

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания
для практических занятий по дисциплине
«Органическая химия»

Математическая и естественно-научная подготовка (ядро СКФУ химическая
направленность)

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль): Химия окружающей среды, химическая
экспертиза и экологическая безопасность

Ставрополь
2026

Оглавление

Введение	4 стр.
Основы строения и реакционной способности органических соединений	5
I. Основы строения органических соединений	5
1. Классификация органических соединений	5
2. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических молекулах	13
3. Пространственное строение органических молекул	22
II. Общие принципы реакционной способности органических соединений	41
Задания для самостоятельной работы студентов	53
Медико-биологическое значение и применение отдельных представителей различных классов органических соединений	67
Рекомендуемая литература	92

Введение

Цель преподавания органической химии студентам – сформировать знания об основных положениях теории строения органических соединений, электронных представлениях в органической химии, взаимосвязи строения и реакционной способности органических соединений, важнейших химических свойствах основных классов органических соединений.

Несмотря на достаточно большое количество существующих учебников по органической химии, предлагаемое учебное пособие содержит краткое изложение основных важнейших теоретических аспектов, что позволит более эффективно осваивать материал курса.

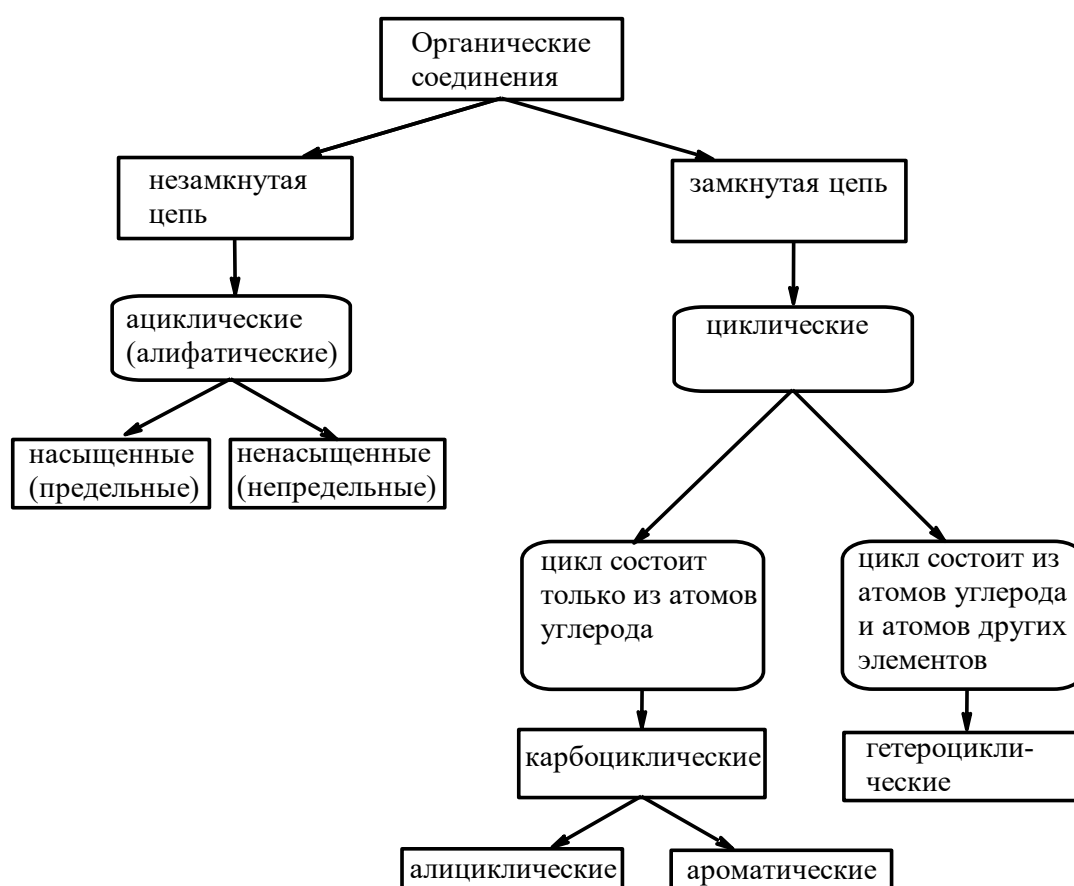
Большое внимание наряду с базовыми теоретическими положениями уделяется выяснению взаимосвязи структуры соединения с механизмом его биологического функционирования, т.е. взаимосвязь "структура-функция" является фундаментальной проблемой, которая имеет общенаучное значение, особенно важна она для биологии и медицины. Таким образом данное пособие будет полезно не только студентам-химикам, но и фармацевтам, а также обучающимся других направлений, которые в том числе в своей научной работе ориентированы на вопросы биоорганической химии.

ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

I. Основы строения органических соединений

1. Классификация органических соединений

Огромное количество органических соединений, которых в настоящее время насчитывается около 17 млн, классифицируется с учетом **строения углеродной цепи** (углеродного скелета) и присутствующих в молекуле **функциональных групп**.



Ациклические соединения – это соединения жирного ряда с *открытой* (незамкнутой) углеродной цепью. Их основу составляют алифатические углеводороды.

Алифатические углеводороды содержат только атомы углерода и водорода и могут быть *насыщенными* (предельными) – **алканы** и *ненасыщенными*

(непредельными) – **алкены** (содержат одну двойную связь), **алкадиены** (содержат две двойные связи), **алкины** (содержат тройную связь)

<u>АЛКАНЫ</u>	<u>АЛКЕНЫ</u>	<u>АЛКАДИЕНЫ</u>	<u>АЛКИНЫ</u>
$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	$\text{CH} \equiv \text{CH}$
Этан	этен (этилен)	бутадиен-1,3	этин (ацетилен)

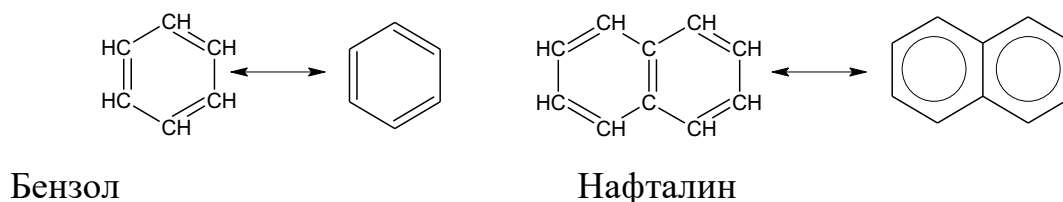
Циклические соединения – это соединения с замкнутой цепью. Их делят на карбоциклические и гетероциклические. **Карбоциклические соединения** содержат в цикле только атомы углерода и делятся на две группы: **алифатические циклические** (сокращенно **алициклические**) и **ароматические**, в основе которых лежит бензол.

Гетероциклические соединения содержат в цикле кроме атомов углерода один или несколько атомов других элементов, гетероатомов (от греч. *heteros* – другой, иной) – кислород, азот, серу и др.

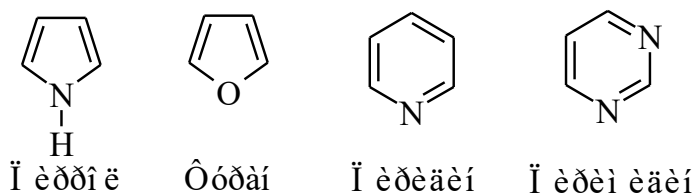
Алициклические (циклоалканы)



Ароматические (арены)



Гетероциклические соединения

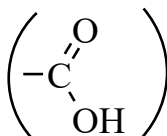
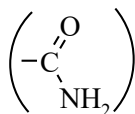
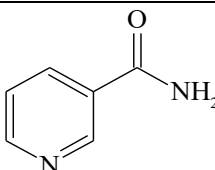


