

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ВЫСШИХ
УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Органическая химия и высокомолекулярные соединения

**Типовая учебная программа для высших учебных заведений по
специальности**

1-46 01 02 Технология деревообрабатывающих производств

Минск 2013

УДК 547:678(073)

ББК 24.2:24.7я7

А 79

Составители:

К.Н. Прохоревич – старший преподаватель кафедры органической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук;

К.В. Вишневский – ассистент кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов у учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНО ДЛЯ УТВЕРЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой органической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 8 от 16 мая 2013 г.);

Кафедрой технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 8 от 13 июня 2013 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», (протокол № 1 от 10 сентября 2013 г.);

Научно-методическим советом по лесотехническому образованию учебно-методического объединения высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию в отрасли природопользования и лесного хозяйства (протокол № 2 от 8 февраля 2013 г.).

Ответственный за выпуск: К.Н. Прохоревич

УДК 547:678(073)

ББК 24.2:24.7я7

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2013

© Составление Прохоревич К.Н., Вишневский К.В., 2013

Содержание

Объяснительная записка.....	4
Содержание дисциплины.....	10
Часть 1 курса: “Органическая химия”	10
Введение.....	10
Раздел 1. Углеводороды.....	11
Раздел 2. Функциональные производные углеводов.....	14
Раздел 3. Углеводы.....	18
Раздел 4. Гетероциклические соединения.....	18
Часть 2 курса: “Высокомолекулярные соединения”	19
Раздел 5. Высокомолекулярные соединения.....	19
Раздел 6. Синтез полимеров.....	19
Раздел 7. Физика полимеров.....	21
Раздел 8. Природные полимеры, которые входят в состав древесины.....	21
Раздел 9. Характеристика отдельных представителей высокомолекулярных соединений.....	22
Раздел 10. Основы переработки полимеров.....	24
Примерная тематика лабораторных занятий.....	24
Рекомендуемая литература.....	25

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Актуальность изучения учебной дисциплины в вузе и ее роль в профессиональной подготовке выпускника.

Органическая химия занимает отдельное место среди фундаментальных наук ввиду следующих причин:

она изучает более высокоорганизованную материю, чем неорганическая химия и физика и тесно связана с биологией, медициной, сельскохозяйственными и техническими науками;

источником саморазвития органической химии с момента ее возникновения является творческий гений человека и созданная им самим искусственная материя;

число органических соединений практически бесконечно, ежегодно синтезируется и исследуется больше органических соединений, чем открыто всех неорганических вместе взятых;

большинство практически важных органических соединений синтезировано человеком впервые и ранее в природе не существовало;

абсолютное большинство промышленно важных органических соединений получено в ходе химического синтеза и в природе не встречается;

органические вещества составляют значительную часть повседневного окружения человека, играют определяющую роль в жизнедеятельности растений и животных;

органические соединения лежат в основе многочисленных отраслей производства, в том числе промышленного синтеза и переработки высокомолекулярных соединений (ВМС), без которых невозможно представить современный уровень химических производств и предприятий строительных материалов, а также технологии деревообработки.

Органическая химия является общей теоретической основой химии высокомолекулярных соединений и химии полимеров, которая будет предметом изучения второго раздела этого курса.

Деревообработка и в особенности мебельная промышленность в настоящее время использует широкий спектр полимерных материалов, изделий из них и химических продуктов на их основе. В состав клеев, лаков, красок и растворителей входят природные и синтетические органические вещества, а также полимерные соединения, получаемые только методами промышленного органического синтеза. Средства бытовой химии, в том числе и применяемые для обработки мебели, в большинстве своем органического происхождения. Знание основ химии высокомолекулярных соединений для специалистов по технологии деревообработки необходимы в той же мере, как и владение общинженерными и специальными дисциплинами. Поэтому изучение этой фундаментальной дисциплины является актуальным.

1.2 Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью первого раздела курса является изучение студентами специальности **1-46 01 02 Технология деревообрабатывающих производств** основных классов органических соединений, их химических и физических свойств, способов промышленного и лабораторного получения, взаимопревращений, а также их практического применения. Понимание основных закономерностей реакций органических веществ необходимо для формирования научного мировоззрения, развития логического мышления у будущих специалистов, расширения их профессионального кругозора. Эти знания необходимы инженерам-технологам, специализирующимся в области деревообработки.

Пластмассы и покрытия на их основе традиционно используют вместо ценных пород древесины, из пластика производят как целые окна, так и отделочные изделия, детали фурнитуры. Из пластмасс изготавливают высококачественные и долговременные конструкционные материалы, химические волокна, водопроводные трубы и детали сантехнического назначения, корпуса холодильников, телевизоров и баки стиральных машин. Производство изделий из пластмасс осуществляется на основе практически безотходных технологий литья, прессования, экструзии термопластов, а также прессования и литьем под давлением реактопластов. Получение основных материалов мебельного производства – ДВП, ДСП, МДФ, фанеры, искусственной кожи, кожезаменителей, набивочных материалов, лаков, красок и пластиковой фурнитуры основано на химии ВМС.

Содержанием второго раздела курса является изучение общих законов синтеза и промышленных методов получения высокомолекулярных соединений, изучение особенностей их строения и химических превращений, которые имеют место при использовании последних в химической промышленности и на предприятиях деревообработки.

Целью изучения дисциплины является овладение студентами основами органической химии, а также химии и физики ВМС, что позволит им использовать полученные знания в технологии переработки древесины с использованием химических процессов.

1.3 Требования к уровню владения содержанием учебной дисциплины и компетенциям специалистов.

После изучения 1 части курса “Органическая химия” специалист по технологии деревообработки должен **знать**:

1. Физические и химические свойства, а также номенклатуру основных классов органических соединений, способы их промышленного получения и реакции с их участием в условиях применения высоких температур, давления и катализаторов.

