность их меньше воды. Температуры кипения повышаются с увеличением длины цепи и очень близки к температурам кипения алканов.

3.2.2. Химические свойства алкенов

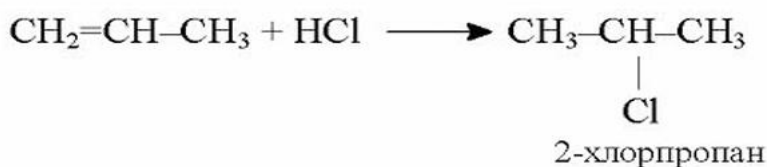
Наличие двойной связи обеспечивает участие алкенов в реакциях электрофильного присоединения. К молекулам алкенов могут присоединяться молекулы водорода, галогенов, галогеноводородов, воды. В этих реакциях двойная связь $C=C$ превращается в одинарную $C-C$, образуется насыщенное соединение.

Механизм реакции электрофильного присоединения рассмотрен на примере **реакции галогенирования** этилена. Присоединение молекулы галогена происходит легко в обычных условиях, особенно в среде полярных растворителей. Обесцвечивание бромной воды – качественная реакция на наличие кратных связей в органических соединениях.



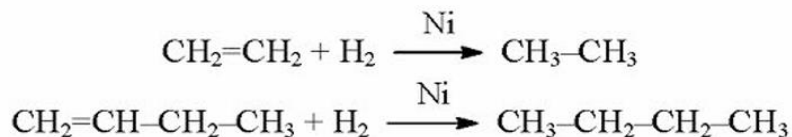
Реакции гидрогалогенирования протекают аналогично.

Присоединение галогеноводородов к несимметричным алкенам протекает через образование наиболее устойчивого карбокатиона: атом водорода присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода (правило Марковникова).



Аналогично происходит **гидратация** алкенов – **присоединение молекулы воды**.

Гидрирование – присоединение водорода – протекает в присутствии катализаторов – никеля, платины, палладия. Реакция не требует высоких температур и давлений.



Окисление алкенов, в отличие от алканов, протекает легко. Реакция протекает под действием водного раствора перманганата калия. Состав продуктов зависит от характера среды, в которой проводится окисление.

Мягкое окисление протекает в нейтральной среде (реакция Вагнера).

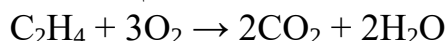


Жёсткое окисление проводится кислыми растворами KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ при нагревании.

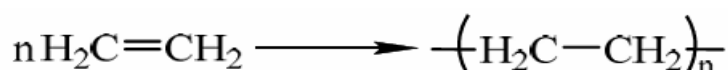


При пропускании алкенов через раствор перманганата калия наблюдается исчезновение малиновой окраски KMnO_4 .

Алкены горят на воздухе светящимся пламенем.



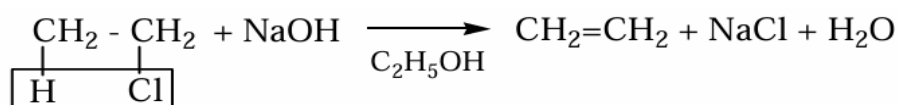
Реакции полимеризации с участием алкенов могут протекать по радикальному или ионному механизмам и лежат в основе промышленного синтеза полимеров. В общем виде схему полимеризации полиэтилена можно представить так:



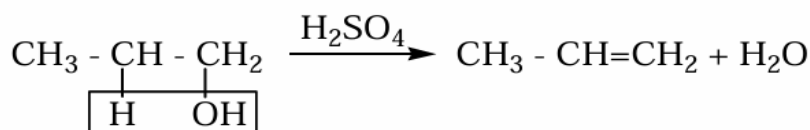
3.2.3. Получение и применение алкенов

В промышленности алкены получают путём каталитического дегидрирования алканов и термическим крекингом нефтепродуктов. В лаборатории алкены получают дегидратацией спиртов, проводя её нагреванием в присутствии серной кислоты.

Действием спиртового раствора щёлочи, цинковой пыли на галогенопроизводные алканов также можно получить алкены.



Дегидратация и дегидрогалогенирование спиртов осуществляется по правилу Зайцева: атом водорода отщепляется преимущественно от менее гидрогенизированного атома углерода.



Наиболее широкое применение в промышленном органическом синтезе находят первые представители гомологического ряда алкенов – этилен, пропилен и бутилен, которые получают при крекинге нефти. Они служат исходным сырьём для получения спиртов, хлорзамещённых углеводородов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Полиэтилен, полипропилен, полистирол – полимеры – многотоннажные продукты, полученные полимеризацией алкенов.

3.3. Алкины (ацетиленовые углеводороды)

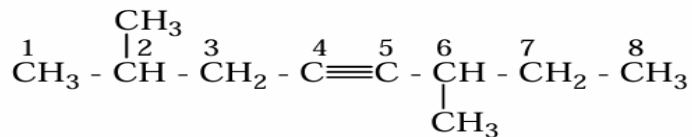
Алкинами называются ненасыщенные ациклические углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь между атомами углерода.

Общая формула гомологического ряда алкинов $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Простейший алкин – ацетилен – был открыт в 1836 г. Э. Дэви в светильном газе.

3.3.1. Строение молекул и номенклатура

Атомы углерода, участвующие в образовании тройной связи, находятся в sp -гибридном состоянии. Угол между двумя гибридными орбиталями – 180° , два p -электрона каждого атома задействованы на образование двух π -связей, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Для алкинов характерна изомерия положения кратной связи и изомерия углеродного скелета. Названия алкинов строятся аналогично названиям алкенов: главная цепь должна содержать тройную связь, атом углерода при тройной связи должен получить наименьший номер. В названиях суффикс –ан соответствующего предельного углеводорода меняется на –ин.



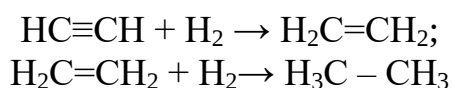
2,6-диметилоктин-4

3.3.2. Физические и химические свойства алкинов

- При обычных условиях алкины
 - C_2H_2 - C_4H_6 – газы,
 - C_5H_8 - $\text{C}_{16}\text{H}_{30}$ – жидкости,
 - с $\text{C}_{17}\text{H}_{32}$ – твердые вещества.
- имеют более высокие температуры кипения, чем аналоги в алкенах.
- плохо растворимы в воде, лучше — в органических растворителях.

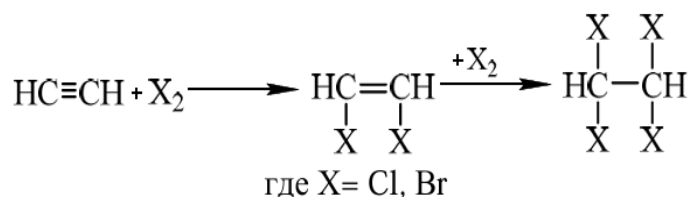
Наличие тройной связи в молекулах алкинов определяет их склонность к реакциям присоединения. Однако, в отличие от алкенов, могут протекать и реакции замещения «кислого» атома водорода.

Присоединение по тройной связи. Водород, хлор и бром присоединяются к алкинам в две стадии.



Катализаторами для процесса гидрирования служат никель, платина и палладий.

Присоединение галогенов протекает медленнее, чем к алкенам. Обесцвечивание бромной воды может служить качественной реакцией на тройную связь.

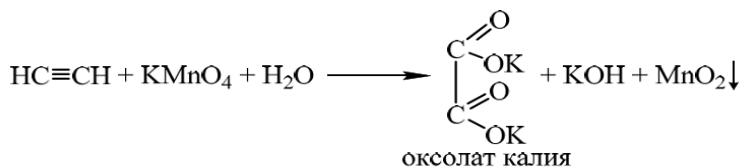


Галогенводороды присоединяются к алкинам с образованием галогеналкенов, а затем дигалогеналканов. Присоединение к несимметричным алкинам идет по правилу Марковникова.

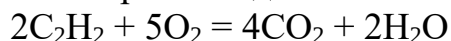
Молекулы алкинов могут реагировать друг с другом, образуя димеры и тримеры.

Реакции замещения. Атом водорода в молекуле ацетилена обладает «кислыми» свойствами, так как электронная плотность по связи C–H сильно смещена к атому углерода. Это обусловлено высоким значением электроотрицательности sp-гибридного атома углерода. «Кислый» атом водорода способен замещаться на металл под действием солей ртути, меди, серебра, а также металлического натрия.

Реакции окисления с участием алкинов протекают труднее, чем с алкенами. Обесцвечивание раствора перманганата калия под действием алкинов можно рассматривать как качественную реакцию на тройную связь.



Алкины горят коптящим пламенем на воздухе, в присутствии кислорода происходит полное сгорание до углекислого газа и воды, яркость пламени исчезает. Температура пламени при этом достигает 2800°C .

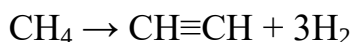


3.3.3. Способы получения и применение алкинов

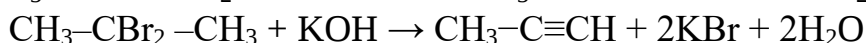
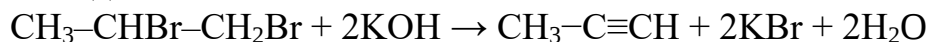
В промышленности и в лаборатории ацетилен получают обработкой карбида кальция водой.



Другим промышленным способом является пиролиз метана, проводимый при температуре около 1500°C .



В лаборатории алкины получают действием спиртового раствора щелочи при нагревании на дигалогеналканы.

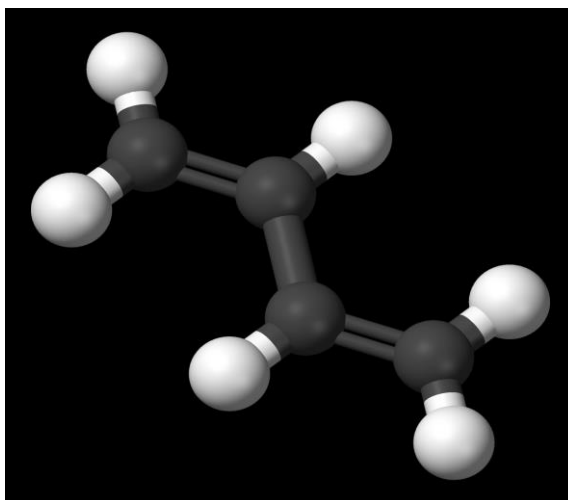


Ацетилен применяется для сварки и резки металлов. А также служит исходным сырьем для синтеза различных органических соединений: уксусного альдегида, уксусной кислоты, винилацетата, изопрена, акрилонитрила.

3.4 Диены

3.4.1 Структура молекул, номенклатура, изомерия

Диены (алкадиены, аллены, диеновые УВ) – органические ациклические соединения, состоящие из атомов С и Н и имеющие в молекулах две двойные С-С связи.



Атом С при двойной связи находится во 2-ом валентном состоянии (sp^2 - гибридизация), а атом С при одинарной связи – в 1-ом валентном состоянии (sp^3 - гибридизация). Общая формула: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, где $n \geq 3$

Название по систематической номенклатуре также как у этиленовых, только суффикс -ен на -диен.

Схема названия диенов по систематической номенклатуре:

1. Выбрать самую длинную углеродную цепочку, содержащую двойные связи;
2. Нумеровать с того конца, к которому ближе располагается одна из двух двойных связей;
3. Название радикалов, разделение цифр между собой, цифр и букв также как у предыдущих классов;
4. Назвать УВ соответствующей длины, изменив суффикс. После названия цепи ставим цифры, обозначающие положение = связей.

Свойства диеновых УВ определяются, в первую очередь, взаимным расположением 2-х двойных связей => Наибольшее значение имеют диены с сопряженными связями, т.к. способны полимеризоваться и образовывать ценные полимерные материалы.

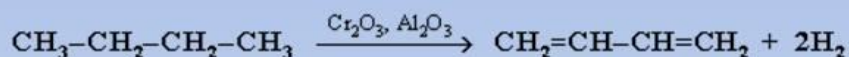
3.4.2 Способы получения, свойства и применение наиболее важных представителей

Дивинил – бутadiен-1,3; Изопрен – 2-метилбутадиен-1,3

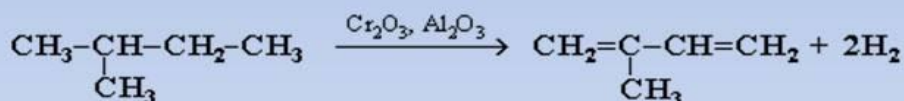
Общие способы получения диенов

аналогичны способам получения алкенов.

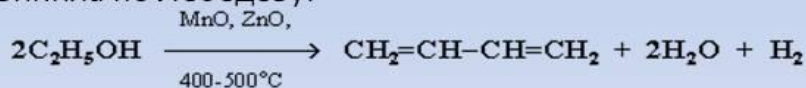
1. Каталитическое двухстадийное дегидрирование алканов (через стадию образования алкенов). Этим путем получают в промышленности дивинил из бутана, содержащегося в газах нефтепереработки и в попутных газах:



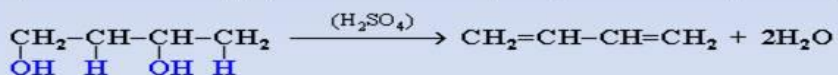
Каталитическим дегидрированием изопентана (2-метилбутана) получают изопрен:



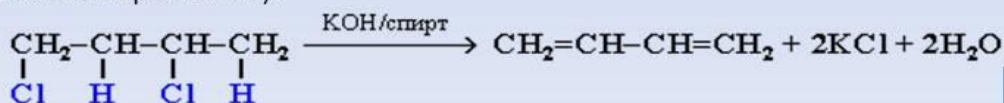
2. Синтез дивинила по Лебедеву:



3. Дегидратация гликолей (двухатомных спиртов, или алкандиолов):



4. Действие спиртового раствора щелочи на дигалогеналканы (дегидрогалогенирование):



Бутадиен-1,3 – легко сжижающийся газ с неприятным запахом, растворяется в эфире, бензоле, не растворяется в воде.

2-метилбутадиен-1,3 – летучая жидкость, растворяется в большинстве УВ растворителей, эфире, спирте, не растворяется в воде.

Наиболее распространенными химическими реакциями для алкадиенов являются реакции присоединения (водорода, галогенов, галогеноводородов) и полимеризации

Основная область применения диенов – синтез каучуков, а каучуки – это сырье для получения резины.

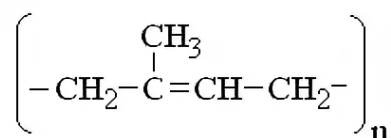
3.4.3 Каучуки

Каучуки (эластомеры) – высокомолекулярные соединения, являющиеся продуктами полимеризации диеновых УВ и их производных с сопряженными связями.



НК – природный непредельный полимер, получаемый из млечного сока (латекса) некоторых тропических деревьев и других каучуконосных растений.

