

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.Б.11.02 Органическая химия

Направление подготовки: 36.03.02 Зоотехния

**Профиль образовательной программы: Технология производства продуктов
животноводства**

Форма обучения: очная

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы					
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)	
1	2	3	4	5	6	7	
1	Теория строения органических соединений. Классификация органических соединений. Типы реакций в органической химии.	-	-	-	-	1	
2	Алифатические углеводороды: алканы, алкены, алкины, алкадиены	-	-	2	2	1	
3	Ароматические углеводороды	-	-	2	2	1	
4	Спирты: классификация, способы получения и химические свойства. Простые эфиры	-	-	2	4	1	
5	Фенолы: классификация, способы получения, химические свойства	-	-	2	-	1	
6	Альдегиды и кетоны. Способы	-	-	2	4	1	

	получения химические свойства	и							
7	Карбоновые кислоты: классификация, способы получения, химические свойства		-	-	2	4	1		
8	Окси- и оксокисло ты. оптическая изомерия		-	-	-	4	1		
9	Углеводы. Классифи кация, химическ ие свойства		-	-	2	4	1		
10	Амины. Аминокис лоты. Белки		-	-	2	4	1		
11	Гетероцик лы. Азотисты е основания . ДНК		-	-	-	-	1		

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные домашние задания выполняются в форме контрольной работы.

2.1 Темы индивидуальных домашних заданий

- ИДЗ-1. Изомерия и способы получения алифатических углеводов.
- ИДЗ-2. Реакции замещения в ароматических углеводородах.
- ИДЗ-3. Способы получения и химические свойства спиртов
- ИДЗ-4. Химические свойства фенолов
- ИДЗ-5. Химические свойства альдегидов и кетонов
- ИДЗ-6. Химические свойства карбоновых кислот
- ИДЗ-7. Строение и химические свойства дисахаридов.
- ИДЗ-8. Химические свойства аминокислот.

2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

- ИДЗ-1. Изомерия и способы получения алифатических углеводов.

Напишите структурную формулу углеводорода вашего варианта. Запишите его изомеры (структурные, положения, межклассовые, геометрические) и назовите их по систематической номенклатуре ИЮПАК. Напишите уравнения реакций получения углеводорода вашего варианта (все возможные способы)

ИДЗ-2. Реакции замещения в ароматических углеводородах.

Запишите структурные формулы соединений. Назовите по систематической номенклатуре. Какое влияние оказывают заместители на ароматическую систему бензольного кольца в каждом из случаев. Напишите уравнение реакции нитрования данных веществ.

ИДЗ-3. Способы получения и химические свойства спиртов

Напишите химические формулы спиртов, соответствующих номеру вашего варианта. С какими из перечисленных реагентов они будут реагировать: 1) металлический натрий, 2) металлический цинк, 3) гидроксид натрия, 4) гидроксид меди(II), 5) метиловый спирт, 6) уксусная кислота, 7) серная кислота, 8) этилхлорид, 9) ацетилхлорид, 10) бромная вода, 11) раствор перманганата калия. Написать возможные уравнения реакций, назвать продукты реакции.

ИДЗ-4. Химические свойства фенолов

Напишите химические формулы фенолов, соответствующих номеру вашего варианта. С какими из перечисленных реагентов они будут реагировать: 1) металлический натрий, 2) металлический цинк, 3) гидроксид натрия, 4) гидроксид меди(II), 5) метиловый спирт, 6) уксусная кислота, 7) серная кислота, 8) этилхлорид, 9) ацетилхлорид, 10) бромная вода, 11) раствор перманганата калия. Написать возможные уравнения реакций, назвать продукты реакции.

ИДЗ-5. Химические свойства альдегидов и кетонов

Напишите структурную формулу карбонильного соединения вашего варианта. Дайте название по систематической номенклатуре. Напишите уравнения реакций: присоединения синильной кислоты, гидросульфита натрия, этилового спирта (с образованием полуацеталей и ацеталей); окисления аммиачным раствором оксида серебра и гидроксидом меди (II); альдольной конденсации с пропаналем. **Назвать** полученные продукты.

ИДЗ-6. Химические свойства карбоновых кислот

В соответствии с номером своего варианта назовите кислоту по международной, тривиальной номенклатуре. Получите ее всеми возможными способами. Напишите реакции получения соли, этилового эфира, ангидрида, хлорангидрида, α -хлорпроизводного. Назовите полученные продукты. Напишите уравнения реакций, характерные для углеводородного радикала или другой функциональной группы, кроме карбоксильной (не менее трех). Назвать полученные продукты.