2. Основные закономерности протекания химических реакций.

уметь: использовать химические свойства веществ и особенности протекания реакций при выборе условий осуществления технологических процессов; применять базовые химические знания для решения теоретических и практических задач.

владеть: междисциплинарным подходом при решении проблем, обладать навыками устной и письменной коммуникации.

После изучения 2 части курса “Высокомолекулярные соединения” специалист по технологии деревообработки должен **знать:**

1. Методы получения и свойства основных мономеров, применяющихся в синтезе современных полимерных материалов.

2. Физико-химические свойства и техническое применение моно-, ди- и полисахаридов, составляющих основу природных биополимеров, таких как крахмал и целлюлоза.

3. Химическую природу и особенности физических и химических свойств ВМС, используемых в производстве изделий из древесины и плитных материалов на ее основе.

4. Об изменениях структуры и свойств, возникающих в ходе эксплуатации изделий из пластмасс, резин, химических волокон и материалов на основе полимерных связующих и наполнителей.

5. О возможных изменениях структуры и свойств полимеров при получении изделий из древесины и термореактивного полимерного связующего.

6. О токсичности веществ, которые выделяются из полимеров при получении изделий из древесины и их ПДК.

уметь:

1. Анализировать и объективно оценивать достижения науки в области полимерных и композиционных материалов, разработки, производства и применения (эксплуатации) изделий, перспективы и направления развития.

2. Проводить патентно-информационные исследования по разрабатываемым объектам, оценивать их новизну и технический уровень, патентоспособность и патентную чистоту, составлять отчет о патентно-информационном исследовании.

3. Организовывать и проводить экспериментальные исследования материалов, изделий, технологических процессов и средств технологического оснащения по профилю специальности, анализировать и обрабатывать результаты исследований.

4. Проводить необходимую замену одного вещества другим на основании знаний об их физических и химических свойствах.

5. Производить контроль технологических характеристик использования полимерных материалов в химической промышленности и на предприятиях по переработке древесины.

6. Определять степень пригодности сырья для производства полимеров в области их применения на химических предприятиях и при производстве изделий из древесины.

7. Вносить необходимые изменения в технологию получения изделий.

8. Формулировать требования по качеству сырья в производстве полимерных и композиционных материалов.

9. Проводить мероприятия по охране окружающей среды.

10. Работать самостоятельно.

владеть:

1. Методами анализа экспериментальных данных.

2. Способами получения сырья, обеспечивающими экологическую безопасность технологических процессов.

3. Методами определения термодинамических характеристик веществ и реакций при выборе условий осуществления технологических процессов.

1.4 Структура содержания учебной дисциплины.

Общеобразовательный стандарт предусматривает для изучения курса **“Органическая химия и высокомолекулярные соединения”** по специальности **1-46 01 02 технология деревообрабатывающих производств**

484 часа, в том числе 226 – аудиторных, 258 – самостоятельная работа. Примерное распределение этих часов по видам занятий: лекций – 121, лабораторных занятий – 70, практических занятий – 35. При этом по курсу **“Органическая химия”**: лекций – 36, лабораторных занятий – 36, практических занятий – 18, самостоятельная работа – 120;

по курсу **“Высокомолекулярные соединения”** – лекций – 85, лабораторных занятий – 34, практических занятий – 17, самостоятельная работа – 138.

Содержание дисциплины разбито на 10 разделов из 37 тем, при этом 4 раздела входят в первую часть курса, а 6 – во вторую.

Тематический план курса
“Органическая химия и высокомолекулярные соединения”
 по специальности:
1-46 01 02 технология деревообрабатывающих производств

Название тем	Количество часов		
	Аудиторные		
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия
1 часть курса: «Органическая химия»	36	36	18
Введение	6	8	4
Раздел 1. Углеводороды	12	8	6
1.1 Алканы	2	1	1
1.2 Алкены.	2	1	1
1.3 Диеновые углеводороды	2	1	1
1.4 Алкины	1	1	1
1.5 Циклические углеводороды	1	1	-
1.6 Ароматические углеводороды. Ароматические соединения с конденсированными и неконденсированными ядрами	2	2	1
1.7 Галогенпроизводные углеводородов	2	1	1
Раздел 2. Функциональные производные углеводородов	12	12	4
2.1 Спирты и простые эфиры. Фенолы	3	3	1
2.2 Альдегиды и кетоны	3	3	1
2.3 Карбоновые кислоты и их производные	3	3	1
2.4 Амины и нитросоединения. Аминокислоты и белки	3	3	1
Раздел 3. Углеводы	4	8	3
3.1 Моносахариды	2	4	2
3.2 Дисахариды. Полисахариды	2	4	1
Раздел 4. Гетероциклические соединения	2	-	1
4.1 Общее представление о гетероциклических соединениях на примере азот- и кислородсодержащих гетероциклов	2	-	1
Количество часов	36	36	18

2 часть курса: «Высокомолекулярные соединения»	85	34	17
Раздел 5. Высокомолекулярные соединения	9	-	-
5.1 Основные понятия химии высокомолекулярных соединений	9	-	-
Раздел 6. Синтез полимеров	20	24	-
6.1 Полимеризация	8	12	
6.2 Поликонденсация	6	12	
6.3 Химические превращения полимеров	6		
Раздел 7. Физика полимеров	18	10	2
Раздел 8. Природные полимеры, входящие в состав древесины	4	10	-
Раздел 9. Характеристика отдельных представителей высокомолекулярных соединений	42	10	14
9.1 Полимеры, получаемые реакциями поликонденсации.	6		2
9.1.1 Фенолформальдегидные смолы			
9.1.2 Аминоальдегидные полимеры	4		2
9.1.3 Полиэфирсы	2	2	1
9.1.4 Полиамиды	2		1
9.1.5 Полиуретаны	4		2
9.1.6 Эпоксидные смолы	4	2	2
9.2 Полимеры, получаемые реакциями полимеризации.	2	2	
9.2.1 Полиолефины			
9.2.2 Полистирольные пластики	2	1	
9.2.3 Поливинилхлорид и пластические массы на его основе	2	1	2
9.2.4 Полимеры группы поливинилового спирта	2		2
9.2.5 Полиакрилаты	2	2	
Раздел 10. Основы переработки полимеров	4	-	1
Количество часов	85	34	17
Всего:	121	70	35
Аудиторные часы: 226			