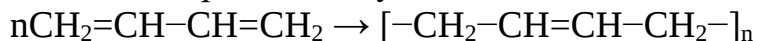
Структурная единица НК – изопреновая



Свойства: Высокая эластичность; Непроницаемость для воды и газов; Чувствителен к высоким и низким температурам; Растворяется в алифатических и ароматических растворителях, образуя вязкие растворы.

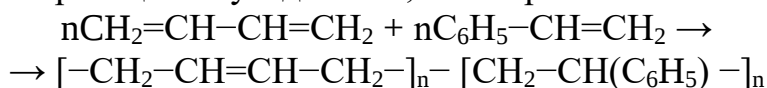
СК – аналоги НК, получаемые в основном полимеризацией из мономеров, в числе которых могут быть и другие непредельные мономеры, улучшающие свойства каучуков.

В настоящее время промышленность производит около ста видов синтетических каучуков. Наиболее распространённым является **бутадиеновый каучук**, получаемый полимеризацией бутадиена-1,3.



Этот каучук относится к каучукам общего назначения. Его вулканизируют серой, в качестве наполнителя используют сажу. Резины из этого каучука обладают высокой износо- и морозостойкостью. Они устойчивы ко многим деформациям. Применяют этот каучук в производстве шин, резино-технических изделий, для изоляции кабелей.

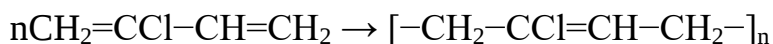
Бутадиен-стирольный каучук – каучук общего назначения, получаемый совместной полимеризацией бутадиена-1,3 и стирола.



Этот каучук также вулканизируют серой, в качестве наполнителя используется сажа. Применяют в производстве шин, резинотехнических изделий, обуви.

Изопреновый каучук по техническим свойствам близок к натуральному каучуку. Он является его заменителем в производстве шин, рассчитанных на большие нагрузки (для самолётов, грузовых автомобилей, вездеходов).

Хлоропреновый каучук (наирит, неопрен) получают полимеризацией хлоропрена.



Вулканизируют оксидами цинка и магния. Резины обладают масло-, бензо-тепло- и износостойкостью. Не горючи и устойчивы к кислотам и щелочам. Применяют в производстве резинотехнических изделий, клеев и изоляции.

НК и СК нельзя использовать непосредственно в связи с высокой пластичностью, термической неустойчивостью. Для придания каучукам тех свойств, которые необходимы, их подвергают обработке серой или ее соединениями. Процесс называется вулканизацией, результат процесса – технический продукт резина. В состав резины входят дополнительные вещества: сажа, пластификаторы, стабилизаторы, красители и др.

Применение резины в строительстве:

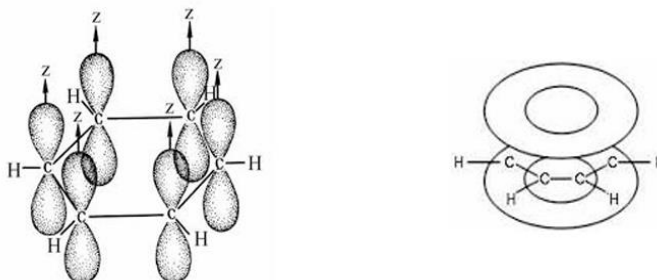
1. Входит в элементы строительных конструкций, начиная с фундамента и кончая деталями отделки;
2. В строительных конструкциях, которые работают в условиях ударных нагрузок и вибраций;
3. Создание тепло-звукоизоляционного материала для полов;
4. Изменение свойств бетона;
5. Введение в асфальт для повышения износостойчивости и безопасности движения;
6. Герметики;
7. Кровельный материал.

3.5. Ароматические углеводороды. Арены

Ароматичность – понятие, характеризующее совокупность структурных, энергетических свойств и особенностей реакционной способности циклических соединений с системой сопряжённых связей. Термин введён Ф. А. Кекуле (1865) для описания свойств соединений, структурно близких к бензолу – родоначальнику класса ароматических соединений. Арены или ароматические углеводороды – это соединения, молекулы которых содержат одну или несколько устойчивых циклических групп атомов, называемых бензольными кольцами или ядрами. Бензол является родоначальником гомологического ряда аренов, общая формула которых C_nH_{2n-6} .

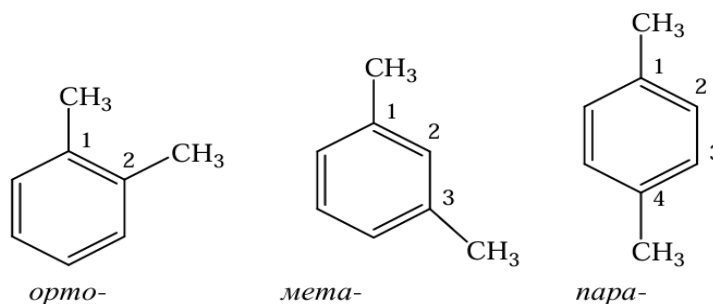
3.5.1. Строение бензольного кольца

Все атомы углерода в кольце находятся в sp^2 -гибридном состоянии, образуют между собой и с атомами водорода углы 120° , длины всех углерод-углеродных связей одинаковы и равны 0,140 нм. Это меньше, чем длина одинарной C-C связи 0,154 нм, но больше, чем длина двойной связи C=C 0,139 нм. Шесть негибридных p-орбиталей располагаются перпендикулярно плоскости кольца, в равной степени перекрываются между собой и образуют единое π -электронное облако или π -систему.

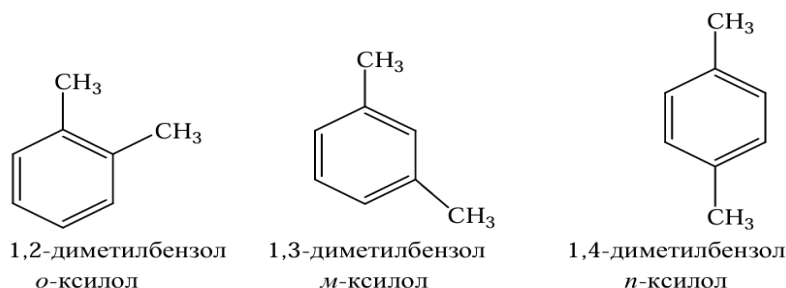


3.5.2. Номенклатура и изомерия гомологов бензола

Молекула бензола представляет собой правильный шестиугольник, следовательно, если заместитель в кольце один, то такое соединение не имеет ароматических изомеров, так как все шесть атомов кольца эквивалентны. Если в кольце есть два заместителя, то они могут располагаться друг относительно друга в трёх разных положениях: рядом (орто-положение), через один атом углерода (мета-положение) и через два атома (пара-положение).



Названия ароматических углеводородов включает слово «бензол» с указанием положения и названия заместителей. Нумерация атомов углерода бензольного кольца ведётся так, чтобы сумма номеров заместителей была наименьшей. Многие гомологи бензола имеют тривиальные названия. Например: метилбензол – толуол, диметилбензол – ксилол, винилбензол – стирол, изопропилбензол – кумол и др.



3.5.3. Физические и химические свойства бензола и его гомологов

Бензол представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом, не растворимую в воде, $T_{\text{кип.}} = 80^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{пл.}} = 5^{\circ}\text{C}$. Бензол ядовит.

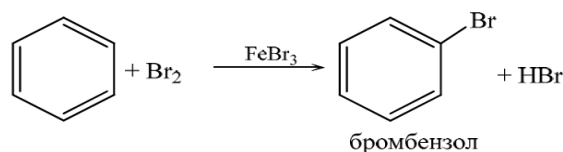
Гомологи бензола представляют собой также бесцветные, сильно преломляющие свет жидкости. Они нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях. При этом сами являются растворителями для многих веществ. Легко воспламеняются и горят ярким, сильно коптящим пламенем. С воздухом образуют взрывоопасные смеси.

Химические свойства ароматических соединений определяются наличием электронной π -системы, которая делает молекулу стабильной. Поэтому бензол и его гомологи, в отличие от ненасыщенных соединений, почти не участвуют в реакциях присоединения, а характерным для них типом реакций является электрофильное замещение атомов водорода в бензольном кольце.

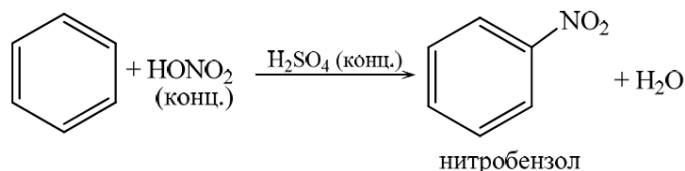
Наиболее важными реакциями электрофильного замещения являются галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование и ацилирование.

Галогенирование (хлорирование, бромирование) осуществляется в присутствии катализатора, вызывающего поляризацию молекулы галогена с образованием электрофильной частицы, атакующей бензольную π -систему. Наиболее распространённым является случай акцептирования аниона, когда поляризация осуществляется действием галогенидов координационно

ненасыщенных (имеющих пустые квантовые ячейки) элементов – обычно FeCl_3 , FeBr_3 , AlCl_3 .

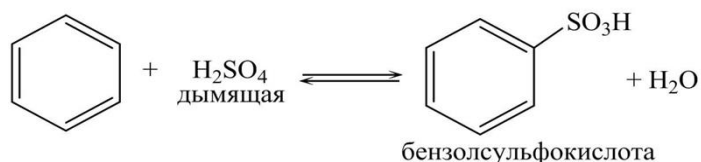


Нитрование бензола проводят смесью концентрированных серной и азотной кислот (нитрующей смесью).

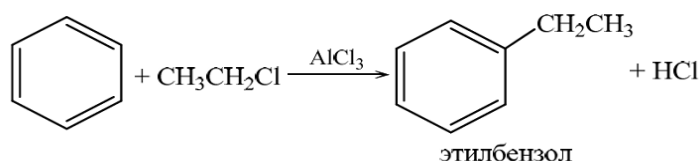


Образующийся нитробензол – тяжёлая желтоватая жидкость с запахом горького миндаля.

Сульфирование бензола осуществляется нагреванием с концентрированной серной кислотой (лучше «дымящей», олеумом). Данная реакция обратима.

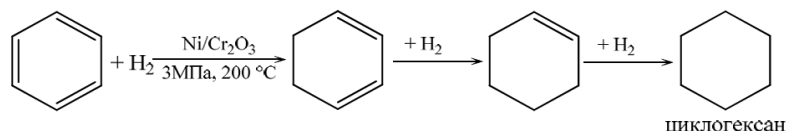


Замещение атома водорода на алкильную или ацильную группу протекает в присутствии тех же катализаторов, что и галогенирование (FeCl_3 , FeBr_3 , AlCl_3). Эти процессы носят названия алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу. В качестве алкилирующих агентов используются алкилгалогениды, а в качестве ацилирующих – галогенангидриды и ангидриды карбоновых кислот.

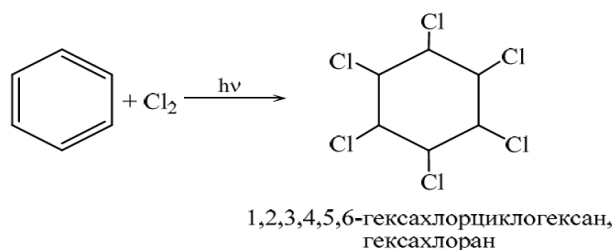


Реакции электрофильного замещения долгое время рассматривались в качестве признака ароматического характера различных соединений.

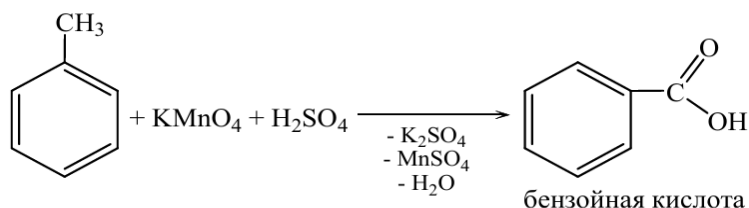
Реакции присоединения. Присоединение водорода к молекуле бензола (гидрирование) осуществляется в присутствии катализатора (Ni , Pd) при повышенной температуре и давлении. Причём присоединение первой молекулы водорода требует наибольших энергозатрат, так как связано с нарушением ароматичности. Последующее присоединение протекает легче.



Присоединение хлора осуществляется под действием ультрафиолетового облучения или на ярком свете. Образуется гексахлорциклогексан.



Реакции окисления. Бензол устойчив к действию водных растворов KMnO_4 и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. У гомологов бензола боковая цепь окисляется до карбоксильной группы, независимо от длины этой цепи образуется бензойная кислота.



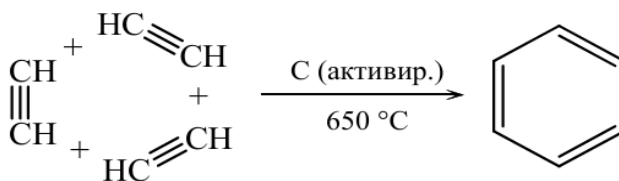
3.5.4 Получение и применение ароматических углеводородов

Коксование каменного угля. Этот процесс исторически был первым и служил основным источником бензола до Второй мировой войны. В настоящее время доля бензола, получаемого этим способом, менее 1 %.

Каталитический риформинг бензиновых фракций нефти. Этот процесс является основным источником бензола в США. В Западной Европе, России и Японии этим способом получают 40-60 % от общего количества. В процессе кроме бензола образуются толуол и ксилолы. Ввиду того, что толуол образуется в количествах, превышающих спрос на него, он также частично перерабатывается в бензол или смесь бензола и ксилолов.

Пиролиз бензиновых и более тяжёлых нефтяных фракций. До 50 % бензола производится этим методом. Наряду с бензолом образуются толуол и ксилолы. В некоторых случаях всю эту фракцию направляют на стадию деалкилирования, где и толуол, и ксилолы превращаются в бензол.

Ещё один способ получения бензола открыл русский химик-органик Николай Дмитриевич Зелинский. При пропускании ацетилена над раскалённым до $600\text{--}650^\circ\text{C}$ активированным углём происходит его тримеризация и образуется бензол. Этот процесс получил название реакции Зелинского.



Бензол широко применяется в промышленном органическом синтезе стирола, кумола, фенола, анилина, фталевых кислот. Он служит исходным сырьём для производства красок, лекарств, взрывчатых веществ, пестицидов и т.д. Его применяют как растворитель и добавку к моторному топливу. Толуол

используют в основном как растворитель и как исходное вещество в синтезе 2,4,6-тринитротолуола (тротила).

Тема №4 КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

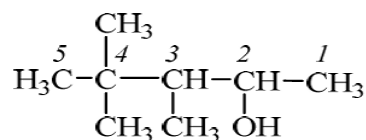
Атом кислорода входит в состав различных функциональных групп: гидроксильной, карбонильной и карбоксильной и др. Соединения, в составе которых есть эти группы, связанные с углеводородной частью молекулы, относятся к классам спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров.