ИДЗ-7. Строение и химические свойства дисахаридов.

Объясните явление мутаротации на примере углевода своего варианта, используя проекционные и перспективные формулы и учитывая, что α - и β -аномеры в равновесной системе находятся в пиранозной форме. Напишите уравнения реакций взаимодействия моносахарида 1) с гидроксидом меди (II); 2) с гидроксидом меди (II) при нагревании; 3) с уксусным ангидридом; 4) с аммиачным раствором оксида серебра. Назовите продукты. Изобразите перспективную формулу дисахарида (восстанавливающего и невосстанавливающего), образованного вашим моносахаридом. Назовите его по систематической номенклатуре.

ИДЗ-8. Химические свойства аминокислот.

Назовите аминокислоту, соответствующую номеру вашего варианта, по международной номенклатуре, получите ее всеми возможными способами. Напишите уравнения реакций взаимодействия с соляной кислотой, гидроксидом калия, аммиаком, хлоридом фосфора (V), азотистой кислотой. Разделите реакции на две группы: по аминогруппе и по карбоксильной группе. Напишите уравнение образования дипептида с участием аминокислоты вашего варианта и лизина.

2.3 Порядок выполнения заданий

Индивидуальные работы по химии оформляются в специальных тетрадях - тонкая тетрадь в клеточку, толщиной 12 - 18 листов. От предыдущей работы отступают 3-4 клетки и записывают дату выполнения работы и далее посередине следующей строки номер выполняемой работы. Далее, каждый раз с новой строки записывают тему, задания. После строки «Ход работы» коротко поэтапно приводится описание выполнения индивидуальной работы.

Оформление должно быть лаконичным: приводятся описания задания, уравнения химических реакций, условия проведения реакций, рисунки, ответы на вопросы, выводы. Важным является знание и умение приводить записи уравнений химических реакций. При этом необходимо приводить химические формулы и названия всех реагентов и продуктов реакции, упоминание о которых ведется при выполнении работы.

Если в ходе выполнения работы необходимо ответить на вопросы для выяснения понимания сущности процесса, то записывается ответ, если требуется оформить рисунок, заполнить таблицу, то соответственно выполняется рисунок или заполняется таблица.

Таблицы заполняются четко и аккуратно, при этом таблица должна занимать всю ширину тетрадной страницы.

Все рисунки должны иметь обозначения составных частей, оборудования, названия реагентов и продуктов реакции. Рисунки должны располагаться на левой стороне тетрадного листа, подписи к рисункам – (с правой стороны или снизу).

Рисунки с изображением моделей приборов, схем выполнения химического эксперимента должны быть крупными и четкими, выполненными простым карандашом (допускается использование цветных карандашей), содержать только главные, наиболее характерные особенности.

В конце каждого задания обязательно записывается вывод по итогам выполненной работы.

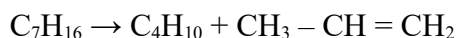
При выставлении оценки за индивидуальную работу по химии учитываются такие компоненты: самостоятельное выполнение, объем и качество выполненной работы, правильность написания уравнений химических реакций и выводов. На снижение оценки должны повлиять ошибки, допущенные в процессе выполнения работы, отсутствие аккуратности в работе.

Также оценивается качество ведения записей: аккуратность, выполнение схем, рисунков и таблиц и т.д. Если требования не выполняются, то оценка снижается.

2.4 Пример выполнения задания

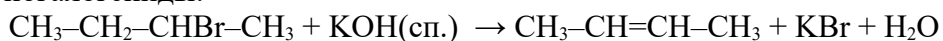
Например, написать реакции получения и химические свойства алкенов.

Получение: 1) Крекинг алканов:

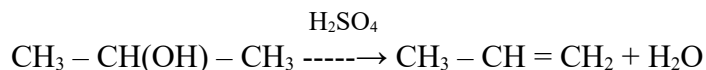


2) Реакции элиминирования – отщепление двух атомов или групп атомов от соседних атомов углерода с образованием между ними π -связи.