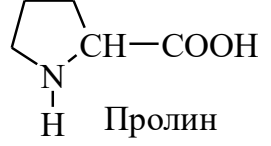
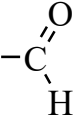
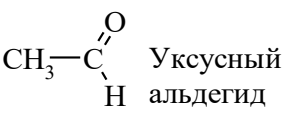
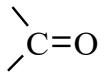
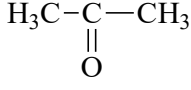
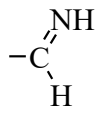
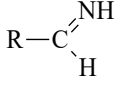
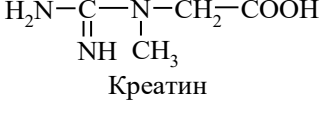
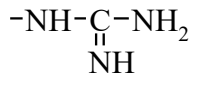
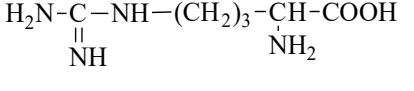
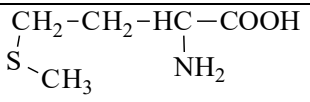
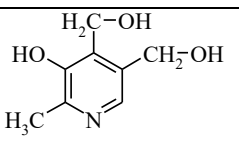
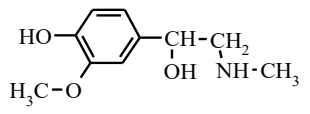
Все органические соединения можно рассматривать как производные углеводородов, полученные путем введения в них функциональных групп.

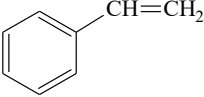
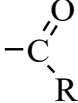
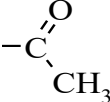
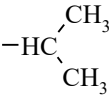
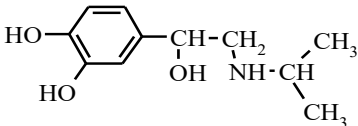
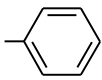
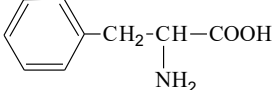
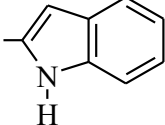
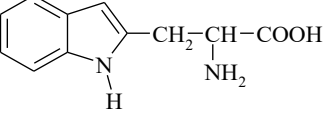
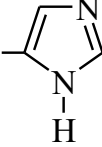
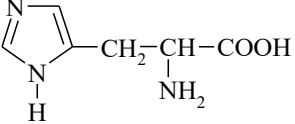
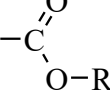
Функциональные группы – это заместители неуглеводородного характера, *определяющие* принадлежность вещества к *определенному классу* и, одновременно, его типичные химические свойства.

Таблица 1

Важнейшие функциональные группы и радикалы

Структура функциональной группы, радикала	Название	Пример вещества, содержащего функциональную группу или радикал
-OH	Гидроксил, гидроксильная группа, оксигруппа, гидроксигруппа, спиртовая группа	CH ₃ -CH ₂ -OH Этиловый спирт
-COOH 	Карбоксильная группа, карбоксил, кислотная группа	CH ₃ -COOH Уксусная кислота
-NH ₂	Аминная группа, аминогруппа, основная группа	H ₂ N-CH ₂ -COOH Аминоуксусная кислота
-CO-NH ₂ 	Амидная группа	 Амид никотиновой кислоты

	Иминогруппа	 Пролин
	Альдегидная группа, формильная группа	 Уксусный альдегид
	Кетонная группа, кетогруппа, оксогруппа (карбонильная группа)	 Ацетон
-SH	Сульфгидрильная группа, тиольная группа, меркаптогруппа (тиоспирты, меркаптаны)	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SH}$ Тиоэтаноламин
	Формиминная группа	 Имин
	Амидиновая группа	 Креатин
	Гуанидиновая группа	 Аргинин
-CH ₃	Метил, метильная группа	 Метионин
-CH ₂ -OH	Оксиметил, оксиметильная группа, гидроксиметил, гидроксиметильная группа.	 Витамин В ₆
-O-CH ₃	Метоксигруппа (простые эфиры)	 Метоксиадреналин