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ЧАСТЬ 1 КУРСА: «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

ВВЕДЕНИЕ

Предмет органической химии. Распространенность органических соединений. Роль органической химии в становлении и развитии научного мировоззрения. Источники органических соединений: нефть, каменный уголь, горючие сланцы, природный газ, древесина, растительное сырье. Возобновляемое и невозобновляемое сырье. Роль и значение органических соединений для промышленности тяжелого органического синтеза, топливно-энергетического комплекса государства, производства синтетических волокон и пластмасс, лакокрасочной и мебельной промышленности.

Состав и строение органических соединений. Основные представления теории химического строения органических соединений. Структурные формулы. Гомологические ряды. Изомерия органических соединений: изомерия углеродного скелета молекулы и положения заместителей или функциональных групп. П-диастереоизомерия и пространственная изомерия (π -диастереомеры и энантиомеры). Типы номенклатур: тривиальная, рациональная и систематическая номенклатура IUPAC. Классификация органических соединений. Теоретические представления в органической химии. Природа и типы химической связи. Ковалентная связь. Физические характеристики ковалентной связи: энергия, длина, направленность, полярность, поляризуемость. Способы образования и разрыва ковалентной связи: коллигация, координация, гомолиз и гетеролиз. Валентное состояние атома углерода. Понятие о гибридизации s и p орбиталей атома углерода. Образование σ - и π -связей, осевое и боковое перекрывание гибридных и негибридных орбиталей. Делокализованные связи. Электроотрицательность атомов и электронные эффекты в молекулах: индуктивный и мезомерный эффекты.

Классификация реагентов и реакций, понятие о субстрате и реагенте в химической реакции. Свободные радикалы. Электрофилы и нуклеофилы. Реакции присоединения, замещения и отщепления. Символы реакций. Катализ в органической химии.

Понятие кислотности и основности в органической химии. Протолитическая теория Бренстеда. Кислоты и основания Льюиса.

РАЗДЕЛ 1. УГЛЕВОДОРОДЫ

1.1 Алканы.

Гомологический ряд метана. Распространенность в природе. Номенклатура. Промышленные способы получения алканов из нефти, угля и природного газа (перегонка нефти, крекинг, процесс Фишера-Тропша, «сжижение угля» по Бергиусу). Лабораторные способы получения алканов: гидрирование, реакция Вюрца, декарбоксилирование карбоновых кислот, электросинтез Кольбе. Температуры плавления и кипения алканов и их изменение в гомологическом ряду. Нахождение в природе и физиологические свойства. Особенности электронного строения молекулы метана sp^3 -гибридизация. Гомолиз C-H и C-C-связей в алканах, стабильность свободных алкильных радикалов в зависимости от их строения. Характеристика реакционной способности алканов. Основные реакции алканов: галогенирование, нитрование по Коновалову, окисление, дегидрирование, крекинг, пиролиз. Механизм реакции радикального замещения в алканах. Использование крекинга для получения из нефти и ее фракций продуктов с меньшей молекулярной массой. Пиролиз алканов как основной источник получения низших олефинов, бутадиена и значительной части бензола. Применение алканов. Проблемы защиты окружающей среды.

1.2 Алкены.

Гомологический ряд алкенов. Нахождение в природе (этилен как гормон растений, феромоны ряда насекомых, антиоксидант ликопин). Номенклатура. Способы промышленного получения алкенов: пиролиз, крекинг, дегидрирование алканов. Лабораторные способы получения алкенов реакциями отщепления из спиртов, галогеналканов, 1,2-дигалогеналканов; каталитическое гидрирование алкинов. Правило Зайцева. Физические свойства алкенов. Параметры и электронное строение π -связи, sp^2 -гибридные атомы углерода. Осевое и боковое перекрывание sp^2 -гибридных орбиталей и негибридных p -орбиталей при формировании σ - и π -связей. Пространственная изомерия (*цис*- и *транс*-изомерия). Реакционная способность алкенов: реакции электрофильного присоединения на примере галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации, получения эфиров серной кислоты. Правило Марковникова и его объяснение с позиции электронных эффектов заместителей при несимметричной двойной связи. Присоединение бромоводорода по радикальному механизму по кратной связи против правила Марковникова. Радикальное хлорирование алкенов по

аллильному положению. Реакция Вагнера. Жесткое окисление алкенов с разрывом кратной связи, озонлиз. Полимеризация и сополимеризация алкенов. Понятие о мономерах и полимерах. Катализаторы Циглера-Натта. Промышленное производство полиэтилена, полипропилена, полиизобутилена.

1.3 Диеновые углеводороды.

Диены с кумулированными, сопряженными (чередующимися) и изолированными связями. Бутадиен и его гомологи. Промышленные и лабораторные способы получения бутадиена и изопрена. Электронное строение и особенности физических и химических свойств соединений с сопряженными кратными связями. Понятие о системе чередующихся простых и кратных связей, делокализация электронов сопряженных π -связей. Реакционная способность диенов. Присоединение к сопряженным диенам по положениям 1,2- и 1,4- в зависимости от условий реакции. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Полимеризация диенов, промышленное получение бутадиенового, изопренового и хлоропренового каучуков.