а) Дегидрогалогенирование происходит при действии спиртовых растворов щелочей на моногалогениды:

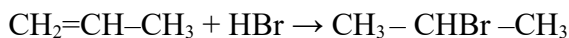


б) Дегидратация спиртов ($t > 150^{\circ}\text{C}$):

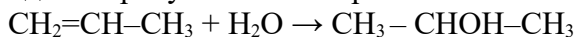


Химические свойства: Реакции присоединения протекают по электрофильному механизму (A_E).

1) Гидрогалогенирование

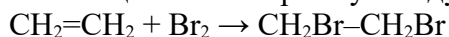


2) Гидратация происходит в присутствии минеральных кислот:



Правило Марковникова: при присоединении полярных молекул типа HX к несимметричным алкенам водород присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода при двойной связи. Правило Марковникова объясняется $+I$ -эффектом углеводородных радикалов.

3) Галогенирование. Алкены обесцвечивают бромную воду:

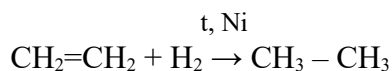


(качественная реакция на алкены).

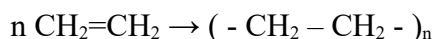
4) Окисление: а) Мягкое окисление алкенов водным раствором перманганата калия приводит к образованию двухатомных спиртов (*реакция Вагнера*):



5) Гидрирование:



6) Реакция полимеризации:



3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

3.1 Галогенопроизводные углеводородов

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

Галогенопроизводные (галогенозамещенные) углеводородов – это соединения, содержащие атомы галогенов, связанные с углеводородными радикалами.

В веществах, содержащих атомы галогена (хлора, брома и йода; поведение фторпроизводных особое), энергия связи углерода с галогенами (особенно с бромом и йодом) значительно ниже, чем $\text{C} - \text{H}$. Кроме того, связи $\text{C} - \text{Гал}$ более полярны, поэтому такие соединения легче, чем углеводороды, вступают в химические реакции и потому часто служат исходными или промежуточными продуктами при синтезе других соединений.

3.2. Нефть и продукты ее переработки.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Нефть- горючая маслянистая жидкость от светло-коричневого до темно-бурого цвета со специфическим запахом. Она представляет собой смесь около 1000 индивидуальных веществ, из которых большинство (80-90%) – жидкие углеводороды, а остальные – растворенные углеводородные газы (до 10%), минеральные соли, растворы солей органических кислот, механические примеси.

В состав нефти входят углеводороды различного состава.

Парафины – насыщенные углеводороды, алканы. Их общая формула C_nH_{2n+2} . Насыщенные углеводороды от CH_4 до $C_{10}H_{22}$ являются газами, от $C_{11}H_{24}$ до $C_{15}H_{32}$ – жидкие, от $C_{16}H_{34}$ и более – твердыми веществами.

Олефиновые – непредельные, ненасыщенные углеводороды общей формулы C_nH_{2n} . Аналогично парафинам они могут быть газообразными, жидкими или твердыми веществами.

Нафтеновые, цикланы (циклобутан и проч.) с общей формулой C_nH_{2n} обеспечивают высокое качество нефти, которая является ценным горючим материалом для двигателей внутреннего сгорания.

Ароматические, арены (толуол и др.) общей формулой C_nH_{2n-6} являются ценным химическим сырьем.

Кислородсодержащие углеводороды – нафтеновые кислоты, фенолы, смолисто-асфальтовые соединения.

Нафтеновые кислоты – маслянистые жидкости с резким запахом. Содержат карбоксильную группу ($-COOH$). В керосинах, дизельных топливах и легких масляных дистиллятах коррозионно агрессивны.

Фенолы – ароматические соединения, содержащие гидроксильную группу ($-OH$) – фенол, крезолы, гидрохинон, пирогаллол, резорцин и пр.

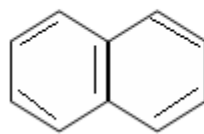
Смолисто-асфальтовые соединения придают темный цвет, способствуют коксованию и нагарообразованию в цилиндрах двигателей.

Серосодержащие – меркаптаны, сульфиды, дисульфиды, тиосфен, сероводород вызывают коррозию металлических деталей.

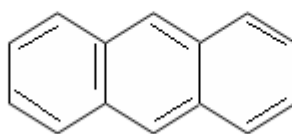
Азотсодержащие – порфирины – определяют плотность нефти. Чем их больше, тем выше плотность нефти.