4.1. Спирты

4.1.1. Строение молекул, номенклатура, изомерия

Спиртами называют производные углеводородов алифатического ряда, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами $-\text{OH}$. По числу гидроксильных групп спирты подразделяют на одноатомные, двухатомные, трёхатомные и т. д. С другой стороны, одноатомные спирты можно рассматривать как производные воды, где один атом водорода замещён алкильной группой.

Предельные одноатомные спирты образуют гомологический ряд с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$. Названия спиртов производятся от названий соответствующих углеводородов с добавлением суффикса «ол», положение гидроксильной группы в цепи указывается цифрой после суффикса.



3,4,4-триметилпентанол-2

Широкое распространение имеют и более старые названия, составленные из названия радикалов с добавлением слова спирт, например:



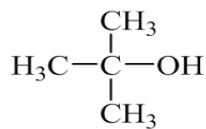
n-бутиловый спирт



втор-бутиловый спирт

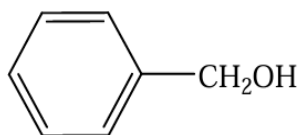


изо-бутиловый спирт



трет-бутиловый спирт.

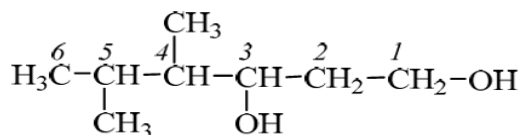
Ароматические спирты содержат в молекуле бензольное кольцо, отделенное от гидроксильной группы одним или несколькими насыщенными атомами углерода.



Бензиловый спирт

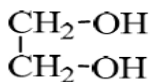
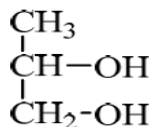
Если гидроксильная группа связана с атомом углерода бензольного кольца, соединение относится к классу фенолов.

Многоатомные спирты называют соответственно диолами, триолами и т.д.



4,5-диметилгександиол-1,3

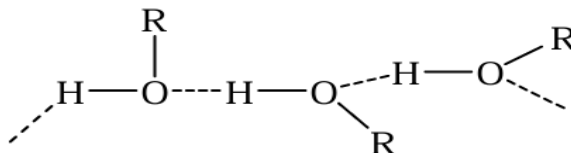
Диолы называют также гликолями, содержащими OH-группы у соседних атомов углерода.

этиленгликоль;
этандиол-1,2пропиленгликоль;
пропандиол-1,2

Для спиртов характерна изомерия углеродного скелета, изомерия положения функциональной группы, межклассовыми изомерами одноатомных спиртов являются простые эфиры.

4.1.2. Физические свойства

Низшие спирты представляют собой жидкости с характерным запахом и обжигающим вкусом, высшие спирты – твёрдые вещества без запаха. Наличие межмолекулярных водородных связей, образующихся между гидроксильными группами разных молекул, обуславливает высокие температуры кипения низших спиртов по сравнению с другими соединениями близкой молекулярной массы, а также превосходную растворимость низших спиртов в воде.



Низшие спирты смешиваются с водой в любых соотношениях. С увеличением углеводородного радикала, имеющего гидрофобную природу, растворимость спиртов в воде уменьшается, приближаясь к значениям соответствующих углеводородов, которые в воде практически не растворимы. Многоатомные спирты прекрасно растворимы в воде.

4.1.3 Химические свойства

Спирты имеют четыре реакционных центра:

1 - довольно полярную, протонизованную связь О-Н, на которой происходят многие реакции, аналогичные реакциям H_2O ;

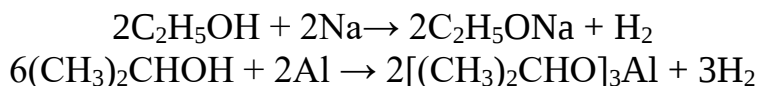
2 - слабополярную связь С-О, на которой проходят реакции замещения О-Н группы;

3 - связи С-Н в алкильной группе, которые могут подвергаться окислению или дегидрированию;

4 - неподелённые электронные пары атома кислорода, способные вступать в донорно-акцепторное взаимодействие с кислотами и солями металлов.

Кислотно-основные свойства. Одноатомные спирты – нейтральные вещества. В их присутствии содержание ионов водорода в воде практически не изменяется.

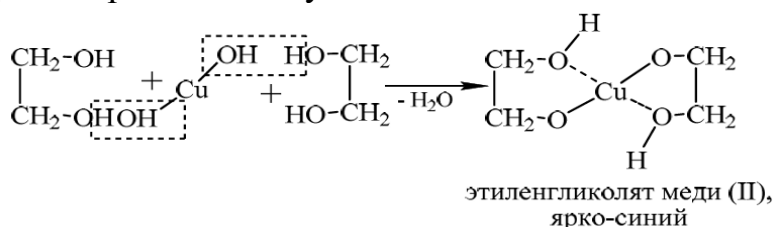
Как слабые О-Н-кислоты, спирты также реагируют со щелочноземельными металлами, алюминием, галлием и таллием с образованием ионных и ковалентных алкоголятов.



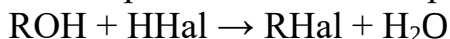
В присутствии следов влаги алкоголяты легко гидролизуются как соли очень слабых кислот.

Многоатомные спирты обладают большей кислотностью по сравнению с одноатомными, а по свойствам в значительной степени напоминают одноатомные, причём в реакции могут вступать одна или несколько гидроксильных групп.

Многоатомные спирты образуют с гидроксидами некоторых тяжёлых металлов в щелочной среде хелатные соединения, имеющие характерное окрашивание. Данные реакции могут быть использованы как качественные.



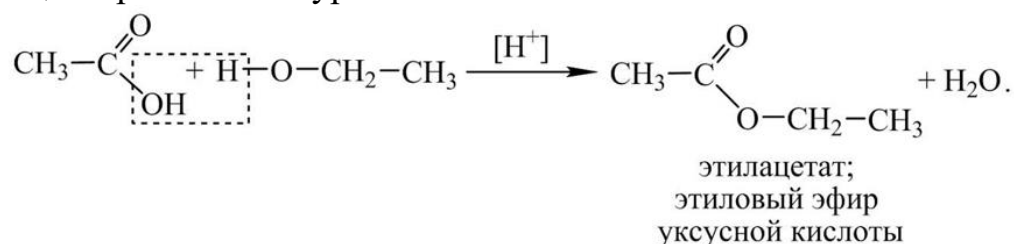
Замещение гидроксильной группы. Важной реакцией спиртов является замещение ОН-группы на галоген. Существует большое число методов осуществления данной реакции, которые отличаются стереоселективностью и выходом основного продукта. В качестве примера можно привести реакцию получения алкилгалогенидов из спирта и галогеноводородов.



Реакционная способность галогеноводородов уменьшается в ряду $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$. Скорость реакции с HF слишком мала для прямого превращения спиртов в алкилфториды. Скорость реакции замещения резко снижается в ряду третичный > вторичный > первичный спирт. Как и в случае алканолов, гидроксогруппы многоатомных спиртов могут быть замещены.

Взаимодействие с кислотами. Спирты, как одноатомные, так и многоатомные, образуют с кислотами сложные эфиры. Данная реакция

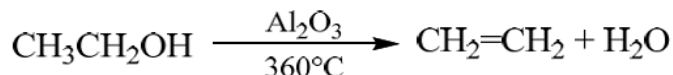
получила название **этерификации**. С карбоновыми кислотами реакция этерификации протекает по уравнению:



С неорганическими кислородсодержащими кислотами (азотной, серной, фосфорной и др.) взаимодействие протекает аналогично.

Дегидратация спиртов. Дегидратация спиртов происходит при нагревании с концентрированной серной или фосфорной кислотой.

Гетеролитическая каталитическая дегидратация первичных, вторичных и третичных спиртов над окисью алюминия при 350–450°C приводит к образованию алкенов.



При дегидратации этиленгликоля в зависимости от условий получают различные соединения, среди которых обычно отсутствует этиленоксид – предполагаемый продукт внутримолекулярного отщепления воды. Так нагревание с разбавленной серной кислотой приводит к межмолекулярному отщеплению двух молекул воды и образованию диоксана.

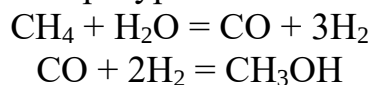
Глицерин при нагревании, отщепляя две молекулы воды, образует простейший α , β -ненасыщенный альдегид – акролеин.

Окисление спиртов. Окисление первичных спиртов в альдегиды и вторичных в кетоны является одним из важнейших превращений функциональных групп и оценкой избирательного действия окислительного агента.

Третичные спирты в обычных условиях не окисляются, а в очень жёстких условиях их окисление сопровождается деструкцией углеродного скелета. Для окисления спиртов наиболее широкое применение нашли реагенты на основе переходных металлов – производные хрома VI, марганца VII и IV.

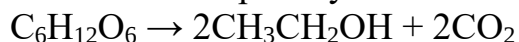
4.1.4 Получение спиртов

Метанол получают из природного газа. Смесь метана и водяного пара пропускают над никелевым катализатором при повышенном давлении. Получается синтез-газ (смесь CO и H₂). Синтез-газ пропускают над оксидами хрома, цинка или меди при температуре около 300°C и получают метанол.



Для получения этилового спирта применяется ферментативное брожение сахаросодержащих продуктов: зерна, картофеля, отходов сахароварения, соков плодовых культур. Для технических целей используют целлюлозу и древесину.

Водные смеси сахаристых веществ смешивают с дрожжами, которые сбраживают глюкозу до этилового спирта и углекислого газа.

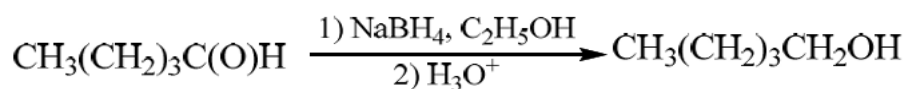


Большую часть технического этанола получают гидратацией при 250 – 300 °С и давлении 7–8 МПа в присутствии кислоты.

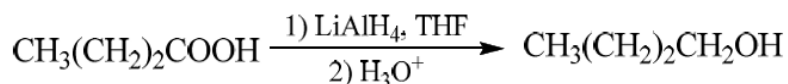
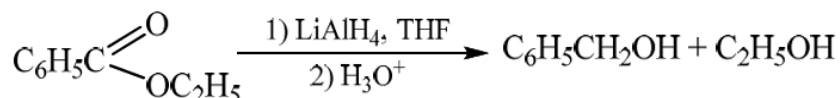


Кислотно-каталитическая гидратация алкенов лежит в основе промышленного способа получения этанола из этилена и пропанола-2 из пропилена. Для получения других спиртов этот метод имеет весьма ограниченную область применения, поскольку гидратация алкенов часто сопровождается изомеризацией углеродного скелета за счёт перегруппировок. Поэтому в лабораторной практике используют ряд других методов.

Восстановление альдегидов и кетонов. В качестве восстанавливающих реагентов используют алюмогидрид лития в эфире или боргидрид натрия в этаноле.



Восстановление сложных эфиров и карбоновых кислот. Первичные спирты образуются при восстановлении сложных эфиров и карбоновых кислот алюмогидридом лития в эфире и тетрагидрофуране (THF).



4.1.5. Применение спиртов

Метанол представляет собой бесцветную, горючую жидкость, смешивающуюся во всех соотношениях с водой и многими органическими растворителями. Метанол ядовит, летальная доза составляет 25 г. Его токсичность связана с происходящим в организме биологическим окислением до формальдегида. В основном метанол перерабатывается дальше в формальдегид. Кроме того, он служит исходным сырьем в процессах синтеза многочисленных органических соединений, а также используется как растворитель.

Этанол – бесцветная жидкость со своеобразным запахом, неограниченно смешивается с водой и большинством органических растворителей. Этанол используется как растворитель, горючее вещество, дезинфицирующее средство, как исходное вещество для синтеза ацетальдегида, уксусной кислоты, диэтилового эфира, сложных эфиров, а также в пищевой и парфюмерной промышленности и производстве алкогольных напитков. Большие количества

этанола обладают токсическим действием, летальная доза чистого спирта равна 300 г.

Пропанол-2 или изопропиловый спирт используется как растворитель в производстве косметических и фармацевтических изделий, в производстве ацетона.

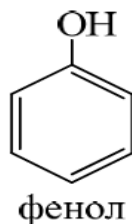
Этандиол-1,2 или этиленгликоль используют как растворитель, в антифризах и для получения полиэфирных волокон.

Пропантриол-1,2,3 или глицерин - бесцветная сиропообразная жидкость со сладковатым вкусом, смешивается с водой и этанолом в любых соотношениях. Глицерин входит в состав антифризов, основ мазей, тормозных жидкостей и пластификаторов. Используется как добавка к мылу, табаку и типографским краскам, в производстве взрывчатых веществ и полиэфиров.

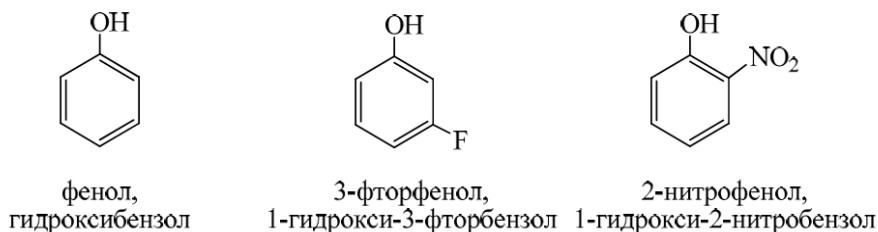
4.2. Фенолы

4.2.1. Структура молекул, номенклатура, изомерия

Фенолами называются соединения, у которых гидроксильная группа присоединена непосредственно к бензольному кольцу.



В зависимости от числа функциональных групп фенолы делятся на одноатомные, двухатомные и т.д. Правила ИЮПАК допускают для фенолов, наряду с международными названиями, тривиальные, наиболее часто употребляемые на практике: фенол, гидрохинон, резорцин, пирокатехин и т. д. Номенклатура фенолов проста и не требует комментариев. Представители данного класса рассматриваются как производные ароматических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксогруппами, соединёнными непосредственно с атомами углерода бензольного кольца.



При наличии нескольких заместителей начало нумерации определяет гидроксильная группа и эти соединения рассматриваются как производные фенола.

4.2.2. Физические свойства, получение и применение фенолов

Фенол образует бесцветные игольчатые кристаллы, которые на воздухе и свету окрашиваются в красноватый цвет. Имеет своеобразный запах. Фенол плохо растворяется в холодной воде, при 70 °С смешивается с водой в любых соотношениях. Очень хорошо растворим в этаноле и диэтиловом эфире. С ростом числа гидроксильных групп растворимость фенолов возрастает.

Ассоциация спиртов, благодаря наличию водородных связей, резко повышает их плотность, температуры плавления и кипения, у фенолов эти значения ещё выше. Так, фенол имеет $T_{пл.}=41^{\circ}\text{C}$ и $T_{кип.}=181,7^{\circ}\text{C}$, что отвечает более высокой прочности водородной связи, чем в спиртах.