1.4 Алкины.

Ацетилен и его гомологи. Номенклатура. Промышленные способы получения ацетилена (электрокрекинг метана, карбидный способ). Лабораторные способы получения алкинов: дегидрогалогенирование дигалогеналканов, алкилирование ацетиленидов щелочных металлов. Электронное строение молекулы ацетилена, *sp*-гибридизация атома углерода. Увеличение электроотрицательности атома углерода с ростом *s*-характера его гибридного состояния, полярность и кислотные свойства связи $\equiv\text{C}-\text{H}$ в терминальных алкинах. Получение ацетиленидов щелочных металлов. Реакционная способность алкинов. Реакции присоединения по тройной связи: каталитическое гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование; реакция Кучерова на примере реакций ацетилена с водой и карбоновыми кислотами. Получение гомологов ацетилена. Каталитическая димеризация алкинов; реакции каталитической циклотримеризации по Зелинскому и тетрамеризации по Реппе.

Качественные реакции на терминальную тройную связь. Ацетилен как важное сырье промышленного органического синтеза.

1.5 Циклические углеводороды.

Алициклические углеводороды. Классификация по размеру цикла, количеству циклов и степени ненасыщенности. Изомерия и номенклатура циклоалканов. Способы получения циклоалканов: каталитическое гидрирование аренов, из 1,ω-дигалогенпроизводных и активных металлов. Различия в химических свойствах представителей малых, средних и больших циклов на примере реакций галогенирования, гидрогалогенирования и каталитического гидрирования. Связь между размерами и реакционной способностью циклоалканов. Байеровское (угловое) напряжение в малых и средних циклах; напряжение заклонения (торсионное). Конформационные особенности циклопентана, циклогексана и их моно- и дизамещенных производных. Аксиальные и экваториальные связи в циклогексане. Терпеновые углеводороды, характерные представители, их роль в природе и техническое использование.

1.6 Ароматические углеводороды. Ароматические соединения с конденсированными и неконденсированными ядрами. Гомологический ряд бензола, изомерия, номенклатура. Способы промышленного получения ароматических углеводородов: ароматизация фракций нефти (каталитический риформинг). Синтетические способы получения гомологов бензола: реакция Фюрца-Фиттига, алкилирование по Фриделю-Крафтсу. Электронное строение молекулы бензола, система сопряженных π-связей и устойчивость бензольного кольца к реакциям присоединения и окисления. Явление ароматичности с точки зрения химического поведения и квантово-химических представлений. Правило Хюккеля. Каталитическое гидрирование кольца бензола и присоединение хлора по кратным связям в условиях облучения. Реакции по боковой цепи: галогенирование и нитрование в α-положении, окисление боковой цепи до карбоксильной группы. Реакции электрофильного замещения в ароматических соединениях: нитрование, сульфирование, каталитическое галогенирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Основы механизма реакции электрофильного замещения: π- и σ-аддукты. Влияние заместителя на скорость реакции и место вхождения электрофильного реагента. Правила ориентации, заместители I и II рода, согласованная и несогласованная ориентация. Использование аренов: высокооктановое топливо, растворители, сырье для промышленности тяжелого органического синтеза. Токсичность аренов и экологические проблемы, связанные с их использованием и переработкой.

Классификация и номенклатура многоядерных ароматических углеводородов: дифенил, трифенилметан и их производные. Азокрасители, триарилметановые и антрахиноновые красители. Гомологический ряд нафталина. Номенклатура и изомерия.

Электронное строение молекулы нафталина. Химические свойства нафталина и его характерные реакции: электрофильное замещение, присоединение, окисление. Представители ароматических соединений с тремя конденсированными ядрами: антрацен, антрахинон, ализарин. Протравные красители. Канцерогенные многоядерные ароматические соединения.

1.7 Галогенпроизводные углеводородов.

Классификация, номенклатура и изомерия. Физические свойства галогенпроизводных и их изменение в ряду фтор-, хлор-, бром- и иодпроизводных. Методы получения: радикальное галогенирование насыщенных углеводородов и присоединение по кратным связям алкенов и алкинов; электрофильное замещение в аренах; замещение группы -ОН в спиртах. Специальные методы получения фтор- и иодпроизводных. Связь C-Hal и ее характеристика. Реакционная способность галогенпроизводных в зависимости от вида галогена и строения углеводородного радикала. Характерные реакции галогенпроизводных: нуклеофильное замещение галогена и отщепление галогенводорода. Правило Зайцева. Арилгалогениды в реакциях электрофильного замещения: влияние галогена на скорость и направление вступления нового заместителя в кольцо. Промышленно важные галогенпроизводные углеводородов: хлористый метилен, хлороформ, тетрахлорметан, хлорбензол, винилхлорид, перфторуглеводороды, фреоны.

РАЗДЕЛ 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

2.1 Спирты и простые эфиры. Фенолы.

Классификация, номенклатура и изомерия спиртов. Способы получения спиртов: гидролиз галогенпроизводных, гидратация алкенов и их окисление в реакции Вагнера, восстановление альдегидов и кетонов. Физические свойства спиртов, водородные связи. Кислотно-основные реакции группы -ОН в спиртах. Спирты и их алкоголяты как основания. Реакции замещения группы -ОН в первичных, вторичных и третичных спиртах. Окисление и каталитическое дегидрирование спиртов. Внутри- и межмолекулярная дегидратация спиртов с образованием алкенов и простых эфиров. Реакция этерификации. Негативное воздействие спиртов на организм человека. Промышленное получение и использование спиртов на примере метилового, этилового и изопропилового спиртов. Ненасыщенные спирты и правило Эльтекова-Эрленмейера для енолов. **Многоатомные спирты.** Сходство и отличие от одноатомных спиртов в химических реакциях алкан-1,2-диолов и алкан-1,2,3-триолов на примере

этиленгликоля и глицерина. Качественная реакция на 1,2-диоли с гидроксидом меди(II). Промышленное получение глицерина из жиров и его синтез из пропилена. Использование глицерина в лакокрасочной промышленности (глифталевые эмали). Промышленное получение этиленгликоля и его использование в технике и для синтеза лавсана. Диэтиленгликоль. Простые эфиры, их основные химические и физические свойства. Получение простых эфиров реакцией кислотной дегидратации спиртов и из алкилгалогенидов по Вильямсону. Промышленный синтез и использование виниловых эфиров. Краун-эфиры.