3.3. Полициклические ароматические соединения (нафталин, антрацен, фенантрен)

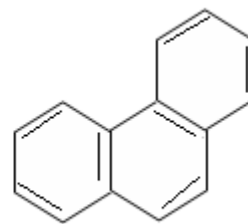
При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности
Конденсированные ароматические углеводороды – соединения, молекулы которых включают несколько бензольных колец, соединенных вдоль связи $C - C$. Простейшие соединения данного типа:



нафталин



антрацен



фенантрен

3.4. Непредельные одноатомные спирты (енолы)

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Одноатомные непредельные спирты (алкенолы и алкинолы)

Непредельные спирты (алкенолы и алкинолы) — производные непредельных углеводов, в молекулах которых водородный атом замещен на гидроксильную группу.

Строение.

Непредельные спирты имеют различное строение. В одном случае гидроксильная группа находится непосредственно при углеродном атоме с двойной связью (I), в другом — при углероде, не связанном двойной связью (II):



виниловый спирт аллиловый спирт

3.5. Эфиры минеральных кислот: нитраты, сульфаты, бораты.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

В сложных эфирах неорганических (минеральных) кислот углеводородный радикал (например, [алкил](#)) замещает один или несколько атомов водорода неорганической оксокислоты, таким образом эфиры неорганических кислот могут быть как средними, так и кислыми.

По строению эфиры напоминают соли кислот. Так, эфирами [фосфорной](#), [азотной](#), [серной](#) и др. кислот являются органические [фосфаты](#), [нитраты](#), [сульфаты](#) и др. соответственно.

3.6. Непредельные и ароматические альдегиды и кетоны

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Ненасыщенные альдегиды и кетоны, в зависимости от взаимного расположения двойной и карбонильной групп в молекуле, могут быть поделены на три группы: с сопряженными ($\text{CH}=\text{CH}_2-\text{COCH}_3$ - метилвинилкетон, $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ - акролеин, пропеналь), кумулированными (кетены $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$) и изолированными ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$) связями. Из них наибольший интерес представляют соединения с сопряженными связями, особенно - акролеин и кротоновый альдегид. Для некоторых ненасыщенных альдегидов и кетонов сохранились эмпирические (акролеин) или рациональные (метилвинилкетон) названия.

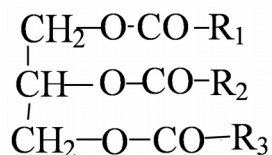
3.7. Глицериды. Жиры. Воски

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Жиры – вещества растительного и животного происхождения, состоящие из

смесей триглицеридов – сложных эфиров глицерина и высших жирных кислот. Общая

формула триглицеридов:



$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ – радикалы высших жирных кислот.

Жиры, образованные предельными кислотами, - твердые вещества, а непредельными – жидкие. Все жиры плохо растворимы в воде, хорошо растворимы в органических растворителях.

3.8. Синтетическое волокно

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Синтетические волокна химические волокна, получаемые из синтетических полимеров. Синтетические волокна формируют либо из расплава полимера полиамида, полиэфира, полиолефина, либо из раствора полимера полиакрилонитрила, поливинилхлорида, поливинилового спирта по сухому или мокрому методу. Синтетические волокна выпускают в виде текстильных и кордных нитей, моноволокна, а также штапельного волокна. Разнообразие свойств исходных синтетических полимеров позволяет получать синтетические волокна с различными свойствами, тогда как возможности варьировать свойства искусственных волокон очень ограничены, поскольку их формируют практически из одного полимера целлюлозы или ее производных.

3.9. Разделение рацемических смесей на оптические антиподы.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Разделение рацемических смесей соединений, содержащих асимметрические центры, на оптические антиподы является весьма трудной задачей, имеющей большое научное и практическое значение. Достаточно указать на важность получения различных фармацевтических препаратов в оптически чистых формах для выяснения связи их физиологической активности со стереической конфигурацией и влияния последней на течение биохимических процессов. Бурное развитие работ по химии пептидов и особенно по поиску промышленных путей синтеза - аминокислот делает задачу разработки эффективных методов разделения рацематов в высшей степени актуальной.

3.10. Ксиланы. Сложные полисахариды (гепарин)

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

Ксиланами называют группу [гемипеллюлоз](#), обнаруженных в клеточной стенке [растений](#) и некоторых [водорослей](#). Это [полисахариды](#), состоящие из остатков β -D-[ксилозы](#), соединённых 1→4 связями, также как в [целлюлозе](#). По распространению ксиланы столь же повсеместны как и целлюлоза.