Получение из каменноугольной смолы. В процессе коксования каменного угля образуется каменноугольная смола, откуда фенол и его гомологи извлекаются обработкой раствором гидроксида натрия в виде фенолятов, а затем осаждаются кислотами. Однако коксохимическое производство не может удовлетворить потребности химической промышленности в феноле и его производных, поэтому используют ряд других методов.

Замещение сульфогруппы на гидроксил. Наиболее старый промышленный метод заключается в сплавлении щелочных арилсульфонатов с твёрдым гидроксидом натрия или гидроксидом калия при 300 – 350°С.

Замещение галогена на гидроксил. Арилгалогениды, не содержащие активирующих электроноакцепторных группировок, вступают в реакции обмена в очень жестких условиях. Хлорбензол же с 15-20%-ным водным раствором гидроксида натрия при 360–390 °С и давлении 280–300 атм. образует фенол. Однако в данном случае реакция сопровождается изомеризацией промежуточного дегидробензола. Избежать этого позволяет применение солей меди (II), в присутствии которых реакция протекает региоселективно и при более низких температурах.

Кумольный способ. Кумол (изопропилбензол) при окислении кислородом воздуха превращается в гидропероксид, который под действием 1%-ного водного раствора серной кислоты при 50–90°С расщепляется на фенол и ацетон. В целом, очень экономичный способ получения одновременно этих двух важнейших продуктов. Его можно использовать для получения различных гомологов фенола.

Фенол обладает антисептическими свойствами, его 5% водный раствор под названием карболовой кислоты использовался как дезинфицирующее средство, ещё более сильным эффектом обладают 2- и 4-хлорфенолы. Фенол используют для производства фенолоформальдегидных смол, полиамидов, многочисленных красителей и лекарственных препаратов.

Раствор смеси изомерных крезолов в мыльной воде называется лизолом, используется как дезинфицирующая жидкость. Крезолы используют для консервации дерева, в производстве фенопластов и антиоксидантов.

4.3. Карбонильные соединения: альдегиды и кетоны

Карбонильными называются соединения, в состав которых входит оксо-группа $C=O$ (или карбонильная группа). Эти соединения разделяют на класс альдегидов и класс кетонов. В молекулах альдегидов карбонильная группа соединена хотя бы с одним атомом водорода, а в кетонах – с двумя алкильными или арильными группами. $R - C(O) - H$ – альдегид; $R - C(O) - R'$ – кетон (R, R' – алкильные или арильные группы).

4.3.1. Строение, номенклатура, физические свойства

По номенклатуре IUPAC название альдегида образуется путем прибавления окончания -аль к названию соответствующего углеводорода, в названии кетонов присутствует окончание -он.

$CH_3 - C(O)H$ – этаналь; $CH_3 - C(O) - CH_3$ – пропанон

Кетоны часто называют путем перечисления заместителей, соединенных с карбонильной группой, добавляя к названию слово «кетон».

$CH_3 - C(O) - C_2H_5$ – метилэтилкетон, $C_6H_5 - C(O) - CH_3$ – метилфенилкетон.

Простейшие альдегиды имеют названия, происходящие от родственных им карбоновых кислот: метаналь – муравьиный альдегид (формальдгид), этаналь – уксусный альдегид (ацетальдегид) и т.д.

Общая формула гомологического ряда предельных альдегидов и изомерных им кетонов $C_nH_{2n}O$, молекулы содержат на два атома водорода меньше, чем соответствующие спирты.

Альдегиды по сравнению со спиртами имеют более низкие температуры плавления и кипения, что свидетельствует о более слабых межмолекулярных водородных связях. За исключением газообразного формальдегида, низшие альдегиды и кетоны представляют собой подвижные жидкости хорошо растворимые в воде.

4.3.2. Способы получения альдегидов и кетонов

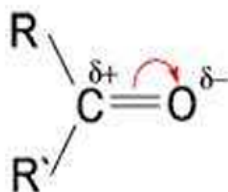
Многие методы получения альдегидов и кетонов сходны между собой. В лаборатории альдегиды и кетоны получают из **спиртов**. Окисление первичных спиртов в мягких условиях даёт альдегиды, окисление вторичных спиртов приводит к образованию кетонов. Удобным окислителем для этих реакций является бихромат калия или натрия в кислой среде.

Альдегиды и кетоны могут быть получены пиролизом **солей карбоновых кислот**. При нагревании кальциевых, бариевых или ториевых солей карбоновых кислот до $300^{\circ}C$ образуются кетоны.

Смеси таких солей с солями муравьиной кислоты дают альдегиды.

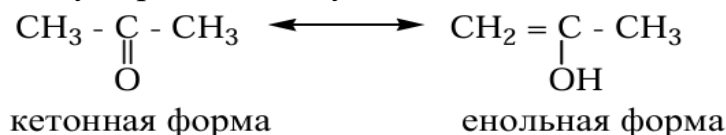
Ацетилен взаимодействует с водой в присутствии солей ртути, образуя ацетальдегид (реакция Кучерова).

4.3.3. Реакционная способность карбонильных соединений



Альдегиды вступают в большинство реакций заметно легче. Это связано с пространственными препятствиями, создаваемыми двумя алкильными заместителями в кетонах. Кроме того, электронодонорные свойства алкильных групп частично уменьшают положительный заряд на атоме углерода алкильной группы.

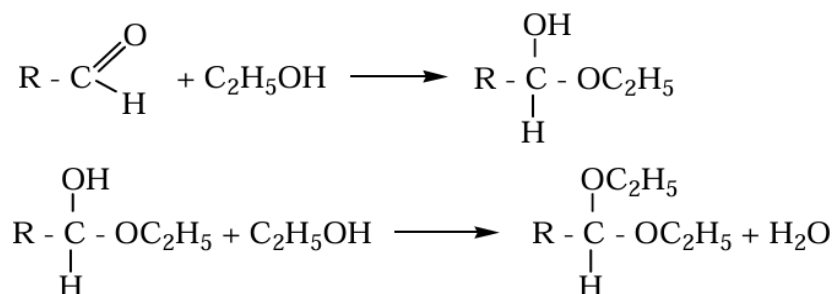
Для карбонильных соединений характерны, в первую очередь, реакции присоединения. Атом углерода карбонильной группы, несущий частичный положительный заряд, может легко атаковаться нуклеофильными реагентами – водой, спиртами, цианидами и др. Атом водорода, находящийся в α -положении к карбонильной группе, обладает высокой подвижностью и может перейти к атому кислорода, образуя группу OH. Получается ненасыщенный спирт (енол), изомерный исходному карбонильному соединению.



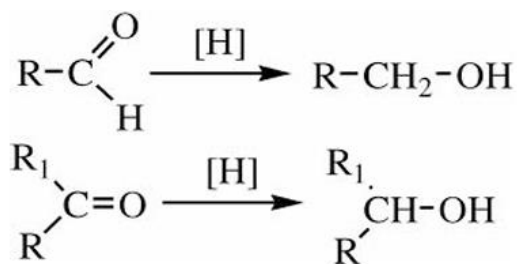
Вид изомерии, связанный со взаимным превращением изомеров друг в друга при переходе катиона водорода от одного атома к другому, называется **таутомерией**.

Реакции с водой и спиртами. При присоединении к альдегидам воды образуются гидраты (1,1-диолы). В большинстве случаев эти соединения неустойчивы и гидратация протекает обратимо. Но формальдегид в водном растворе практически полностью находится в гидратированной форме из-за значительного положительного заряда на атоме углерода.

Присоединение к альдегидам спиртов приводит к образованию полуацеталей и ацеталей, которые можно рассматривать как простые эфиры геминальных диолов.



При восстановлении карбонильных соединений водородом или натрийборгидридом (NaBH_4) можно получить первичные или вторичные спирты.



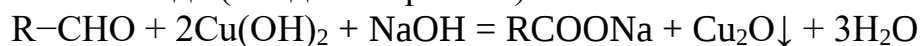
Альдегиды легко окисляются до соответствующих карбоновых кислот. В лаборатории для этого часто используют подкисленный раствор KMnO_4 .

Качественными реакциями на альдегиды являются реакции серебряного и медного зеркала. Для проведения реакции серебряного зеркала используют реактив Толленса – аммиачный раствор оксида серебра, который выступает в роли окислителя.



Образующееся серебро выделяется в виде чёрного осадка либо образует тонкую металлическую (зеркальную) плёнку на стеклянной поверхности колбы.

Реакция медного зеркала заключается в окислении альдегидов гидроксидом меди (II), при этом образуется оранжево-красный оксид меди (I) или металлическая медь («медное зеркало»).



Кетоны окисляются с трудом: при длительном кипячении с подкисленным раствором KMnO_4 происходит разрыв связей $\text{C}-\text{C}$ и $\text{C}=\text{O}$ с образованием смеси продуктов.



4.3.4. Применение карбонильных соединений

Формальдегид используется в качестве дезинфицирующего средства, как консервант и дубильное вещество. Наибольшее применение он находит при производстве фенолоформальдегидных и мочевиноформальдегидных смол.

Ацетальдегид используется в производстве уксусной кислоты и этилацетата.

Ацетон используется как растворитель и как исходное вещество в синтезе изопрена и некоторых фармацевтических препаратов.

4.4 Карбоновые кислоты

Карбоновые кислоты представляют собой органические соединения, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп – COOH , соединённых с углеводородным радикалом.

4.4.1. Строение, номенклатура, физические свойства

По номенклатуре IUPAC название карбоновых кислот выстраивается следующим образом: за основу выбирается самая длинная УВ цепь, содержащая карбоксильную группу, и к названию соответствующего

углеводорода добавляют суффикс – ов, окончание – ая и слово кислота. Нумерация начинается с атома С, входящего в состав карбоксильной группы.

В зависимости от природы углеводородного радикала различают предельные, непредельные и ароматические кислоты. Количество карбоксильных групп определяет основность кислоты: одно-, двух- и многоосновные кислоты.

Впервые карбоновые кислоты были выделены из растительных и животных жиров, поэтому они были названы жирными. К ним относятся карбоновые кислоты, содержащие неразветвленную углеродную цепь с числом атомов углерода от 4 до 20.

$C_1 - C_3$ – жидкости с характерным резким запахом, хорошо растворимые в воде;

$C_4 - C_9$ – вязкие маслянистые жидкости с неприятным запахом, плохо растворимые в воде;

C_{10} и $>$ – твердые вещества не имеющие запаха, не растворимые в воде.

Карбоновые кислоты в водных растворах диссоциируют с образованием катионов водорода и карбоксилат-анионов. Они слабее большинства минеральных кислот, но сильнее угольной. Карбоновые кислоты вытесняют диоксид углерода из гидрокарбоната натрия. Эта реакция иногда используется для того, чтобы отличить карбоновые кислоты от фенолов.

4.4.2. Способы получения карбоновых кислот

Окислительные методы. Кислоты образуются при окислении спиртов, альдегидов и кетонов. Первичные спирты окисляются через стадию образования альдегидов до карбоновых кислот. В качестве окислителя используют дихромат или перманганат калия в кислой среде.



Уксусную кислоту можно получать окислением ацетальдегида, который, в свою очередь, является продуктом гидратации ацетилен.

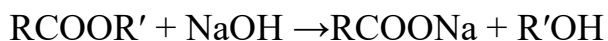


Кроме того, уксусная кислота получается брожением на воздухе спиртосодержащих жидкостей (виноградное вино). Под действием фермента бактерий происходит окисление этилового спирта с образованием уксуснокислого раствора.

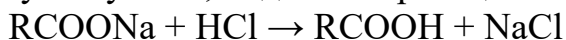
Уксусную и муравьиную кислоты в промышленности получают окислением смеси предельных углеводородов с 4-6 атомами углерода (бутан, пентан, гексан) кислородом воздуха при температурах 140-180⁰С в присутствии катализаторов (NaOH, MnO₂). Реакцию проводят в закрытом резервуаре под давлением.

Гидролитические методы. Кислоты образуются при гидролизе нитрилов и сложных эфиров. Нитрилы гидролизуются при кипячении с водным раствором минеральной кислоты или щёлочи. Промежуточным продуктом реакции является амид.

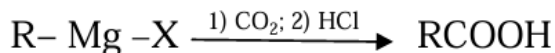
Для гидролиза сложных эфиров используют раствор щёлочи.



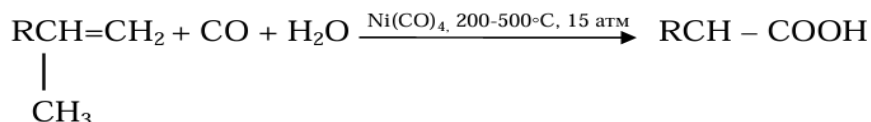
Свободную кислоту получают, подкисляя реакционную смесь.



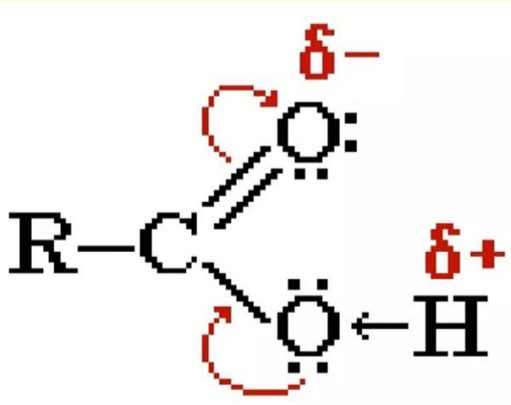
Синтез с использованием реактива Гриньяра. При взаимодействии реактивов Гриньяра с диоксидом углерода образуются карбоновые кислоты.



Карбоксилирование алкенов. В промышленности карбоновые кислоты получают путём карбоксилирования алкенов в жёстких условиях в присутствии тетракарбонилникеля.

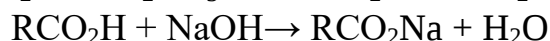
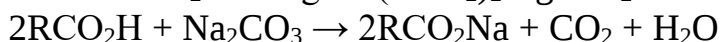
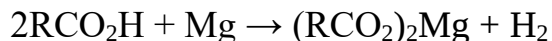


4.4.3. Реакции карбоновых кислот



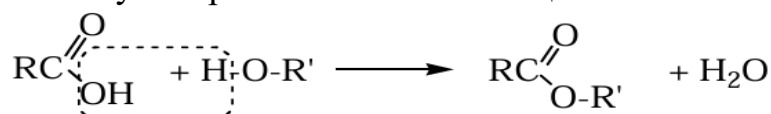
- **Кислотные свойства карбоновых кислот обусловлены смещением электронной плотности к карбонильному кислороду и вызванной этим дополнительной поляризацией связи О–Н.**
- **Атом водорода в гидроксильной группе карбоновых кислот гораздо более подвижен, чем в молекулах спиртов.**

Образование солей. Карбоновые кислоты образуют соли, реагируя с металлами, карбонатами и щелочами.



Соли карбоновых кислот – кристаллические вещества, растворимые в воде.