	Метилен, метиленовая группа	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{N}=\text{CH}_2 \end{array}$ Метиленаминокислота
	Метин, метиновая группа, метенил	Гем гемоглобина
$-\text{CH}=\text{CH}_2$	Винил	 Стирол
	Ацил	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C} \\ \\ \text{S}-\text{KoA} \end{array}$ Ацилкоэнзим А
	Ацетил	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \\ \text{S}-\text{KoA} \end{array}$ Ацетилкоэнзим А
	Изопропил	 Изопропиладренилин
	Фенил	 Фенилаланин
	Индолил	 Триптофан
	Имидазолил	 Гистидин
	Алкоксикарбонильная группа (сложные эфиры)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$

		Ацетоуксусный эфир
--	--	--------------------

Номенклатура органических соединений

Номенклатура – это система правил, язык органической химии, который используется для передачи в названиях органических соединений их строения. В настоящее время общепринята **систематическая номенклатура ИЮПАК** (IUPAC – Международный союз теоретической и прикладной химии). Правилами ИЮПАК разрешается употребление особенно укоренившихся *тривиальных* названий, которые исторически были первыми (ацетон, глицерин, аскорбиновая кислота и др.)

Наиболее широко в правилах систематической номенклатуры ИЮПАК представлена **заместительная и радикально-функциональная номенклатуры.**

Заместительная номенклатура

Для формирования названия по заместительной номенклатуре необходимо следовать следующему порядку:

1. Выбрать главную углеродную цепь или главную циклическую структуру.
2. Определить старшую функциональную группу.
3. Провести нумерацию атомов главной цепи или цикла.
4. Построить название органического соединения.

Выбор главной углеродной цепи проводится с учетом следующих критериев: максимальная длина, максимальное число функциональных групп, кратных связей.

Определение старшей функциональной группы проводится в соответствии с приводимой таблицей, в которой эти группы указаны в порядке убывания старшинства сверху вниз. **Старшая группа отражается в названии окончанием.**

Таблица 2

Порядок старшинства функциональных групп

Функциональная группа	Префикс	Окончание
$-(C)OOH^1$	—	овая кислота
$-COOH$	Карбокси	Карбоновая кислота
$-SO_3H$	Сульфо	Сульфоновая кислота (сульфоокислота)
$-(C)\equiv N$	—	Нитрил
$\begin{array}{c} O \\ \parallel \\ -C \\ \\ H \end{array}$	Оксо	аль
>C=O	Оксо	он
$-OH$	Гидрокси (окси)	ол
$-SH$	Меркапто	тиол
$-NH_2$	Амино	амин

¹ Атом углерода, заключенный в скобки, входит в состав углеродной цепи.

Таблица 3

Некоторые неуглеродные характеристические группы, указываемые только в приставках

Группа	Префикс
$-Br, -I, -F, -Cl$	Бром, йод, фтор, хлор
$-OR$	Алкокси
$-SR$	Алкилтио
$-NO_2$	Нитро

Нумерацию атомов главной углеродной цепи проводят так, чтобы старшая функциональная группа получила наименьший номер.