Содержание ксиланов в древесине [цветковых растений](#) обычно составляет 10 — 35 % от общего количества гемипеллюлоз, а в древесине [голосеменных растений](#) 10 — 15 %. Главный компонент ксиланов у [цветковых растений](#) это О-ацетил-4-О-метилглюкуроноксиан, а у [голосеменных растений](#) — арабино-4-О-метилглюкуроноксиан. В общем случае ксиланы голосеменных отличаются от ксиланов покрытосеменных отсутствием [ацетильной](#) группы и наличием остатка [арабинозы](#), присоединённого α -(1,3)-связью к главной цепи ксилана^[1].

У некоторых [зелёных водорослей](#), особенно у макроскопических представителей порядка [Сифоновые](#), ксиланы полностью заменяют целлюлозу. Сходным образом, они заменяют её во внутреннем фибриллярном слое клеточной стенки некоторых [красных водорослей](#).

Ксиланы — одни из основных антинутриентов (соединение, препятствующее всасыванию питательных веществ), содержащихся в кормовом сырье.

Ксилоолигосахариды, производимые из ксилана считаются функциональными продуктами питания или пищевыми волокнами^[2]. Процесс расщепления ксилана на [олигосахариды](#) осуществляется при помощи специфических ферментов [дрожжей](#)^[3].

3.11. Аминоспирты: холин и коламин

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

2-Аминоэтанол (этаноламин, коламин) – структурный компонент сложных липидов, образуется путем размыкания напряженных трехчленных циклов этиленоксида и этиленимина аммиаком или водой соответственно (реакции нуклеофильного замещения).

Холин (триметил-2-гидроксиэтиламмоний) — структурный элемент сложных липидов. Имеет большое значение, как витаминоподобное вещество, регулирующее жировой обмен. В организме холин может образоваться из аминокислоты серина. При этом сначала в результате декарбоксилирования серина получается 2-аминоэтанол (коламин), который затем подвергается исчерпывающему метилированию при участии S-аденозилметионина (SAM).

3.12. β-аминокислоты

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности

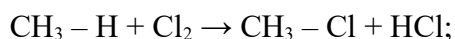
Бета-аланин – это структурный элемент карнозина, молекулы, которая способствует накоплению кислоты в мышцах, повышая тем самым физическую результативность в течение 60-240 секунд после приема препарата. Прием бета-аланина способствует набору мышечной массы. Карнозин является антиоксидантом, который замедляет процессы старения в организме.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

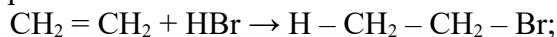
4.1 ЛР-1 Теория строения органических соединений. Классификация органических соединений. Типы реакций в органической химии

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

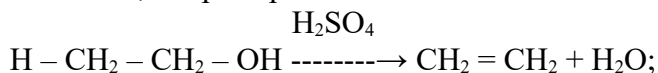
По типу химического превращения органические реакции делятся на: 1) *реакции замещения (S)*, сопровождающиеся образованием новых ковалентных связей при замещении одного атома (или группы атомов) на другие атомы или группы атомов, например



2) *реакции присоединения (A)*, сопровождающиеся образованием новых σ-связей за счет разрыва π-связи, например



3) *реакции элиминирования (отщепления)*, сопровождающиеся образованием новых π-связей за счет разрыва σ-связей, например



4) *окислительно-восстановительные реакции* связаны с потерей и приобретением атомов водорода. Вещество окисляется, если оно теряет атомы H и (или) приобретает атомы O. Окислитель обозначается [O].



Вещество восстанавливается, если оно приобретает атомы H и (или) теряет атомы O. Восстановитель обозначают символом [H].

4.2. ЛР-2 Алифатические углеводороды. Алканы. Алкены. Алкины. Алкадиены.

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Алканы – предельные алифатические углеводороды. Общая формула гомологического ряда алканов C_nH_{2n+2} .

Изомерия углеродного скелета и поворотная изомерия (конформационная). Конформации – различные геометрические формы молекул, переходящих друг в друга путем вращения вокруг С – С связей. При обычных температурах конформации легко переходят друг в друга.

Химические свойства: реакции замещения, протекающие по радикальному механизму (S_R) – галогенирование, нитрование (реакция Коновалова), сульфохлорирование

Алкены – непредельные алифатические углеводороды. Общая формула гомологического ряда C_nH_{2n} .