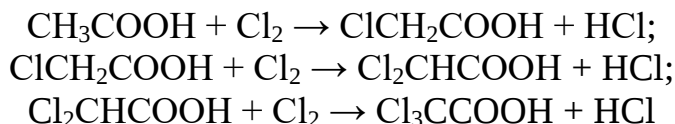
Этерификация. Карбоновые кислоты реагируют со спиртами в присутствии сильных кислот, образуя сложные эфиры. Этерификация карбоновых кислот протекает по механизму гетеролитического замещения.



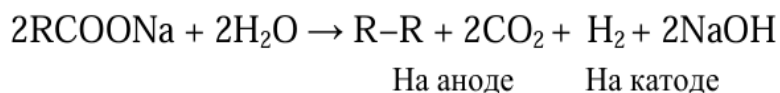
В этой реакции в кислоте рвётся связь С–О, а не С–Н, как это было в случае нейтрализации. Процесс этерификации обратим. Сдвиг равновесия достигается удалением сложного эфира или воды из реакционной массы.

Сложные эфиры широко распространены в природе. Запах цветов, ягод, фруктов обусловлен присутствием в них разных сложных эфиров.

Галогенирование. Атомы водорода, находящиеся в α -положении к карбоксильной группе, легко замещаются на атомы галогена. При пропускании хлора в кипящую уксусную кислоту в присутствии красного фосфора образуется хлоруксусная кислота. При последующем пропускании хлора при повышенной температуре возможно образование дихлор- и трихлоруксусной кислоты.



Декарбоксилирование. При нагревании солей карбоновых кислот со щелочами происходит декарбоксилирование – удаление карбоксильной группы – и образуется углеводород, содержащий на один атом углерода меньше, чем исходная кислота. При электролизе солей карбоновых кислот на аноде образуются алканы с чётным числом атомов углерода (реакция Кольбе).



Восстановление. Сильные восстановители, такие, как алюмогидрид лития, восстанавливают кислоты до спиртов.

Превращение в хлорангидриды. Хлорангидриды образуются при обработке кислот PCl_5 или SOCl_2 .

Превращение в амиды. Амиды получают из карбоновых кислот и аммиака через стадию образования аммониевой соли. При нагревании до 200°C аммониевая соль дегидратируется с образованием амида.

4.4.4. Производные карбоновых кислот

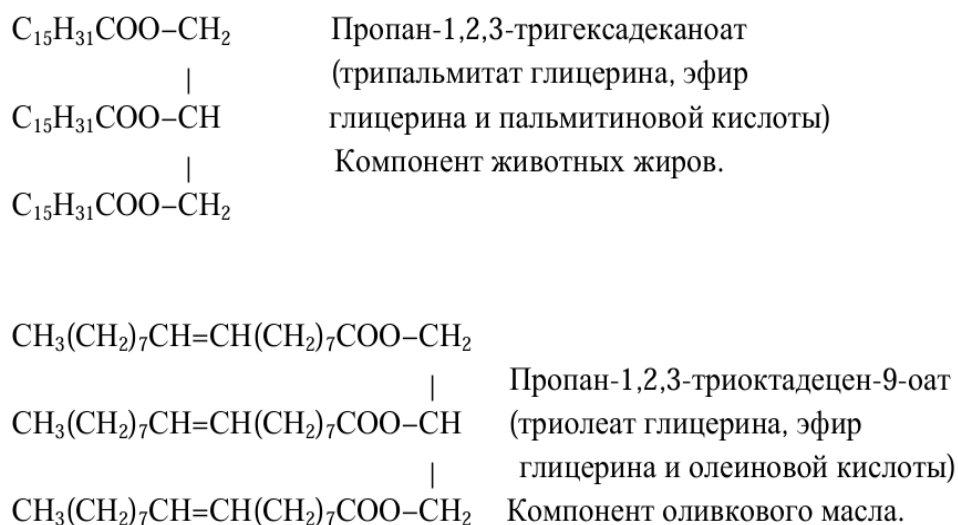
Функциональные производные карбоновых кислот представляют собой вещества, образующиеся при замещении гидроксильной группы кислоты на какую-либо другую группу X. К ним относятся сложные эфиры, ангидриды и хлорангидриды кислот, амиды, нитрилы. Эти вещества могут быть вновь гидролизваны в кислоту.

Карбонильная группа играет доминирующую роль в реакциях производных кислот, так же, как и в реакциях самих кислот. Все процессы можно разделить на два типа: замещение группы X при атаке нуклеофила: Y^- по карбонильному атому углерода с последующим разрывом связи C–X и активированное карбонильной группой замещение при α -углеродном атоме.

4.4.5 Жиры, масла, воски

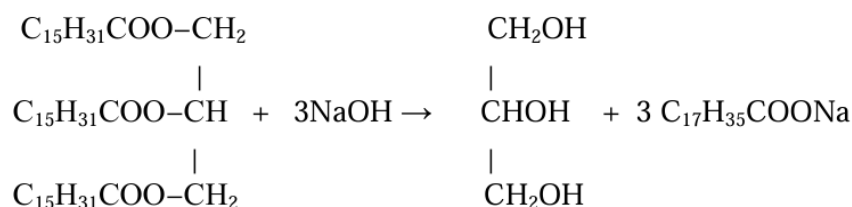
Жиры и масла относятся к глицеридам. Они представляют собой эфиры пропан-1,2,3-триола (глицерина) и карбоновых кислот с длинной углеродной цепью. **Твердые жиры** животного происхождения являются эфирами

насыщенных кислот, таких как стеариновая и пальмитиновая. **Жидкие растительные масла** – сложные эфиры глицерина и ненасыщенных жирных кислот, таких как олеиновая, линолевая и линоленовая.



Жиры не растворимы в воде и спирте, но растворяются в бензине, обладают высокой вязкостью, слабо проводят тепло и электричество, плотность жиров меньше плотности воды, а также жиры имеют низкую температуру кипения и плавления.

Жиры являются исходным сырьём в производстве мыла. Щелочной гидролиз (омыление) жиров даёт глицерин и натриевые или калиевые соли жирных кислот, которые и являются мылом.



Мыла – ПАВ, снижающие поверхностное натяжение воды, способствуя тем самым смачиванию поверхностей или частиц.

Молекула мыла состоит из 2 частиц:

1. УВ (R-) с гидрофобными свойствами;
2. -COONa с гидрофильными свойствами.

При растворении гидрофобная часть молекулы выталкивается из воды, а гидрофильная погружается в воду. Такая ориентация приводит к снижению поверхностного натяжения и увеличению моющего действия мыла.

Растворимость мыл зависит от:

1. Характера катиона;
2. Природы кислоты.

Консистенция мыл зависит от характера катиона.

При окислении растительных масел на воздухе образуется прозрачная пленка – **линоксин**. Такие масла называют высыхающими. Масло не высыхает в прямом смысле слова, а поглощая кислород, самоокисляется. Окисление тем

легче, чем более ненасыщенное являются кислотные остатки, входящие в состав глицеридов.



Процесс высыхания можно ускорить если к высыхающим маслам добавить специальные ускорители – **сиккативы** (соли Co, Pb, Mn). Нагревая масла с такими добавками получают **олифы**. Олифы применяются для изготовления и разведения красок, защита металлов от коррозии, дерева от гниения, шпатлевки и грунтовки.

Воски – сложные эфиры, где в составе вместо глицерина одноатомные высокомолекулярные спирты. Воски бывают растительного, животного и ископаемого происхождения. Применяются для приготовления лаков, политуры, мастики для натирания полов и др.

Тема №5 ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Высокомолекулярные соединения имеют высокие молекулярные массы (обычно выше 10000 а.е.м.). Большинство из них – полимеры, макромолекулы которых состоят из повторяющихся фрагментов (структурных звеньев). Число структурных звеньев, входящих в состав макромолекулы, называется **степенью полимеризации**. Низкомолекулярные соединения, из которых синтезируют полимеры, называются **мономерами**. Если в состав макромолекулы входят звенья одного мономера, высокомолекулярное соединение называют **гомополимером**, если – двух и более мономеров – **сополимером**. В зависимости от строения макромолекул различают **линейные**, имеющие линейную структуру, **разветвлённые**, в которых две или несколько цепей связаны между собой нерегулярно, и **сетчатые** (сшитые), где различные цепи связаны между собой поперечными связями.

По используемым в технике свойствам полимеры разделяют на:

- **эластомеры**, обладающие растяжимостью более 1000% и при постоянной температуре способные обратимо восстанавливать свою форму;
- **термопласты** - при нагревании обратимо переходящие в пластичное или вязкотекучее состояние и в таком состоянии формуются в изделия;

- **реактопласты** (термореактивные полимеры) - при нагреве подвергаются необратимым химическим превращениям, после чего теряют способность вновь подвергаться деформациям;

- **волокна**, макромолекулы которых ориентированы преимущественно в одном направлении.

5.1. Способы получения полимеров

Макромолекулы полимеров образуются в результате реакций **полимеризации и поликонденсации**.

Полимеризация – процесс получения макромолекул путём последовательного присоединения молекул мономера к реакционному центру, находящемуся в конце полимерной цепи. При этом состав мономера и структурного звена оказываются одинаковыми. Полимеризация является цепной реакцией. В ходе её выделяют несколько стадий: зарождение цепи (инициирование), рост цепи, обрыв цепи, а также реакции передачи цепи.

Реакции полимеризации разделяют на **радикальные, катионные и анионные**. В результате реакций полимеризации получают такие полимеры, как: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, полиметилметакрилат и др.

Поликонденсацией называют реакции получения полимеров, в которых макромолекулы строятся из би-, три-, или полифункциональных молекул с отщеплением низкомолекулярных соединений (воды, галогенводородов, спиртов и т.д.). Образующиеся макромолекулы имеют суммарный состав, отличный от состава реагирующих мономеров.

5.2 Полимерные материалы

Пластмассы (пластики) – полимерные материалы, способные при переработке в изделия приобретать заданную форму и сохранять её при эксплуатации.

Кроме полимера в состав пластмасс вводятся наполнители, улучшающие их механические свойства, стабилизаторы, препятствующие их медленному окислению, пластификаторы, уменьшающие их хрупкость, красители.

Наиболее часто используются твёрдые наполнители в виде порошков мела или графита. Для увеличения жёсткости пластики армируют, вводя волокна, ткани или плёнки. Такие материалы, состоящие из нескольких компонентов, каждый из которых сохраняет собственную индивидуальность и свойства, называют композиционными или **композитами**.

В качестве волокон, распределённых в полимере, часто используют стеклянные нити, которые получают из расплава оксида кремния с оксидами металлов. **Стеклопластики** не проводят электрический ток, не намагничиваются, имеют высокую прочность и коррозионную стойкость. Пропитывая углеродные волокна расплавленной смолой, получают углепластики. На их основе разработаны материалы, выдерживающие нагрев до

3000⁰С. Из углепластиков делают детали гоночных автомобилей, самолётов, космических кораблей.

Особой разновидностью полимерных материалов являются **пенопласты**. Рыхлая структура этих материалов создаётся благодаря вспениванию расплавленного полимера газами. В некоторых случаях газ получают разложением в расплаве веществ-газообразователей, таких как карбонат аммония или азодикарбонамид. Пенополистирол используется для изготовления упаковки для бытовой техники, из пенополиуретана изготавливают губки, сидения, матрасы.

Пластификаторы повышают эластичность пластмасс. В качестве пластификаторов чаще всего используют сложные эфиры карбоновых кислот или фосфорной кислоты.

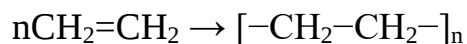
Стабилизаторы препятствуют развитию процессов деструкции пластмасс в результате действия кислорода воздуха, солнечного света, высоких температур. Примерами наиболее распространённых пластмасс служат полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиметилметакрилат (органическое стекло), полиэтилентерефталат. Название полимера, из которого изготовлено изделие, указывают специальными знаками.

5.2.1. Наиболее распространённые полимерные материалы

Среди всех пластиков, выпускаемых мировой промышленностью, на первом месте по объёму производства находится **полиэтилен**. Он характеризуется высокой гибкостью и прочностью, инертен к действию кислот, щелочей, органических растворителей. Полиэтилен получают двумя способами – полимеризацией этилена при высоком и низком давлении.



LDPE **Полиэтилен высокого давления (ПВД)** впервые был получен в 1933-36гг. Этилен полимеризуется радикально при давлениях 1300-2500 атм и температуре 150-320⁰С. Инициатором при этом служит кислород или пероксиды.



Получается сильно разветвлённый полимер с молекулярной массой до 50000. Это эластичный мягкий материал. Особенностью структуры полиэтилена ПВД является большое количество длинных и коротких ответвлений, не позволяющих молекулам с высокой молекулярной массой создавать кристаллическую структуру. Связи поэтому между ними не сильные, а это говорит о том, что полиэтилен имеет невысокую устойчивость на разрыв и повышенную пластичность, а также высокую текучесть в расплаве. ПВД называют также полиэтиленом низкой плотности.

Он нашел свое применение в изготовлении пленки для обертки, контейнеров и пластиковых пакетов. Пакеты из полиэтилена высокого

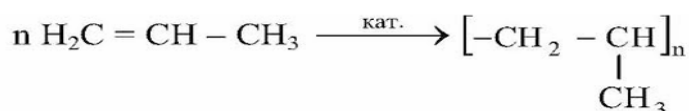
давления нешуршащие, глянцевые. На изделиях из полиэтилена высокого давления указывается латинская аббревиатура LDPE (Low Density PolyEthylene – полиэтилен низкой плотности).



Полиэтилен низкого давления стали получать с 1953 года координационной полимеризацией в присутствии катализатора Циглера-Натта (хлорид титана – триэтилалюминий) при температуре 50⁰С и давлении 1 атм. В этих условиях образуются линейные полимеры с молекулярной массой от 10000 до 3000000. Полиэтилен низкого давления отличается большей жёсткостью и меньшей эластичностью. Его используют, как правило, в технических целях. Это производство труб, полиэтиленовых прокладок и высокопрочных мешков. Его преимуществами можно назвать устойчивость на сжатие-растяжение. Молекулы внутри такого полиэтилена расположены очень плотно, поэтому он ещё более устойчив к воздействию различных химических веществ. На изделиях из полиэтилена низкого давления указывается знак HDPE (High Density PolyEthylene – полиэтилен высокой плотности).



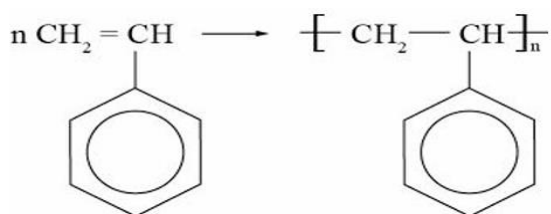
Полипропилен получают полимеризацией пропилена в присутствии металлокомплексных катализаторов Циглера—Натта.