Фенолы и ароматические спирты. Способы получения фенолов (кумольный метод, сплавление солей сульфокислот со щелочью, гидролиз ароматических галогенпроизводных. Особенности фенольной группы -ОН в сравнении со спиртовой. Получение и расщепление простых и сложных эфиров фенолов. Влияние группы -ОН на скорость и направление электрофильного замещения в бензольном кольце. Реакция фенола с формальдегидом и ее практическое значение для получения связующего компонента в производстве наполненных пресс-композиций. Качественные реакции фенолов с раствором хлорида железа (III) и бромной водой. Использование фенолов в качестве антисептиков при обработке изделий из древесины. Токсичность фенолов и их производных, проблема очистки сточных вод. Диоксины.

2.2 Альдегиды и кетоны.

Классификация, номенклатура и изомерия. Общие методы получения: окисление и дегидрирование спиртов, гидролиз дигалогенпроизводных, пиролиз солей карбоновых кислот. Отдельные методы получения: реакции Кучерова, Фриделя-Крафтса, Гаттермана-Коха, оксосинтез. Химические свойства: реакции нуклеофильного присоединения HCN, гидросульфита натрия, спиртов (с получением ацеталей и полуацеталей), аминов, гидразина и его производных, гидросиламина. Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Каталитическое гидрирование карбонильных соединений водородом. Замещение α -H-атома в карбонильных соединениях на галоген, галоформная реакция. Реакции с галогенидами фосфора. Окисление альдегидов, качественные реакции на альдегидную группу – реакция с гидроксидом меди(II) и реактивом Толленса. Окисление кетонов в жестких условиях, правило Попова. Карбонильная группа как заместитель II рода в аренах. Основные представители и их промышленное получение: формальдегид, уксусный альдегид, ацетон, бензальдегид.

2.3 Карбоновые кислоты и их производные.

Классификация, номенклатура и изомерия одноосновных карбоновых кислот. Методы получения: окисление органических соединений, гидролиз производных карбоновых кислот и 1,1,1-тригалогенпроизводных. Водородная связь и ее влияние на физические свойства карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона, сила и типичные реакции карбоновых кислот. Зависимость кислотных свойств от строения углеводородного радикала и его заместителей. Химические реакции по карбоксильной группе. Производные кислот: получение и свойства солей карбоновых кислот, галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров и амидов. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Качественная реакция на карбоновые кислоты (щелочной гидролиз в присутствии фенолфталеина). Ацилирующие свойства производных карбоновых кислот, их гидролиз. Ряд активности ацилирующих средств. Реакции карбоновых кислот по углеводородному радикалу, синтез замещенных карбоновых кислот. Ароматические карбоновые кислоты, реакции электрофильного замещения с их участием. Качественные реакции на карбоновые кислоты. Основные представители и методы их промышленного получения: муравьиная, уксусная, бензойная и салициловая кислоты. Получение и применение пальмитиновой и стеариновой кислот в производстве моющих средств. Высшие ненасыщенные одноосновные карбоновые кислоты. Нахождение в природе и техническое применение жиров и масел. Физические свойства, химическое строение, гидрирование и гидролиз жиров. Понятие о таннине и дубильных веществах. Ненасыщенные одноосновные карбоновые кислоты: акриловая, метакриловая, линолевая, линоленовая; их строение, свойства и использование. Многоосновные кислоты. Номенклатура и изомерия двухосновных карбоновых кислот. Промышленные способы получения щавелевой, малоновой, янтарной, адипиновой и фталевых кислот. Особенности их химических свойств: кислотность, превращения при нагревании, наличие нескольких функциональных групп и способность реагировать с образованием высокомолекулярных продуктов поликонденсации.

2.4 Амины и нитросоединения. Аминокислоты и белки.

Амины. Классификация, номенклатура и изомерия аминов. Способы получения: алкилирование аммиака (замещение галогена на аминогруппу), восстановление нитросоединений, каталитическое гидрирование нитрилов. Физические свойства аминов. Химические свойства: основность аминов и влияние на нее

природы заместителей. Реакции алкилирования и ацилирования аминогруппы. Получение и техническое использование солей четвертичных аммониевых оснований. Ароматические амины, скорость и направление реакций электрофильного замещения в кольце. Качественные реакции аминов: взаимодействие с минеральными кислотами, азотистой кислотой, бромной водой. Основные представители и их промышленное получение: анилин, толуидины, диамины. Использование аминов в производстве красителей, искусственных волокон, пластмасс. Токсичность ароматических и алифатических аминов, экологические проблемы их производства, использования и утилизации.

Нитросоединения. Классификация, номенклатура и изомерия. Методы получения: нитрование аренов и нитрование алканов по Коновалову. Физические свойства нитросоединений и электронное строение нитрогруппы. Влияние электронных эффектов нитрогруппы на соседние атомы углерода и водорода. Равновесие между нитро- и аци-формами нитросоединений с α -H-атомом. Химические свойства: восстановление ароматических нитросоединений по Зинину. Ароматические нитросоединения, их реакционная способность и направление протекания реакций электрофильного замещения. Основные представители: нитрометан, нитробензол, тринитротолуол. Динитрофенолы как консерванты изделий из древесины. Токсичность нитросоединений.