Изомерия: 1) изомерия углеродного скелета; 2) изомерия положения двойной связи; 3) пространственная (геометрическая) изомерия; 4) межклассовая изомерия с циклоалканами.

Строение: sp^2 -гибридизация атомов углерода, 3 σ -связи располагаются в одной плоскости под углом 120° друг к другу, π -связь образована р-электронами соседних атомов углерода. Двойная связь является сочетанием σ - и π -связей.

Алкины – непредельные углеводороды, молекулы которых содержат одну тройную связь. Общая формула алкинов C_nH_{2n-2} .

Изомерия: 1) углеродного скелета; 2) изомерия положения тройной связи; 3) межклассовая изомерия с алкадиенами.

Строение: sp -гибридизация атомов углерода, σ -связи располагаются на одной линии под углом 180° друг к другу, две π -связи образованы р-электронами соседних атомов углерода и располагаются во взаимно перпендикулярных плоскостях. Тройная связь является сочетанием одной σ - и двух π -связей.

Алкадиены (диены) – непредельные углеводороды, содержащие две двойные связи. Общая формула алкадиенов C_nH_{2n-2} .

4.3. ЛР-3 Ароматические углеводороды

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

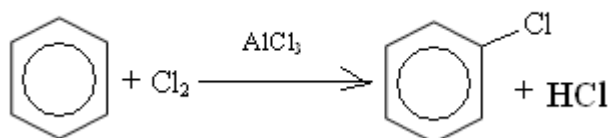
Ароматические углеводороды (арены) – соединения, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец – циклических групп атомов углерода с особым характером связей. Общая формула ароматических углеводородов ряда бензола – C_nH_{2n-6} .

Критерии ароматичности.

- 1) Атомы углерода располагаются в одной плоскости.
- 2) Атомы углерода образуют циклическую систему.
- 3) Сопряженная система связей содержит $4n+2\pi$ -электронов (n – целое число).

- 1) Реакции электрофильного замещения.

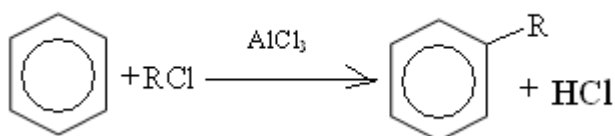
а) Галогенирование (катализаторы – кислоты Льюиса):



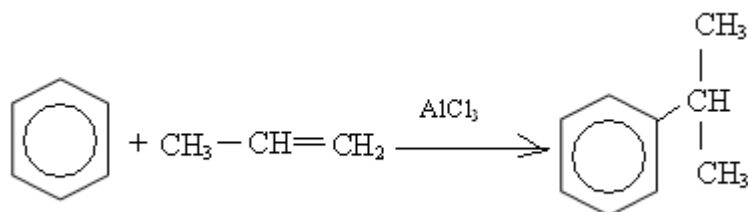
б) Нитрование. Бензол реагирует с *нитрующей смесью* (смесью концентрированных азотной и серной кислот):



в) Алкилирование алкилгалогенидами и алкенами (*реакция Фриделя-Крафтса*):



(R – углеводородный радикал).



4.4. ЛР-4 Спирты: классификация, способы получения и химические свойства. Простые эфиры

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

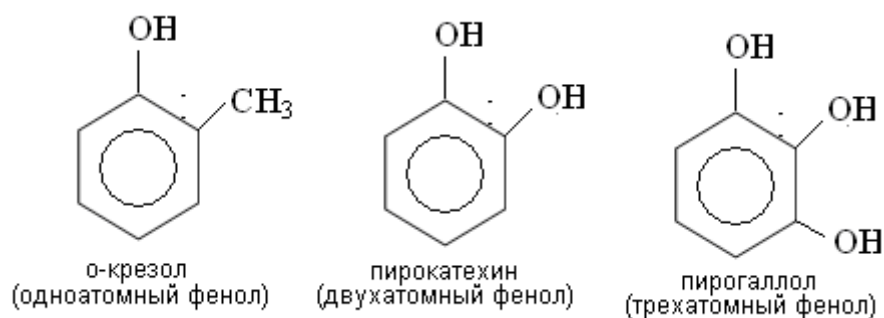
Спирты – продукты замещения водорода в углеводородах на гидроксильную группу. Общая формула спиртов $\text{R}-\text{OH}$. По числу гидроксильных групп спирты делятся на одноатомные и многоатомные. В зависимости от того, с каким атомом углерода связана группа – OH различают первичные, вторичные и третичные спирты.