Параметры, необходимые для получения полипропилена близки к тем, при которых получают полиэтилен низкого давления. По свойствам полипропилен напоминает полиэтилен, однако из него можно изготавливать волокно, которое пригодно для изготовления технических и бытовых тканей.

Из полипропилена изготавливают следующие виды изделий для строительной техники: трубы, плёнки, листы, вентиляционные решётки и санитарно-техническое оборудование. Полипропиленовые трубы применяют для горячего водоснабжения и для транспортировки агрессивных жидкостей. Плёнки из полипропилена прозрачны и прочны, обладают хорошей свариваемостью, малой водо-, паро- и газопроницаемостью. Применяют их для различных видов изоляции сооружений. Аморфный полипропилен используют для изготовления строительных клеев, замазок, уплотняющих мастик и липких плёнок.

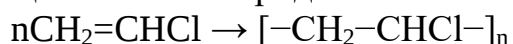
Среди всех пластиков первым был получен полистирол (1839), промышленное производство его было налажено в 1920 г.



Полистирол – твёрдый прозрачный материал, который легко окрашивается в любой цвет. В отличие от полиэтилена и полипропилена он сохраняет прозрачность даже в толстом слое, что позволяет изготавливать из него шкалы приборов, плафоны светильников. Этот полимер нетоксичен, его применяют для изготовления галантерейных товаров, посуды, тары и др., температура эксплуатации не выше 60°C. На основе полистирола получают пенополистирол, называемый пенопластом. Его применяют как упаковочный материал, в строительстве – как звуко- и теплоизоляционный материал. Полистирол хрупок, но этого недостатка лишены сополимеры полистирола с каучуками (например, получаемый из акрилонитрила, бутадиена и стирола АБС-пластик), из которых делают защитные шлемы, корпуса приборов бытовой техники, спортивный инвентарь.



Примером негорючего пластика служит поливинилхлорид (ПВХ), более половины массы которого приходится на хлор. ПВХ получают радикальной полимеризацией винилхлорида.



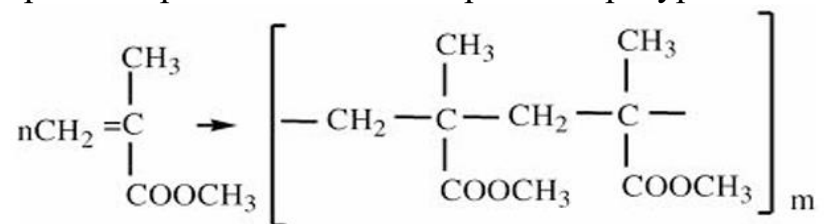
Преобладающей технологией является эмульсионная полимеризация. Средняя молекулярная масса поливинилхлорида от 25000 до 100000.

Поливинилхлорид устойчив к действию щелочей, кислот и неполярных растворителей. При нагревании выше 120°C легко происходит отщепление хлороводорода, что вызывает необходимость добавки стабилизаторов. Температура эксплуатации не выше 100°C.

На основе поливинилхлорида выпускают пластмассы двух видов: жёсткого продукта – винипласта и мягкого – пластиката. Винипласт представляет собой термопластичный материал с достаточно высокой прочностью. Он обладает хорошими изоляционными и антикоррозионными свойствами. Из него делают вентиляционные и канализационные трубы, оконные рамы, бытовые изделия. Пластикат – мягкий термопластичный материал, обладающий высокой эластичностью. Он используется для изготовления плёнок, шлангов, плинтусов, карнизов, линолеума, изоляции для электропроводов. Пенополивинилхлорид

идёт на производство вспененных рулонных материалов (например, искусственной кожи).

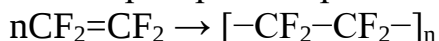
Полиметилметакрилат (ПММА) получают радикальной полимеризацией метилового эфира метакриловой кислоты при температуре 40-60°C.



В результате получается прозрачный полимер, способный пропускать 74% ультрафиолетового излучения. Он легко окрашивается в различные цвета и используется в виде листов (органическое стекло) для декоративных ограждений, высокопрочных стёкол для салонов самолётов, автомобилей, оптических стёкол, линз и призм, а также для изготовления светильников, реклам и дорожных знаков.

Поскольку оргстекло практически безвредно для человеческого организма, оно нашло применение в качестве материала для зубных протезов и контактных линз.

Полимеризацией тетрафторэтилена получают политетрафторэтилен — тефлон, открытый в 1938 г. в лаборатории американской компании «Дю Пон».



Тефлон — тяжёлый полимер сероватого цвета, нерастворимый в органических растворителях, очень устойчивый к воздействию химических реагентов. Его используют в химической промышленности для изготовления трубопроводов и уплотнительных материалов. Благодаря высокой механической прочности тефлон применяется в производстве подшипников, поршневых колец и т.д. Полимер нашёл применение в хирургии для изготовления костных и суставных протезов.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Тематический план лабораторных занятий	52
2.2. Техника лабораторных работ.....	53
2.3. Учебные материалы для аудиторной и самостоятельной работы студентов	56

**2.1. Тематический план лабораторных занятий
для студентов специальности
7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений (профилизация
Производство строительных изделий и конструкций)**

№	Тема работы (4 часа)
1	Качественное определение основных классов органических соединений.
2	Органические поверхностно-активные вещества.
3	Полимерные материалы в строительной промышленности. Органические пигменты и красители.
4	Лакокрасочные материалы на основе полимерных дисперсий.

2.2. Техника лабораторных работ

1. Работа с мерной посудой

При проведении лабораторных работ используется химическая посуда, изготовленная из специальных сортов стекла. Данная посуда выдерживает воздействие химических реагентов, колебания температуры. Чтобы правильно измерить требуемый объем реагентов, необходимо уметь правильно обращаться с мерной посудой.

Мерные цилиндры. Служат для отмеривания с небольшой точностью объемов жидкости. Они представляют собой толстостенные градуированные стеклянные цилиндры с широкой podstawкой для их устойчивости (рисунок 1, а). Мерные цилиндры бывают различной емкости – от 10 мл до 2 л. Объем при градуировке цилиндров, как правило, указывается в миллилитрах.



*а – общий вид; б – измерение уровня
жидкости по нижнему краю мениска
(для жидкостей, смачивающих стекло)*

Рисунок 1 – Мерный цилиндр

Правила работы. Необходимо наполнить цилиндр жидкостью до объема немного меньше требуемого. Затем, добавляя жидкость по каплям, довести объем до необходимого уровня.

В случае прозрачной жидкости уровень следует отмеривать по *нижнему* краю мениска, глядя на цилиндр сбоку на уровне мениска (рисунок 1, б).

2. Техника безопасности

При выполнении лабораторных работ студент должен уметь правильно обращаться со стеклянной химической посудой, соблюдать особую осторожность при работе с токсичными и едкими веществами, знать меры первой доврачебной помощи.

1. Работа со стеклянной посудой. Основным травмирующим фактором при работе со стеклянной химической посудой являются острые осколки стекла, способные вызвать порезы тела работающего. По этой причине следует соблюдать особую осторожность при использовании такой посуды. Если же во время работы стеклянная посуда все-таки разбилась, то необходимо предпринять следующие меры.

☑ *Первая помощь.* При порезах рук или других частей тела стеклом следует удалить из раны мелкие осколки, после чего промыть ее 2%-ным раствором перманганата калия или этиловым спиртом (или другим антисептиком), смазать края раны йодной настойкой и забинтовать. Ни в коем случае не промывать порез водой! При попадании осколков стекла в глаза и в случаях тяжелых ранений (особенно при порезах артерий) после оказания первой помощи немедленно вызвать врача.

При уборке рабочего места осколки разбитой посуды во избежание порезов нельзя собирать голыми руками, нужно использовать щетку и совок.

2. Токсические свойства соединений, используемых в лабораторных работах и меры неотложной помощи при поражении ими.

Соляная кислота (HCl). Представляет опасность (вызывает сильные химические ожоги) как при внешнем воздействии, так и при попадании вовнутрь.

Серная кислота (H₂SO₄). Представляет опасность (вызывает сильные химические ожоги) как при внешнем воздействии, так и при попадании вовнутрь.

☑ *Первая помощь.* При попадании кислоты на кожу место поражения немедленно промыть большим количеством воды, продолжительность обмывания 10-15 минут. Затем пораженное место обработать 2%-ным раствором пищевой соды. В случае поражения глаз – обильно промыть водой в течение 10-15 минут. При попадании кислоты вовнутрь – обильное питье, вызвать рвоту. Обратиться за помощью в медицинское учреждение.

Гидроксид натрия (NaOH). При попадании на кожу, слизистые оболочки и, особенно, в глаза щелочи и ее растворов возникают сильные химические ожоги.

☑ *Первая помощь.* При попадании на кожу растворов щелочи необходимо быстро промыть пораженное место большим количеством воды в течение 10-15 мин. Затем на обожженное место положить примочку 2%-го раствора уксусной кислоты. При попадании растворов в глаза – немедленно интенсивно промыть водой в течение длительного времени.

Хроматы и дихроматы. Хромат калия (K₂CrO₄). **Дихромат калия** (K₂Cr₂O₇). При попадании концентрированных растворов на кожу, слизистые оболочки и, особенно, в глаза вызывают химические ожоги. Помимо этого, соединения хрома (VI) обладают канцерогенным действием, поражают центральную нервную систему, оказывают повреждающее действие на репродуктивные органы.

☑ *Первая помощь.* При попадании на кожу растворов необходимо быстро промыть пораженное место большим количеством воды в течение 10-15 мин.

Затем на обожженное место положить повязку с нейтральной мазью. При попадании растворов в глаза – немедленно интенсивно промыть водой в течение длительного времени, закапать 30 % раствор альбумида.

Соединения свинца. Ацетат свинца ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$). **Нитрат свинца** ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$). Соединения свинца поражают репродуктивные органы, органы кроветворения, замещают кальций в костных тканях, угнетают центральную нервную систему. Их главная опасность состоит в том, что они способны накапливаться в организме, т.е. обладают кумулятивным эффектом.

☑ **Первая помощь.** При попадании вовнутрь организма необходимо немедленно принять вовнутрь 10 % водный раствор сульфата магния.

2.3. Учебные материалы для аудиторной и самостоятельной работы студентов

1. Опишите электронное и пространственное строение атома углерода в состоянии sp^3 -, sp^2 - и sp -гибридизации. С помощью атомных орбиталей изобразите строение молекул: а) этана, б) этилена, в) ацетилена, г) пропана, д) пропена, е) пропина, ж) бутана, з) 2-бутена, и) 2-бутина, к) этилэтилена. Дайте определение σ - и π - ковалентным связям. Опишите свойства рассматриваемых кратных связей.

2. Какие качественные реакции и количественные реакции на гидроксильную группу Вам известны. Напишите соответствующие уравнения реакций.

3. Какие продукты получаются при нагревании смеси этилового и метилового спиртов с концентрированной серной кислотой? Запишите уравнения протекающих реакций.

4. Напишите структурную формулу вещества C_4H_8O , если оно обесцвечивает бромную воду, реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, при осторожном окислении образует винилуксусный альдегид. Запишите уравнения соответствующих реакций.

5. Определите строение углеводорода молекулярной формулы C_5H_{10} , если при каталитическом гидрировании его получается метилбутан; при обработке HBr (в отсутствие перекисей) и последующем гидролизе галогенпроизводного образуется спирт, который при окислении дает кетон.

6. Какие из веществ: а) оксид кальция; б) натрий; в) гидроксид меди (II); г) гидроксид натрия – будут реагировать с этанолом и с глицерином? Приведите уравнения соответствующих реакций. Дайте объяснения.

7. Какими качественными и количественными реакциями можно определить фенолы? Какие реакции позволяют установить их строение?

8. Какими качественными и количественными реакциями можно определить многоатомные спирты? Какие реакции позволяют установить их строение?

9. Какими качественными и количественными реакциями можно определить алканола? Какие реакции позволяют установить их строение?

10. Напишите структурные формулы изомерных спиртов состава C_4H_9O и назовите их по тривиальной и систематической номенклатурам. Напишите уравнения реакций окисления этих спиртов.

11. Какие спирты образуются в результате щелочного гидролиза 2-бром-пропана; йодистого изопропила; хлористого изобутила; этиленхлоргидрина; 1,4-дибромбутана? Назовите полученные соединения.

12. Расположите приведенные ниже соединения в порядке увеличения кислотности: этиленгликоль, этанол, третичный бутиловый спирт, 2-пентанол.

13. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропанола-3 со следующими веществами: металлическим натрием, HCl , CH_3COOH в присутствии H_2SO_4 , PCl_5 , PCl_3 , SOCl_2 . Что образуется при окислении пропанола-2.

14. Установите строение вещества состава $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Это вещество взаимодействует с металлическим натрием, выделяя водород. При действии окислителя образует вещество состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, реагирующее с аммиачным раствором гидроксида серебра. Если исследуемое соединение нагревать с серной кислотой, то образуется углеводород состава C_4H_8 , который при озонлизе дает муравьиный альдегид и ацетон.

15. Гидратацией, каких этиленовых углеводородов можно получить следующие спирты: изопропиловый, трет.бутиловый, 2-метилбутанол-3? Напишите уравнения реакций гидратации в присутствии серной кислоты.

16. Какие продукты образуются при окислении этиленгликоля, глицерина.

17. Как с помощью химических реакций отличить друг от друга пропанол-1 и фенол. Запишите соответствующие уравнения.

18. Вычислите, сколько грамм уксусного альдегида получится при окислении 100 г. 40%-го водного раствора этилового спирта, если выход реакции составляет 75%?

19. Напишите возможную структурную формулу вещества $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}$, обладающего следующими свойствами: а) при действии метилмагнийиодида выделяет метан; б) при дегидратации переходит в углеводород C_7H_{14} , который при озонлизе дает смесь уксусного и изовалерианового альдегида.

20. Напишите структурную формулу соединения $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, если оно реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, при окислении дает кетон с тем же числом атомов углерода.

21. Определите структурную формулу соединения, если известно, что оно состоит из 37,7% С, 6,3% Н и 56,0% О (по массе). 6,35 г. паров этого соединения занимают объем 1,12 л (н.у.). при гидролизе этого соединения образуется вещество, состоящее из С, Н, О, а при восстановлении последнего образуется вторичный спирт. Запишите уравнения соответствующих реакций.

22. Превращение сложных эфиров в спирты методом восстановления может быть осуществлено двумя путями: а) действием водорода в момент выделения; б) каталитическим восстановлением под давлением. Напишите уравнения реакций восстановления следующих сложных эфиров: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOC}_2\text{H}_5$; $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOC}_4\text{H}_9$.

23. Какие соединения образуются, если на пропилмагнийиодид подействовать: а) формальдегидом и водой; б) уксусным альдегидом и водой; в)

метилэтилкетон и водой; г) этиловым эфиром уксусной кислоты и водой. Назовите полученные соединения по карбинольной и женевской номенклатурам.

24. Сравните физические свойства этилового спирта и диметилового эфира. Чем обусловлена хорошая растворимость в воде первых членов гомологического ряда спиртов?