Аминокислоты и белки. Классификация, номенклатура и изомерия аминокислот. Биологическое значение аминокислот. Физические и химические свойства аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и представление о дипольном ионе как об основной форме их существования. Реакции аминокислот по аминогруппе и карбоксильной группе. Отношение α -, β - и γ -аминокислот к нагреванию. Образование пептидной связи, понятие о полипептидах. Белковые молекулы – высшая форма развития органических соединений. Классификация, состав и строение белковых молекул: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка. Общая характеристика химических свойств белка, понятие о его кислотном гидролизе денатурации и качественных реакциях. Превращения белков в организме, проблема промышленного синтеза белков и аминокислот.

РАЗДЕЛ 3. УГЛЕВОДЫ

3.1 Моносахариды.

Распространенность углеводов в природе, их значение как продуктов питания и промышленного сырья. Классификация моносахаридов. Конфигурация моносахаридов и способы ее отражения (формулы Фишера и Хеурса). Химические свойства моносахаридов: реакции по карбонильной группе и по спиртовым гидроксилам. Полуацетальный гидроксил и его особые свойства. Качественные реакции карбонильной группы в моно- и дисахаридах (реакция Толленса и взаимодействие с гидроксидом меди(II) при нагревании). Определение принадлежности углеводов к многоатомным спиртам (качественная реакция на гликоли с гидроксидом меди(II)). Основные представители моносахаридов: глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза. Гликозиды и свойства гликозидной связи.

3.2 Дисахариды. Полисахариды.

Способы получения, строение и физические свойства дисахаридов. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Основные представители дисахаридов: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза и их распространенность в природе.

Целлюлоза, ее нахождение в природе в качестве опорного вещества клеток. Состав и молекулярное строение, основные физические и химические свойства. Основные реакции целлюлозы: кислотный гидролиз, ацилирование и алкилирование. Крахмал и его распространенность в природе. Строение макромолекул амилозы и амилопектина, входящих в состав крахмала. Последовательный гидролиз крахмала с образованием декстринов, мальтозы и глюкозы. Пищевая ценность крахмала.

РАЗДЕЛ 4. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1 Общее представление о гетероциклических соединениях на примере азот- и кислородсодержащих гетероциклов.

Классификация гетероциклических соединений. Ароматические свойства пяти- и шестичленных гетероциклов. Пятичленные гетероциклы: пиррол и фуран. Шестичленный ароматический гетероцикл пиридин: электронное строение, основность и основные химические свойства. Пиримидиновые и пуриновые основания. Основные представления о строении нуклеиновых кислот.

2 ЧАСТЬ КУРСА: «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

РАЗДЕЛ 5. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

5.1 Основные понятия химии высокомолекулярных соединений.

Общая характеристика свойств высокомолекулярных соединений. Роль высокомолекулярных соединений в природе и их значение в технике.

Мономеры и полимеры. Структурное звено (многократно повторяющиеся в макромолекуле группы атомов). Степень полимеризации. Гомополимеры и сополимеры. Типы сополимеров. Строение макромолекул и его влияние на свойства полимеров. Структурная изомерия и стереоизомерия. Полимеры регулярного и нерегулярного строения. Полимеры линейные, разветвленные и сшитые. Регулярные и нерегулярные сети в полимерах. Полярные и неполярные полимеры.

Классификация и номенклатура полимеров. Термопластические и терморезистивные полимеры.

Молекулярная масса полимеров. Полидисперсность полимеров. Полимераналогичный ряд. Методы усреднения молекулярной массы полимеров. Молекулярно-массовое распределение и его влияние на свойства полимеров. Межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Составляющие сил межмолекулярного взаимодействия: силы Ван-дер-Ваальса и водородная связь. Когезия и адгезия в полимерах.

РАЗДЕЛ 6. СИНТЕЗ ПОЛИМЕРОВ

6.1 Полимеризация.

Цепной механизм процессов полимеризации. Основные стадии процесса полимеризации. Мономеры.

Радикальная полимеризация. Способы инициирования радикальной полимеризации. Рост цепи, реакции передачи и обрыва цепи. Регуляторы длины цепи. Ингибиторы. Кинетика радикальной полимеризации.

Влияние различных факторов на скорость полимеризации (природа мономера, поляризация двойной связи и ее влияние на активность мономера и радикала; влияние концентрации мономера и инициатора, температуры, давления).

Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Катализаторы и мономеры. Инициирование катионной полимеризации. Механизм роста и обрыва цепи при катионной полимеризации. Микроструктура образующихся цепей. Роль добавок.

Анионная полимеризация. Мономеры и катализаторы. Особенности процесса инициирования анионной полимеризации в присутствии катализаторов различного типа. Рост и обрыв цепи при анионной полимеризации. Получение «живых» полимеров.

Анионно-координационная полимеризация. Стереоспецифические катализаторы. Механизм получения стереорегулярных полимеров при анионно-координационной полимеризации.

Сополимеризация как способ химической модификации полимеров. Получение статистических сополимеров. Приемы синтеза блок-сополимеров и привитых сополимеров.

Технические приемы осуществления процесса полимеризации. Полимеризация в массе мономера (блочная полимеризация). Полимеризация в органических растворителях. Полимеризация в водной среде (эмульсионная полимеризация). Суспензионная и латексная полимеризация. Полимеризация в твердой фазе. Преимущества и недостатки различных технических приемов проведения полимеризации и их влияние на свойства получающихся продуктов.

6.2 Поликонденсация.