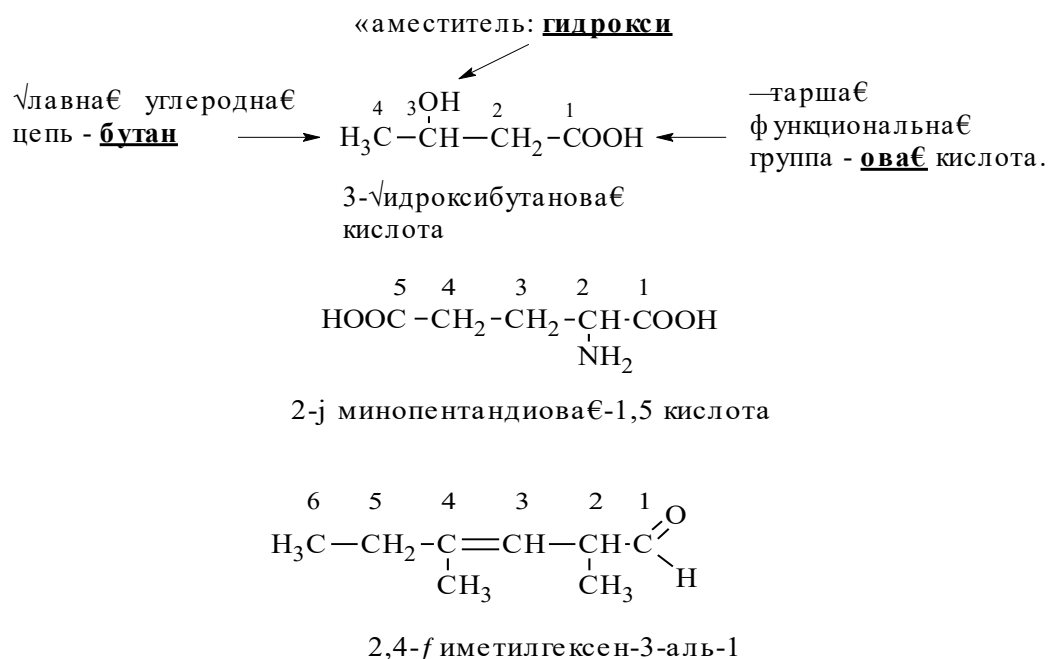
Построение названия органического соединения

Определяют название главной цепи и формируют окончание в зависимости от старшей функциональной группы. Степень насыщенности главной цепи отражают суффиксами: **ан** – насыщенный углеродный скелет, **ен** – наличие

двойной и **ин** – тройной связи. Определяют название заместителей – младшие функциональные группы, углеводородные радикалы, которые обозначаются приставками в едином алфавитном порядке. Положение каждого заместителя и каждой кратной связи указывают цифрой, соответствующей номеру атома углерода, с которым связан заместитель. Для кратной связи указывают наименьший номер углеродного атома, при котором находится эта связь. Цифры ставят перед приставками и после суффиксов или окончания.

Если в соединении имеется несколько одинаковых заместителей или кратных связей, то перед соответствующим обозначением ставится умножающий префикс: **ди, три, тетра** и т.д.

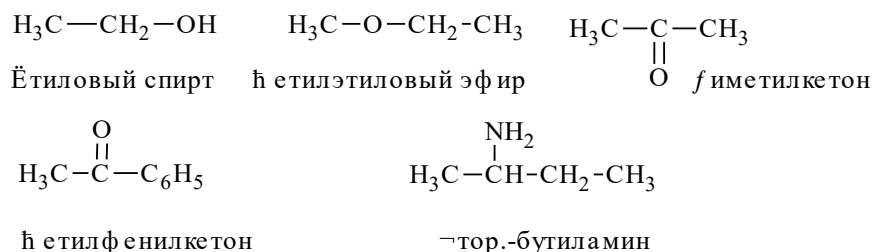
Ниже приведены некоторые примеры названий по заместительной номенклатуре ИЮПАК.



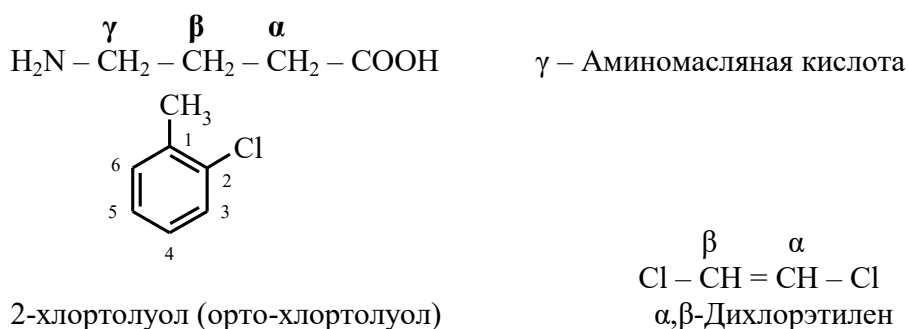
Радикально-функциональная номенклатура

Применение радикально-функциональной номенклатуры более ограничено, чем заместительной. В основном она используется для названия простейших моно- и бифункциональных соединений и некоторых классов природных веществ.