Простые эфиры – $\text{R}-\text{O}-\text{R}^1$ – соединения, в которых два углеводородных радикала связаны атомом кислорода. Если радикалы разные, то эфир называют *смешанным*.

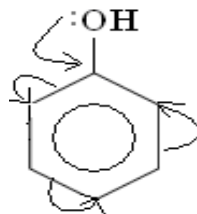
4.5. ЛР-5 Фенолы и ароматические спирты: классификация, способы получения

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Фенолы – производные ароматических углеводородов, в которых гидроксигруппа связана с атомом углерода бензольного кольца. По числу гидроксильных групп фенолы делят на *одноатомные* и *многоатомные*.

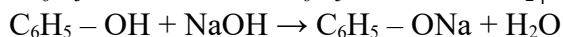
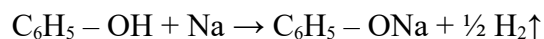


Строение. Неподеленная электронная пара атома кислорода втягивается в π -электронную систему бензольного кольца (+ M -эффект группы OH):

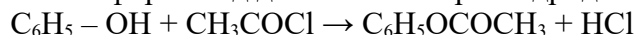


Это приводит к : а) увеличению электронной плотности в *орто*- и *пара*-положениях бензольного кольца, б) ослаблению связи O – H.

1) Фенол – слабая кислота. При действии на него щелочных металлов или щелочей образуются соли – *феноляты*:



2) Образование сложных эфиров под действием хлорангидридов кислот:



3) Реакции электрофильного замещения в феноле протекают значительно легче, чем в ароматических углеводородах.

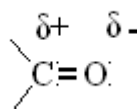
а) Бромирование (с бромной водой) – качественная реакция на фенол

4.6. ЛР-6 Альдегиды и кетоны

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Карбонильные соединения – соединения, молекулы которых содержат

карбонильную группу:

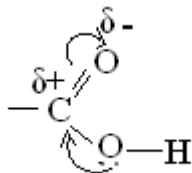


Атом углерода в карбонильной группе находится в состоянии sp^2 -гибридизации и образует 3 σ -связи (одна из них связь C – O), которые располагаются в одной плоскости под углом 120° друг к другу. π -Связь образована p -электронами атомов углерода и кислорода. двойная связь C = O является сочетанием σ - и π -связей; она сильно поляризована за счет смещения электронной плотности π -связи к кислороду. Химическая активность карбонильных соединений тем выше, чем больше заряд на атоме углерода.

4.7. ЛР-7 Карбоновые кислоты

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Карбоновые кислоты – соединения, молекулы которых содержат карбоксильную группу – COOH. Карбоксильная группа состоит из карбонильной и гидроксильной групп, которые оказывают взаимное влияние друг на друга:



Неподеленная электронная пара кислорода в гидроксильной группе смещена в сторону карбонильного углерода (+М-эффект группы OH). Это ослабляет связь O – H (увеличивает кислотные свойства) и уменьшает частичный положительный заряд на атоме углерода (ослабляет активность карбонильной группы).

4.8. ЛР-8 Окси- и оксокислоты. Оптическая изомерия

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Среди органических соединений встречаются вещества, способные вращать плоскость поляризации света. Это явление называют оптической активностью, а соответствующие вещества **-оптически активными**. Оптически активные вещества встречаются в виде пар **оптических антиподов** - изомеров, физические и химические свойства которых в обычных условиях одинаковы, за исключением одного - знака вращения плоскости поляризации. (Если один из оптических антиподов имеет, например, удельное вращение +20 °, то другой - удельное вращение -20 °).

Оптическая изомерия появляется тогда, когда в молекуле присутствует **асимметрический атом углерода**; так называют атом углерода, связанный с четырьмя различными заместителями. Возможны два тетраэдрических расположения заместителей вокруг асимметрического атома. Обе пространственные формы нельзя совместить никаким вращением; одна из них является зеркальным изображением другой:

4.9. ЛР-9 Углеводы.

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Углеводы – важнейшие природные соединения, состоящие из углерода, водорода и кислорода. Углеводы подразделяются на *моносахариды* и *полисахариды*. Моносахариды не подвергаются гидролизу, а полисахариды при кипячении с разбавленными растворами кислот расщепляются до моносахаридов.