Особенности поликонденсации как метода синтеза полимеров. Типы реакций поликонденсации: гомо- и сополиконденсация, линейная и трехмерная поликонденсация, равновесная и неравновесная поликонденсация. Характеристика мономеров и особенности роста и обрыва цепи при поликонденсации. Равновесие при поликонденсации и факторы, которые оказывают влияние на величину молекулярной массы полимера: присутствие в системе низкомолекулярного продукта реакции и монофункционального соединения, избыток одного из компонентов реакции.

Побочные процессы при поликонденсации: процессы циклизации, реакции сшивки макромолекул, процессы деструкции. Технические приемы проведения реакций равновесной поликонденсации. Поликонденсация в расплаве, поликонденсация в растворе, поликонденсация в твердой фазе. Преимущества и недостатки различных способов проведения равновесной поликонденсации.

Неравновесная поликонденсация. Особенности процесса. Мономеры. Поликонденсация на границе раздела фаз: жидкость-жидкость, жидкость-газ.

Трехмерная поликонденсация. Реакции полиприсоединения. Особенности этих процессов.

6.3 Химические превращения полимеров.

Типы химических реакций полимеров. Реакции полимераналогичных превращений. Реакции внутримолекулярного отщепления и циклизации. Процессы сшивки полимеров и

различные способы получения сшитых структур. Процессы деструкции полимеров. Деструкция физическая (механическая, фотохимическая, термическая, радиационная), химическая (гидролитическая, окислительная) и биологическая. Старение полимеров как следствие деструктивных процессов. Стабилизация полимеров и типы стабилизаторов. Механизм действия стабилизаторов различной химической природы.

РАЗДЕЛ 7. ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Гибкость макромолекул как фактор, который определяет особенности свойств полимеров. Конформация цепи. Тепловое движение в полимерах. Сегмент полимерной цепи. Гибкоцепные и жесткоцепные полимеры.

Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Полимеры аморфные и кристаллические, их надмолекулярная структура.

Деформация полимеров. Упругая, пластичная и высокоэластичная деформация. Физические состояния полимеров: стеклоподобное, высокоэластическое и вязкотекучее. Термомеханические кривые аморфных, кристаллических и терморезактивных полимеров.

Релаксационные явления в полимерах. Упругое последствие, релаксация напряжения, механический гистерезис.

Растворы полимеров. Получение истинных растворов и дисперсий полимеров. Особенности растворения полимеров. Факторы, определяющие растворимость полимеров: природа полимера, гибкость цепи, молекулярная масса, фазовое состояние, присутствие поперечных химических связей между молекулами, температура. Особенности свойств растворов полимеров. Растворы полимеров высокой концентрации. Явление пластификации. Механизм пластификации. Влияние пластификаторов на свойства полимера. Типичные пластификаторы и их поведение.

РАЗДЕЛ 8. ПРОДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ДРЕВЕСИНЫ

Химический состав древесины и его зависимость от породы дерева, возраста и других обстоятельств. Углеводная часть древесины и полимеры, которые ее составляют: целлюлоза, гемицеллюлозы. Целлюлоза как главная часть полисахаридов древесины. Способы ее выделения из древесины. Химические превращения целлюлозы – эфиры целлюлозы. Применение эфиров целлюлозы в деревообработке.

Ароматическая часть древесины – лигнин. Структурные единицы лигнина, типы связи между ними. Особенности химических и физических свойств лигнина, его применение.

РАЗДЕЛ 9. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

9.1 Полимеры, получаемые реакциями поликонденсации.

9.1.1 Фенолформальдегидные смолы.

Мономеры. Особенности процесса синтеза фенолформальдегидных олигомеров. Влияние функциональности, соотношения реагентов и рН среды на свойства олигомеров. Механизм процессов синтеза олигомеров новолачного и резольного типов, их свойства и области применения. Использование фенолформальдегидных олигомеров в деревообработке при производстве древесно-стружечных плит, фанеры, древесных пластиков, прессовочных древесных масс. Модификация фенолформальдегидных смол, применяющихся для приготовления клеев и лаков.

9.1.2 Аминоальдегидные полимеры.

Сырье для производства аминоальдегидных смол. Механизм процесса поликонденсации при получении карбамидных смол. Условия отвердевания карбамидных смол (роль катализатора в этом процессе). Производство карбамидо- и меламинформальдегидных олигомеров. Использование аминоальдегидных олигомеров в деревообработке: связующее в производстве древесно-стружечных плит, пластиков из бумаги (гетинаксы), ткани (текстолиты) и природных волокон (волокниты); клеев, лаков и эмалей. Модификация карбамидных смол при использовании их в качестве полимерной основы клеев и лаков.

9.1.3 Полиэфир.

Типы полиэфиров. Насыщенные и ненасыщенные полиэфир. Алкидные смолы. Механизм получения глифталевых и пентафталевых смол и их свойства. Типы модифицированных алкидных смол, их использование в деревообработке в качестве основы лакокрасочных материалов. Ненасыщенные полиэфирные смолы: полиэфирмалеинаты и полиэфиракрилаты. Механизм получения и отвердевания ненасыщенных полиэфиров. Состав лаковых систем на основе ненасыщенных полиэфиров и их применение в деревообработке.

9.1.4 Полиамиды.

Сырье и особенности получения полиамидов. Свойства полиамидов и их использование.

9.1.5 Полиуретаны.

Сырье для получения полиуретанов. Особенности процесса синтеза полиуретанов. Структура, свойства и применение полиуретанов. Применение полиуретанов в лаковых композициях и в клеях. Пенополиуретаны. Эластичные и жесткие пенополиуретаны, их получение и использование в производстве мебели.

9.1.6 Эпоксидные смолы.

Сырье для получения эпоксидных смол. Реакции получения эпоксидных олигомеров. Сшивка эпоксидных олигомеров диаминами, дикарбоновыми кислотами и их ангидридами. Свойства и применение эпоксидных олигомеров.

9.2 Полимеры, получаемые реакциями полимеризации.