Радикально-функциональная номенклатура в значительной степени напоминает и заменяет применявшуюся ранее рациональную номенклатуру. Ниже приведены некоторые примеры названий органических соединений по радикально-функциональной номенклатуре.



В случае более сложных соединений выбирают произвольно главную цепь, заместители указывают в приставках, а расположение их обозначается цифрами, приставками **орто-**, **мета-**, **пара-** или греческими буквами α , β , γ , δ и т.д.



Изложенные номенклатурные правила должны служить постоянным руководством при последующем изучении номенклатуры конкретных классов органических соединений и их отдельных представителей. Знание общих правил номенклатуры имеет большое значение, так как в соответствии с ними строятся названия многочисленных лекарственных средств, с которыми врачи будут постоянно иметь дело в своей профессиональной деятельности.

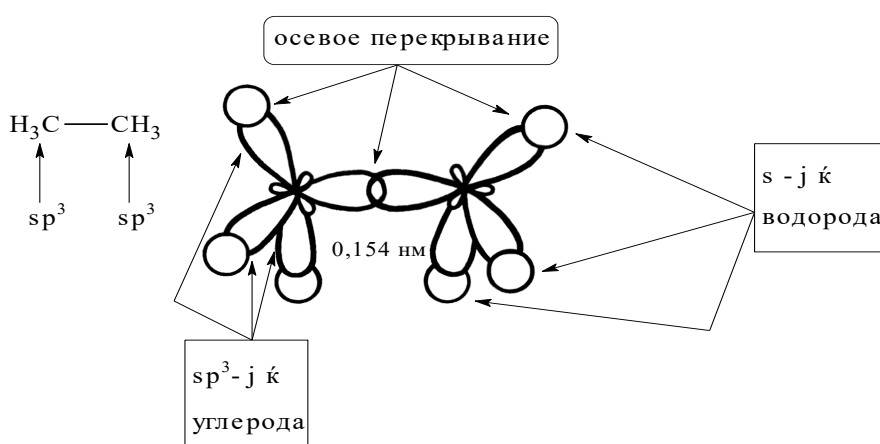
2. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических молекулах

Реакционная способность органических соединений обусловлена типом химических связей и взаимным влиянием атомов в молекуле.

Ковалентные связи являются основным типом химических связей в органических соединениях. Они образуются за счет обобществления электронов связываемых атомов.

Ковалентные связи бывают двух типов: **сигма (σ)-** и **пи (π)** связи.

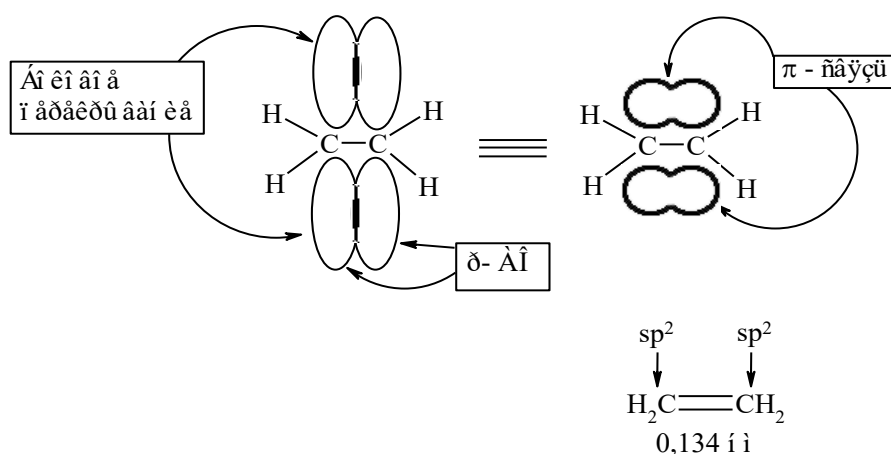
σ -Связь – это связь, образованная при осевом перекрывании атомных орбиталей (АО) с расположением максимума перекрывания на прямой ("лоб в лоб"), соединяющей ядра связываемых атомов.