25. Сравните свойства гидроксильной группы в спиртах и кислотах. Приведите примеры соответствующих реакций. Дайте объяснение.

26. При помощи каких реакций можно отличить уксусную кислоту от пропионового альдегида? Приведите примеры реакций.

27. Напишите уравнения реакций получения бензальдегида и фенилуксусного альдегидов: а) окислением соответствующих спиртов; б) гидролизом дигалогензамещенных. У какого из альдегидов будут легче осуществляться реакции нуклеофильного присоединения? Почему?

28. Какие продукты можно получить при сухой перегонке кальциевых солей следующих кислот: а) фенилуксусной; б) смеси бензойной и муравьиной; в) смеси бензойной и пропионовой? Напишите уравнения соответствующих реакций.

29. При помощи каких реакций можно отличить пропиловый спирт от пропионового альдегида? Приведите примеры реакций.

30. Объясните с точки зрения электронной теории большую кислотность дикарбоновых кислот по сравнению с монокрбоновыми. Расположите в порядке уменьшения кислотности уксусную, пропионовую и муравьиную кислоты.

31. При помощи каких реакций можно отличить фенол от пропионовой кислоты? Приведите примеры.

32. Напишите уравнения реакций янтарной кислоты с: а) гидроксидом кальция; б) карбонатом натрия; в) аммиаком при последующем нагревании; г) избытком тионилхлорида; д) этанолом; е) азотной кислотой. Во всех ли случаях будут происходить реакции?

33. При помощи каких реакций можно отличить диметилкетон от пропионовой кислоты? Приведите примеры.

34. При окислении этиленового углеводорода C_8H_{16} образуется в качестве единственного продукта реакции вещество C_4H_8O , не дающее реакции серебряного зеркала. Дальнейшее окисление C_4H_8O в жестких условиях приводит к образованию смеси CO_2 , уксусной и пропионовой кислот. Какова структурная формула углеводорода?

35. Для количественного определения альдегидов и кетонов применяют метод оксимирования, основанный на взаимодействии альдегидов и кетонов с раствором солянокислого гидросиламина, освобождающуюся при этом соляную кислоту оттитровывают. Определите процентное содержание пропионового альдегида в смеси, если при обработке 1 г этой смеси хлоргидратом гидросиламина выделяется 0,12 г хлористого водорода.

36. Какое строение имеет соединение состава $C_8H_{14}O_4$, если оно было получено при последовательном воздействии на диэтиловый эфир малоновой

кислоты: этилата натрия, этилового эфира хлоруксусной кислоты, воды (при нагревании), этилового спирта (2 моль). Назовите полученное вещество. Напишите уравнения протекающих реакций.

37. В водном растворе содержится уксусная кислота с примесью серной кислоты. Каким способом можно очистить уксусную кислоту от примеси серной кислоты?

38. Напишите уравнения реакций, при помощи которых фенилуксусную кислоту можно превратить в: а) фенилацетат натрия; б) этилфенилацетат; в) фенил-ацетамид; г) *n*-бромфенилуксусную кислоту.

39. При помощи каких реакций можно отличить уксусный альдегид от пропионовой кислоты? Приведите примеры.

40. Продукт хлорирования уксусного альдегида (хлораль) применяется в производстве инсектицида ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметана) при взаимодействии его с хлорбензолом. Составить соответствующие уравнения реакций.

41. При помощи каких реакций можно отличить пропионовый альдегид от пропионовой кислоты?

42. Метальдегид $(C_2H_4O)_4$, называемый в быту "сухим спиртом", получается в результате реакции полимеризации уксусного альдегида. Сколько литров метана необходимо сжечь, чтобы получить такое количество углекислого газа, которое получается при сжигании 120 г "сухого спирта"?

43. Сколько граммов оксида серебра можно восстановить с помощью 200 см³ 36%-го раствора муравьиного альдегида, удельный вес 1,11?

44. При помощи каких реакций можно отличить этанол от щавелевой кислоты?

45. При помощи каких реакций можно отличить ацетон от пропионовой кислоты?

46. Какой этиленовый углеводород дает при озонолизе смесь пропионового альдегида и метилэтилкетона?

47. При помощи каких реакций можно отличить щавелевую кислоты от пропионовой кислоты?

48. Какие продукты получают при омылении жира $C_3H_5(C_3H_5COO)_3$? Составьте уравнение реакции и дайте название продуктам омыления.

49. При помощи каких реакций можно отличить фенол от уксусного альдегида?

50. Напишите структурную формулу ненасыщенной кислоты молекулярной формулы $C_{18}H_{34}O_2$, если при восстановлении водородом получается стеариновая кислота, при окислении перманганатом в щелочной среде образуется *n*-пеларгоновая кислота $CH_3(CH_2)_7COOH$ и *n*-азелаиновая кислота $HOOC(CH_2)_7COOH$, при озонолизе образуется альдегид пеларгоновой кислоты и полуальдегид азелаиновой кислоты.

51. При помощи каких реакций можно отличить формальдегид от уксусного альдегида?

52. При помощи каких реакций можно отличить ацетон от изомерного ему пропионового альдегида?

53. Напишите структурную формулу кетона, при окислении которого были получены следующие кислоты: уксусная, изовалериановая, пропионовая и изомасляная.

54. Напишите структурную формулу вещества состава $C_3H_6O_2$, если водный раствор его имеет кислую реакцию, а при прокаливании его натриевой соли с гидроксидом натрия образуется этан. Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих свойства этого соединения.

55. Напишите структурную формулу спирта $C_7H_{16}O$, если при его окислении образуется кетон $C_7H_{14}O$. Окисление последнего приводит к образованию смеси уксусной, пропионовой, масляной и валериановой кислот.

56. Какое соединение образуется, если этилпропилкетон восстановить, полученный спирт обработать последовательно бромистым водородом; магнием в эфирном растворе; формальдегидом; разбавленной соляной кислотой и смесью йода и красного фосфора, затем металлическим натрием?

57. Напишите и назовите структурные формулы всех изомерных кислот состава $C_6H_{12}O_2$, при декарбоксилировании которых получается метилбутан.

58. Реакция взаимодействия альдегидов и некоторых кетонов с бисульфитом натрия используется для выделения и очистки этих соединений. Напишите реакцию образования бисульфитного соединения пропионового альдегида и реакции разложения этого соединения в присутствии соляной кислоты и соды.

59. При помощи каких реакций можно разделить смесь, состоящую из амилового спирта, валерианового альдегида и валериановой кислоты.

60. При помощи каких реакций можно отличить уксусную кислоту от малоновой кислоты?

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Материалы для итоговой аттестации.

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Предмет изучения органической химии. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.
2. Ковалентная связь в органических соединениях: σ -связь, π -связь. Состояния гибридизации орбиталей атомов углерода в молекулах органических соединений.
3. Основные характеристики химической связи в органических соединениях. Длина связи, энергия связи, кратность связи, полярность связи.
4. Классификация органических соединений. Ациклические и циклические соединения.
5. Основные классы органических соединений. Функциональная группа. Гомологический ряд.
6. Изомерия органических соединений. Структурные и пространственные изомеры. Цис- и транс-изомеры.
7. Типы реакций и реагентов. Реакционная способность. Классификация реагентов в органической химии. Радикальные, электрофильные и нуклеофильные реагенты.
8. Разрыв и образование связей в органических соединениях. Гомолитический и гетеролитический разрыв ковалентной связи.
9. Классификация органических реакций. Радикальные и ионные реакции. Типы реакций. Реакции замещения (S), присоединения (A), отщепления (E) и перегруппировки.
10. Углеводороды. Предельные углеводороды (алканы). Номенклатура алканов. Структурные изомеры алканов. Нахождение в природе и основные методы получения алканов.
11. Физические и химические свойства алканов. Характерные реакции алканов. Галогенирование, нитрование, дегидрирование и окисление алканов. Применение алканов.
12. Нефть и ее переработка. Крекинг, пиролиз. Органические вяжущие: битумы и дегти.
13. Непредельные углеводороды. Алкены. Номенклатура и изомерия алкенов. Основные методы получения и химические свойства алкенов.
14. Диеновые углеводороды (алкадиены). Кумулированные, изолированные и сопряженные диены. Особые свойства сопряженных диенов. Номенклатура диенов.
15. Натуральные и синтетические каучуки. Вулканизация каучука.
16. Методы получения важнейших диенов. Химические свойства диенов.
17. Алкины. Номенклатура и изомерия. Методы получения алкинов. Химические свойства алкинов.

18. Ароматические углеводороды (арены). Общая характеристика аренов. Строение молекулы бензола. Изомерия углеводородов ряда бензола. Методы получения аренов.
19. Химические свойства аренов. Реакции замещения, присоединения.
20. Толуол и ксилол как органические растворители.
21. Галогенопроизводные углеводородов. Первичные, вторичные и третичные галогенопроизводные. Моно-, ди- и полигалогенопроизводные. Номенклатура и изомерия моногалогенопроизводных предельных углеводородов.
22. Методы получения галогенопроизводных и химические свойства галогенопроизводных. Применение.
23. Спирты. Классификация, номенклатура и изомерия одноатомных спиртов.
24. Методы получения спиртов. Химические свойства и применение спиртов.
25. Двухатомные спирты (гликоли). Методы получения, химические свойства и применение.
26. Трехатомные спирты. Методы получения, химические свойства и применение.
27. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны. Номенклатура и изомерия.
28. Получение, химические свойства и применение альдегидов и кетонов.
29. Карбоновые кислоты. Одноосновные предельные карбоновые кислоты. Номенклатура и изомерия. Методы получения одноосновных предельных кислот.
30. Химические свойства и применение одноосновных предельных кислот.
31. Двухосновные предельные кислоты: номенклатура и изомерия, методы получения, физические и химические свойства, основные представители.
32. Сложные эфиры: номенклатура и изомерия, методы получения, физические и химические свойства.
33. Жиры: номенклатура и изомерия, методы получения, физические и химические свойства. Масла, олифы.
34. Углеводы. Моносахариды. Полисахариды. Строение и физические свойства. Химические свойства и получение. Целлюлоза и ее производные. Применение эфиров целлюлозы в строительстве.
35. Общая характеристика и классификация поверхностно-активных веществ (ПАВ). Физико-химические основы моющего действия ПАВ. Синтетические моющие средства. Применение ПАВ в строительстве.
36. Основные понятия химии высокомолекулярных соединений. Классификация полимеров.
37. Получение полимеров. Полимеризация, поликонденсация и полиприсоединение. Способы проведения полимеризации и поликонденсации.

38. Структура полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры. Влияние кристалличности на свойства полимеров.
39. Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Органоразбавляемые и воднодисперсионные ЛКМ. Полимерные дисперсии как плёнообразователи.
40. Основные крупнотоннажные полимеры. Полиэтилен. Полипропилен. Полистирол.
41. Основные крупнотоннажные полимеры. Поливинилхлорид. Поливинилацетат.
42. Основные крупнотоннажные полимеры. Полиметилметакрилат. Поликарбонат.
43. Эпоксидные и фенолформальдегидные смолы. Полимерные клеи. Органические вяжущие.
44. Полимербетоны. Представление о полимерных композитах.
45. Кремнийорганические полимеры. Герметики и гидрофобизаторы.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учебная программа для специальности:

7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений

Учебная программа по органической химии составлена в соответствии с требованиями второго поколения образовательных стандартов Республики Беларусь и типовых учебных планов для студентов, обучающихся по специальности, связанной со строительством, в Учреждении образования «Брестский государственный технический университет».

Химия является фундаментальной естественнонаучной дисциплиной, развитие которой в значительной степени определяет материальные достижения современной цивилизации. Химия изучает основные закономерности протекания химических процессов, их направление и скорость; строение, свойства и методы синтеза различных веществ. Поэтому создание и применение новых конструкционных материалов, разработка современных ресурсосберегающих и безотходных технологий, освоение возобновляемых источников энергии невозможно без глубоких химических знаний.

Органическая химия является важной составной частью химической науки. Достижения органической химии в значительной степени определяют развитие современной фармацевтики и медицины, успехи сельского хозяйства и технологии переработки продуктов питания, возможность эффективной переработки природного углеродного сырья. Большой вклад вносит органическая химия и в современную строительную промышленность. Так, например, синтетические полимеры широко используются в качестве органических вяжущих, являются основой для создания полимерных композиционных материалов, с их помощью создаются новые отделочные материалы.

Целью изучения органической химии студентами строительных специальностей является формирование у них системы знаний структуры и свойств органических соединений, а также дальнейшее развитие химического мышления, для того чтобы будущие специалисты могли решать возникающие химические задачи в своей профессиональной деятельности.

Задачами обучения органической химии в вузе являются:

- формирование представлений об особенностях химического строения и природе химической связи в органических соединениях, а также о механизмах реакций в органической химии;

- освоение химических знаний на основе фактического материала современной органической химии для понимания сущности технологических процессов, связанных с переработкой и использованием органических вяжущих, конструкционных полимерных материалов, клеев, грунтовок, красок, отделочных материалов;

- формирование у студентов научного мировоззрения, понимания значения методов химической науки, направленных на познание окружающего мира;

- формирование у студентов рациональных приёмов мышления, умения анализировать и систематизировать данные, получаемые в ходе химического эксперимента или решения задач;

- развитие навыков самостоятельной работы, нацеленных на приобретение новых знаний, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Освоение учебной дисциплины «Органическая химия» обеспечивает формирование следующих компетенций:

БПК-1 – Применять знания естественнонаучных дисциплин для решения прикладных инженерно-строительных задач.

Изучение химии в вузе реализуется в системе непрерывного химического образования и должно базироваться на знаниях, умениях и навыках, полученных ранее в средних общеобразовательных учреждениях.

По окончании изучения дисциплины студенты должны

знать:

- современные представления о строении органических веществ в природе, химической связи в них;

- особенности влияния химического строения на свойства органических соединений;

- основные закономерности протекания химических процессов с участием органических соединений;

- химические свойства важнейших классов органических соединений и методы их получения.

уметь:

- давать наименования органическим соединениям согласно номенклатурным требованиям ИЮПАК;

- составлять уравнения химических реакций с участием органических соединений;

- использовать знания о химических процессах и свойствах органических веществ с целью наиболее оптимальной организации и экологической безопасности технологических процессов.

владеть:

- методами теоретического и экспериментального исследования в химии в практической деятельности и решении экологических проблем.

Для достижения поставленных целей обучения, а также для усвоения студентами содержания программы применяются различные методы обучения. Важная роль принадлежит алгоритмизированным методам обучения, которые применяются, например, при решении химических задач. В лабораторном практикуме рекомендуется использовать маршрутный способ проведения занятий. В лекционном курсе могут быть использованы проблемные методы обучения.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» приведено в таблице.

**План учебной дисциплины для дневной формы получения
высшего образования**

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
7-07-0732-01	Строительство зданий и сооружений (профилизация Производство строительных изделий и конструкций)	2	4	110	3	50	34	16	-	-	-	зачет

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.1.1. Основы органической химии

Исторический обзор развития органической химии. Органическая химия как химия соединений углерода. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Современные представления о химической связи. Ковалентная связь, σ - и π -связи. Основные положения теории гибридизации. Представление о sp^3 , sp^2 , sp -гибридизации атомов углерода.