9.2.1 Полиолефины.

Полиэтилен. Получение полиэтилена при низком и высоком давлении. Различия в свойствах полиэтилена, связанные с технологией получения, переработки и областью применения. Сополимеры этилена с другими мономерами: сополимер этилена с пропиленом, сополимер этилена с винилацетатом. Использование последнего при получении клеев-расплавов. Полипропилен.

9.2.2 Полистирольные пластики.

Получение полистирола и особенности его свойств. Сополимеризация стирола с другими мономерами – эффективный способ химической модификации полистирола: бутадиен-стирольные каучуки, ударопрочные полистиролы. Пенополистирол. Применение полистирольных пластиков.

9.2.3 Поливинилхлорид и пластические массы на его основе.

Получение и свойства поливинилхлорида. Пластические массы на основе поливинилхлорида: винипласт и пластикат, их применение. Перхлорвиниловая смола. Ее получение из поливинилхлорида и применение в деревообработке. Политетрафторэтилен и фторсодержащие полимеры.

Ненасыщенные полимерные углеводороды. Натуральный и синтетический каучуки. Высокоэластичность каучуков и возможность их вулканизации. Каучуки общего и специального назначения. Полибутадиен и сополимеры бутадиена со стиролом и акрилонитрилом. Полиизопрен. Полихлоропрен. Получение, свойства и применение каучуков. Особенности клеев на основе каучуков и их применение в деревообработке.

9.2.4 Полимеры группы поливинилового спирта.

Поливинилацетат. Получение, свойства, применение. Получение поливинилацетатной дисперсии и ее применение в деревообработке. Поливиниловый спирт, особенности его химического поведения. Свойства поливинилового спирта и его применение: пленки и волокна. Поливинилацетали. Поливинилбутираль и клеи БФ.

9.2.5 Полиакрилаты.

Группа полимеров на основе акриловой и метакриловой кислот. Полиметилметакрилат. Полиакрилонитрил. Полиакриламид. Получение указанных полимеров, их свойства и применение.

РАЗДЕЛ 10. ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ

Пластические массы на основе полимеров. Их состав и назначение отдельных компонентов: полимера, наполнителя, стабилизатора, пластификатора, красителя (пигмента), антистатика, антипирена. Особенности переработки термопластических и термореактивных полимеров. Способы переработки термореактивных полимеров: прессование, литье реактопластов. Переработка в изделия термопластичных полимеров: литье под давлением, экструзия, выдувание, вакуумформование.

Сварка и склеивание полимеров. Использование полимеров в качестве основы клеевых композиций. Теории адгезии.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Изучение физико-химических свойств органических веществ. Каталоги и справочники органических соединений.
2. Выполнение качественных реакций на углеводороды.
3. Аналитическая задача на тему “Углеводороды”.
4. Выполнение качественных реакций на функциональные производные углеводородов.
5. Аналитическая задача на тему “Функциональные производные углеводородов”.
6. Выполнение качественных реакций на углеводы.
7. Аналитическая задача на тему “Углеводы”.
8. Полимеризация в массе полиметилакрилата.
9. Получение поливинилацетатной дисперсии.
10. Сополимеризация стирола и метилметакрилата в водной фазе.
11. Поликонденсация фенола и формальдегида (получение олигомеров новолачного и резольного типов).
12. Поликонденсация карбамида (либо меламина) с формальдегидом.
13. Получение сложных полиэфиров.
14. Определение количества целлюлозы в древесине и получение ацетата целлюлозы.
15. Определение скорости и степени затвердевания фенолформальдегидной смолы.

16. Определение температуры каплепадения и температуры размягчения олигомеров типа полиэфиров или фенолформальдегидных смол.
17. Определение плотности и вязкости лаков и клеев.
18. Изучение затвердевания ненасыщенной полиэфирной смолы (полиэфирмалеината) и получение изделия из нее
19. Получение клея БФ и изучение его клеящих свойств.
20. Получение эпоксидных холодного и горячего затвердевания.
21. Ознакомление с процессами переработки полимеров: прессованием, литьем под давлением, экструзией.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Потапов В.М., Татаринчик С.Н. Органическая химия. – М., Химия, 1989, 445 с.
2. Писаренко А.П., Хавин З.Я. Курс органической химии. – М., Высшая школа, 1985, 527 с.
3. Сборник упражнений по органической химии. – Под ред. Векслера В.И., Хавина З.Я. – М., Высшая школа, 1979, 216 с.
4. Некрасов В.В. Руководство к малому практикуму по органической химии. – М., Химия, 1975, 328 с.
5. Прокопчук Н.Р., Крутько Э.Т. Технология и химия пленкообразующих веществ. – Мн.: БГТУ, 2004, 438 с.
6. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. – М., Высшая школа, 1988, 312 с.
7. Прокопчук Н.Р., Крутько Э.Т. Технология пластических масс. – Мн.: БГТУ, 2000, 395 с.

Дополнительная

1. Грандберг И. И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по агроном, спец. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Дрофа, 2001. — 672 с: ил.
2. Петров А.А. Органическая химия / А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т. Трощенко; под ред. М.Д. Стадничука. – 5-е изд. – СПб.: Иван Федоров, 2002. – 624 с.
3. Семчиков Ю. Д. Высокмолекулярные соединения. — М., 2003. — 367 с.
4. Кардашов Д.А. Синтетические клеи. – М., Химия, 1976, 503 с.
5. Химические реакции полимеров. – М., Мир, 1987, 612 с.
6. Энциклопедия полимеров. Т. 1-3 – М., Сов. Энциклопедия, 1972-1977.

Учебное издание
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Типовая учебная программа для высших учебных заведений

Ответственный за выпуск К.Н. Прохоревич
Составители: **Прохоревич** Константин Николаевич
Вишневский Константин Викторович