Углеводы относятся к полифункциональным соединениям. В молекуле моносахарида имеются функциональные группы разных типов: спиртовая – OH и карбонильная – CO (альдегидная и кетонная). Поэтому среди моносахаридов различают *альдегидоспирты* (альдозы) и *кетоспирты* (кетозы).

Дисахариды – это углеводы, молекулы которых состоят из двух остатков моносахаридов, соединенных друг с другом за счёт взаимодействия гидроксильных групп (двух полуацетальных или одной полуацетальной и одной спиртовой).

Связи, соединяющие моносахаридные остатки, называются гликозидными.

Примером наиболее распространенных в природе дисахаридов является *сахароза* (свекловичный или тростниковый сахар). Молекула сахарозы состоит из остатков глюкозы и фруктозы, соединенных друг с другом за счет взаимодействия полуацетальных гидроксильных групп (1→2)-гликозидной связью:

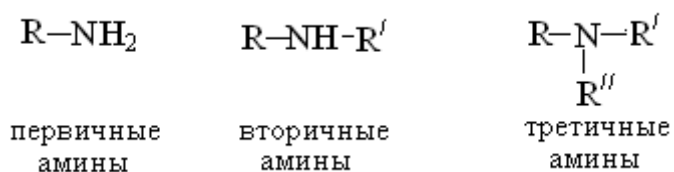
Полисахариды (гликаны) – это молекулы полимерных углеводов, соединенных длинной цепочкой, объединённые вместе гликозидной связью, а при гидролизе становятся составной частью моносахаридов или олигосахаридов. Примерами могут служить резервные полисахариды, такие как крахмал и гликоген и структурные полисахариды – целлюлоза и хитин.

Полисахариды чаще всего неоднородны. В зависимости от структуры у этих макромолекул могут быть различные свойства. Они могут быть аморфные или даже нерастворимы в воде. Когда в полисахариде находятся все моносахариды одного типа, полисахарид называется *гомополисахаридом* или *гомогликаном*, но когда присутствует больше одного типа моносахаридов, их называют *гетерополисахаридами* или *гетерогликанами*.

4.10. ЛР-10 Амины. Аминокислоты. Белки

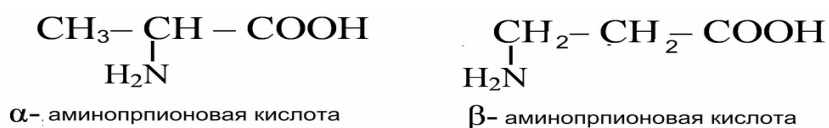
При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Амины – производные аммиака, в котором атомы водорода замещены на углеводородные радикалы. Амины делятся на первичные, вторичные и третичные в зависимости от того, сколько атомов водорода замещено на радикалы:



В зависимости от природы радикала амины могут быть алифатическими, циклическими, ароматическими.

Аминокислоты – органические полифункциональные соединения, в состав которых входят карбоксильные группы – COOH и аминогруппы – NH₂. В зависимости от взаимного расположения обеих функциональных групп различают α-, β- и γ-аминокислоты:



Изомерия. 1) Изомерия углеродного скелета; 2) положение функциональных групп; 3) оптическая изомерия (все α-аминокислоты, кроме глицина, оптически активны).

Белки (протеины, полипептиды) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из альфа-аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью. В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Множество их комбинаций создают молекулы белков с большим разнообразием свойств. Кроме того,

аминокислотные остатки в составе белка часто подвергаются [посттрансляционным модификациям](#), которые могут возникать и до того, как белок начинает выполнять свою функцию, и во время его «работы» в клетке. Часто в живых организмах несколько молекул разных белков образуют сложные комплексы.

4.11. ЛР-11 Гетероциклические соединения

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты

Гетероциклические соединения, органические соединения, молекулы к-рых содержат циклы, включающие наряду с атомами углерода один или неск. атомов др. элементов (гетероатомов). Наиб. значение имеют Т.е., в цикл к-рых входят атомы N, O, S. К ним относятся мн, алкалоиды, витамины, антибиотики, прир. пигменты; они входят в виде структурных фрагментов в молекулы нуклеиновых к-т, белков и др. Гетероциклические соединения-самый многочисленный класс орг. соедин., включающий ок. 2/3 всех известных прир. и синтетич. орг. веществ.