Источники сырья для получения органических веществ. Методы выделения и очистки органических соединений. Классификация, номенклатура и изомерия органических соединений.

1.1.2. Алканы, циклоалканы

Природа C–C и C–H связей в алканах, sp^3 -гибридизация. Физические свойства алканов. Понятие о гомологии. Номенклатура алканов. Химические свойства алканов и получение. Применение алканов.

Нефть и ее переработка. Органические вяжущие: битумы и дегти.

1.1.3. Алкены и алкины

Природа C–C связей в алкенах (sp^2 -гибридизация), номенклатура, пространственное строение и физические и химические свойства алкенов (реакции присоединения, окисления, полимеризации).

Алкадиены с изолированными, кумулированными и сопряженными двойными связями. Строение молекул 1,3-бутадиена, изопрена и хлоропрена. Реакции полимеризации аллена и 1,3-бутадиена (натуральный каучук и гуттаперча). Синтетические каучуки. Вулканизация каучука.

Природа C–C связей в алкинах (sp -гибридизация), пространственное строение алкинов и их номенклатура. Физические и химические свойства алкинов. Реакции галогенирования, гидрогалогенирования. Гидратация ацетилена (реакция Кучерова). Промышленное применение ацетилена.

1.1.4. Ароматические углеводороды

Арены. Номенклатура и изомерия. Особенности строения и физические свойства ароматических углеводородов. Природа химических связей в бензоле. Химические свойства и получение. Применение аренов. Толуол и ксилол как промышленные растворители.

1.1.5. Галогенпроизводные углеводородов

Классификация галогенпроизводных углеводородов, их изомерия и номенклатура. Физические и химические свойства. Реакции элиминирования, каталитического гидрирования, взаимодействия с натрием (реакция Вюрца). Реактивы Гриньяра, их синтез и использование в органическом синтезе (магнийорганический синтез). Галогенпроизводные ненасыщенных углеводородов (хлористый винил, тетрафторэтилен) и синтетические полимеры на их основе.

1.1.6. Спирты и простые эфиры

Алканолаы. Классификация, номенклатура и изомерия. Гомологический ряд. Строение и физические свойства. Химические свойства и получение.

Диолы и триолы. Этиленгликоль и глицерин как основные представители многоатомных спиртов. Физические и химические свойства. Получение и применение.

Простые эфиры и их номенклатура. Методы получения и свойства простых эфиров. Применение простых эфиров. Тиолы (меркаптаны).

1.1.7. Карбонильные соединения

Альдегиды, их номенклатура, физические и химические свойства. Характерные особенности карбонильной группы в альдегидах.

Кетоны, их номенклатура, физические и химические свойства. Характерные особенности карбонильной группы в кетонах. Циклические кетоны.

Получение и применение альдегидов и кетонов.

1.1.8. Карбоновые кислоты и их производные

Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Номенклатура и изомерия. Гомологический ряд. Строение и физические свойства. Химические свойства и получение. Реакция этерификации. Применение карбоновых кислот. Высшие жирные карбоновые кислоты и их соли. Мыла.

Ненасыщенные карбоновые и дикарбоновые кислоты.

Сложные эфиры карбоновых кислот. Номенклатура и изомерия. Строение и физические свойства. Химические свойства и получение. Жиры и масла. Олифы.

1.1.9. Углеводы

Углеводы. Моносахариды. Полисахариды. Строение и физические свойства. Химические свойства и получение. Целлюлоза и ее производные. Применение эфиров целлюлозы в строительстве.

1.1.10. Поверхностно-активные вещества

Общая характеристика и классификация поверхностно-активных веществ (ПАВ). Физико-химические основы моющего действия ПАВ. Синтетические моющие средства. Применение ПАВ в строительстве.

1.1.11. Высокомолекулярные соединения, материалы на их основе и их применение в строительстве

Основные понятия химии высокомолекулярных соединений. Классификация полимеров.

Получение полимеров. Полимеризация, поликонденсация и полиприсоединение. Способы проведения полимеризации и поликонденсации.

Структура полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры. Влияние кристалличности на свойства полимеров.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Органоразбавляемые и воднодисперсионные ЛКМ. Полимерные дисперсии как плёнообразователи. Основные крупнотоннажные полимеры. Полиэтилен. Полипропилен. Полистирол. Поливинилхлорид. Поливинилацетат. Полиметилметакрилат. Поликарбонат.

Эпоксидные и фенолформальдегидные смолы. Полимерные клеи. Органические вяжущие. Полимербетоны. Представление о полимерных композитах.

Кремнийорганические полимеры. Герметики и гидрофобизаторы.

Утилизация отходов полимеров.

1.1.12. Органическая химия и современное общество

Роль органической химии в современном обществе. Органическая химия и энергетика. Органическая химия и медицина. Органическая химия и сельское хозяйство.

1.3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ НАЗВАНИЕ

1. Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Качественный элементный анализ органических соединений.
2. Качественный функциональный анализ органических соединений.
3. Качественное определение основных классов органических соединений.
4. Органические поверхностно-активные вещества.
5. Полимерные материалы в строительной промышленности.
6. Лакокрасочные материалы на основе полимерных дисперсий.
7. Органические пигменты и красители.
8. Углеводы.

3.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.1.	Основы органической химии	2	—	—	2	Устный опрос
1.2.	Алканы, циклоалканы	2	—	—	4	Контр. раб.
1.3.	Алкены и алкины	4	—	—	6	Контр. раб.
1.4.	Ароматические углеводороды	2	—	—	4	Тест. задание
1.5.	Галогенпроизводные углеводородов	2	—	—	4	Тест. задание
1.6.	Спирты и простые эфиры	4	—	2	6	Защита лаб. раб.
1.7.	Карбонильные соединения	2	—	2	6	Защита лаб. раб.
1.8.	Карбоновые кислоты и их производные	4	—	2	4	Защита лаб. раб.
1.9.	Углеводы	2	—	—	2	Устный опрос
1.10.	Поверхностно-активные вещества	4	—	4	8	Защита лаб. раб.
1.11.	Высокомолекулярные соединения, материалы на их основе и их применение в строительстве	4	—	6	12	Защита лаб. раб.
1.12.	Органическая химия и современное общество	2	—	—	2	Устный опрос
	ИТОГО	34	—	16	60	Зачёт

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Перечень литературы (учебной, учебно-методической, научной, нормативной, и др.)

Основная

1. Бармин, М. И. Лекции по органической химии с решениями задач : учеб. пособие . Т. 5 / М. И. Бармин. – СПб. : Геликон Плюс, 2010. – 314 с.
2. Иванов, В. Г. Органическая химия : учебное пособие / В. А. Горленко, О. Н. Гева. – 5-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 624 с.
3. Артеменко, А. И. Органическая химия : учебник для строит. спец. вузов / А. И. Артеменко. – 6-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2007. – 559 с.

Дополнительная

4. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии : учебное пособие для вузов / Б. Д. Березин. – М. : Высш. шк., 1999. – 768 с.
5. Стародубцев, Д. С. Органическая химия : учебник для вузов / Д. С. Стародубцев. – М. : Высш. шк., 1991. – 367с.
6. Нейланд, О. Я. Органическая химия : учебник. – М. : Высш. шк., 1990. – 750 с. : ил.
7. Глинка, Н. Л. Общая химия : уч. пос. / под ред. В. А. Рабиновича. – Изд. 27-е, стер. – Л. : Химия, 1988. – 704 с.
8. Степаненко, Б. Н. Курс органической химии : в 2-х ч. : учебник для вузов. Ч. 1. Алифатические соединения. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1981. – 464 с.
9. Степаненко, Б. Н. Курс органической химии : в 2-х ч. : учебник . Ч. 2. Карбоциклические и гетероциклические соединения. – М. : Высш. шк., 1981. – 302 с.

Учебно-методические разработки

10. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Органическая химия" для студентов специальности 1-70 01 01 "Производство строительных изделий и конструкций" / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет, Кафедра инженерной экологии и химии ; сост.: В. А. Халецкий, Е. К. Антонюк. – Брест : БрГТУ, 2011. – 19 с.

4.3. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

Основным инструментом диагностики компетенций студентов в результате освоения содержания дисциплины «Органическая химия» являются письменные отчеты по лабораторным работам. При изучении некоторых тем используется устная форма диагностики компетенций, а именно собеседования по тематике занятия, понимаемого как прагматический тест коммуникативной компетенции, представляющий собой прямое речевое взаимодействие между преподавателем и обучающимся. Кроме перечисленных инструментов

диагностики также используются письменная контрольная работа и тестовые задания, текущая аттестация и сдача зачета.

4.4. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины, а также с формулировки знаний и умений, которые студент должен приобрести в процессе обучения. Далее следует ознакомить студента с перечнем рекомендуемой литературы, рассмотрев темы лекционных и практических занятий. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить в ходе консультации с преподавателем.

Перечень вопросов для самостоятельной проработки

Алканы, алкены, алкины, спирты, карбоновые кислоты, галогеносодержащие органические соединения. Строение, номенклатура, свойства и применение.

Основные понятия и численные характеристики. Классификация полимеров. Основные отличия полимеров от низкомолекулярных веществ. Полимеризация и поликонденсация. Структура полимеров. Полимерная химия в Беларуси. Полиэтилен. Полипропилен. Полистирол. Пенополистирол и его применение в качестве теплоизолирующего материала в строительстве. Поливинилхлорид. Пластифицированный и непластифицированный поливинилхлорид. Полиакрилаты. Органическое стекло. Использование в качестве плёнкообразователя для экологически полноценных водно-дисперсионных строительных лакокрасочных материалов. Материалы для дорожной разметки. Фенолформальдегидные смолы. Свойства. Применение в строительстве. Органические вяжущие материалы. Полимербетоны. Полимерные композиционные материалы. Основные методы утилизации отходов полимеров. Рециклинг, захоронение, сжигание, пиролиз.

Роль химии в современном обществе. Химия и энергетика. Химия и продовольствие. Химия и медицина. Современная химическая промышленность. Роль химии в решении глобальных экологических проблем. Основные принципы «зелёной» химии.

Вопросы к зачету по курсу «Органическая химия»

1. Предмет изучения органической химии. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.
2. Ковалентная связь в органических соединениях: σ -связь, π -связь. Состояния гибридизации орбиталей атомов углерода в молекулах органических соединений.
3. Основные характеристики химической связи в органических соединениях. Длина связи, энергия связи, кратность связи, полярность связи.

4. Классификация органических соединений. Ациклические и циклические соединения.
5. Основные классы органических соединений. Функциональная группа. Гомологический ряд.
6. Изомерия органических соединений. Структурные и пространственные изомеры. Цис- и транс-изомеры.
7. Типы реакций и реагентов. Реакционная способность. Классификация реагентов в органической химии. Радикальные, электрофильные и нуклеофильные реагенты.
8. Разрыв и образование связей в органических соединениях. Гомолитический и гетеролитический разрыв ковалентной связи.
9. Классификация органических реакций. Радикальные и ионные реакции. Типы реакций. Реакции замещения (S), присоединения (A), отщепления (E) и перегруппировки.
10. Углеводороды. Предельные углеводороды (алканы). Номенклатура алканов. Структурные изомеры алканов. Нахождение в природе и основные методы получения алканов.
11. Физические и химические свойства алканов. Характерные реакции алканов. Галогенирование, нитрование, дегидрирование и окисление алканов. Применение алканов.
12. Нефть и ее переработка. Крекинг, пиролиз. Органические вяжущие: битумы и дегти.
13. Непредельные углеводороды. Алкены. Номенклатура и изомерия алкенов. Основные методы получения и химические свойства алкенов.
14. Диеновые углеводороды (алкадиены). Кумулированные, изолированные и сопряженные диены. Особые свойства сопряженных диенов. Номенклатура диенов.
15. Натуральные и синтетические каучуки. Вулканизация каучука.
16. Методы получения важнейших диенов. Химические свойства диенов.
17. Алкины. Номенклатура и изомерия. Методы получения алкинов. Химические свойства алкинов.
18. Ароматические углеводороды (арены). Общая характеристика аренов. Строение молекулы бензола. Изомерия углеводородов ряда бензола. Методы получения аренов.
19. Химические свойства аренов. Реакции замещения, присоединения.
20. Тoluол и ксилол как органические растворители.
21. Галогенопроизводные углеводородов. Первичные, вторичные и третичные галогенопроизводные. Моно-, ди- и полигалогенопроизводные. Номенклатура и изомерия моногалогенопроизводных предельных углеводородов.
22. Методы получения галогенопроизводных и химические свойства галогенопроизводных. Применение.
23. Спирты. Классификация, номенклатура и изомерия одноатомных спиртов.
24. Методы получения спиртов. Химические свойства и применение спиртов.

25. Двухатомные спирты (гликоли). Методы получения, химические свойства и применение.
26. Трехатомные спирты. Методы получения, химические свойства и применение.
27. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны. Номенклатура и изомерия.
28. Получение, химические свойства и применение альдегидов и кетонов.
29. Карбоновые кислоты. Одноосновные предельные карбоновые кислоты. Номенклатура и изомерия. Методы получения одноосновных предельных кислот.
30. Химические свойства и применение одноосновных предельных кислот.
31. Двухосновные предельные кислоты: номенклатура и изомерия, методы получения, физические и химические свойства, основные представители.
32. Сложные эфиры: номенклатура и изомерия, методы получения, физические и химические свойства.
33. Жиры: номенклатура и изомерия, методы получения, физические и химические свойства. Масла, олифы.
34. Углеводы. Моносахариды. Полисахариды. Строение и физические свойства. Химические свойства и получение. Целлюлоза и ее производные. Применение эфиров целлюлозы в строительстве.
35. Общая характеристика и классификация поверхностно-активных веществ (ПАВ). Физико-химические основы моющего действия ПАВ. Синтетические моющие средства. Применение ПАВ в строительстве.
36. Основные понятия химии высокомолекулярных соединений. Классификация полимеров.
37. Получение полимеров. Полимеризация, поликонденсация и полиприсоединение. Способы проведения полимеризации и поликонденсации.
38. Структура полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры. Влияние кристалличности на свойства полимеров.
39. Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Органоразбавляемые и воднодисперсионные ЛКМ. Полимерные дисперсии как плёнообразователи.
40. Основные крупнотоннажные полимеры. Полиэтилен. Полипропилен. Полистирол.
41. Основные крупнотоннажные полимеры. Поливинилхлорид. Поливинилацетат.
42. Основные крупнотоннажные полимеры. Полиметилметакрилат. Поликарбонат.
43. Эпоксидные и фенолформальдегидные смолы. Полимерные клеи. Органические вяжущие.
44. Полимербетоны. Представление о полимерных композитах.
45. Кремнийорганические полимеры. Герметики и гидрофобизаторы.