Образование σ -связей в этане путем осевого перекрывания АО.

На примере этана показано образование σ -связи между атомами углерода за счет осевого перекрывания гибридных sp^3 -АО и σ -связей C-H путем перекрывания гибридных sp^3 -АО углерода и s-АО водорода. Кроме осевого возможен еще один вид перекрывания – боковое перекрывание p-АО. Такое перекрывание приводит к возникновению π -связи.

π -Связь – это связь, образованная при боковом перекрывании ("бок в бок") p-АО с расположением максимума электронной плотности по обе стороны от прямой, соединяющей ядра атомов.



Образование π – связи в этилене за счет бокового перекрывания р-АО.

Двойная связь является сочетанием σ - и π -связей, а тройная – σ - и двух π -связей.

Характеристики ковалентной связи

Основные характеристики ковалентной связи – энергия, длина, полярность и поляризуемость.

Таблица 4

Основные характеристики некоторых ковалентных связей

Связь	Энергия (средние значения кДж/моль / ккал/моль)	Длина, нм
$\text{C}(\text{sp}^3) - \text{C}(\text{sp}^3)$	347 /83	0,154
$\text{C}(\text{sp}^2) = \text{C}(\text{sp}^2)$	606 /145	0,134
$\text{C}(\text{sp}) \equiv \text{C}(\text{sp})$	828/198	0,120
$\text{C}(\text{sp}^2) = \text{O}$	694/166	0,123
$\text{C}(\text{sp}^3) - \text{Cl}$	326/78	0,177
$\text{C}(\text{sp}^3) - \text{Br}$	284/68	0,191
$\text{C}(\text{sp}^3) - \text{I}$	213/51	0,213
$\text{O} - \text{H}$	464/111	0,097

Энергией связи называется количество энергии, выделяющейся при образовании данной связи или необходимое для разъединения двух связанных атомов.

Энергия служит мерой прочности связи, чем больше её энергия, тем связь прочнее.

Длина связи – это расстояние между центрами связанных атомов. Двойная связь короче одинарной, а тройная – короче двойной.

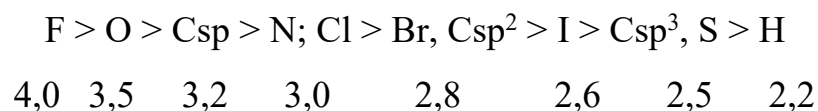
Полярность связи обуславливается неравномерным распределением (поляризацией) электронной плотности.

Причиной возникновения полярности связи служит различие в электроотрицательности связанных атомов.

Электроотрицательность – это способность атома в молекуле притягивать валентные электроны, связывающие его с другими атомами.

Чем больше электроотрицательность атома, тем сильнее он притягивает электроны ковалентной связи.

Основываясь на значениях энергии связей, американский химик Л.Полинг предложил количественную характеристику электроотрицательности (**шкала Полинга**):



Электроотрицательность не является абсолютной константой элемента. Она зависит от эффективного заряда ядра, вида гибридизации АО и влияния заместителей.

Полярность связей возрастает с увеличением разности в электроотрицательности связанных атомов. Таким образом, можно представить переход от **неполярной** ковалентной связи через **полярную** к **ионной** связи.

Таблица 5

$A - A$	$A \leftarrow B$	$A^- - C^+$
Неполярная ковалентная связь:	Полярная ковалентная связь:	Ионная связь (гетерополярная)
электроотрицательность связанных атомов одинакова	показывает, соответственно, избыток и недостаток электронной плотности у атома по сравнению с соседним в зависимости	возникает за счет электростатического притяжения между ионами; общее электронное облако отсутствует.

	от электроотрицательности	их	
--	------------------------------	----	--

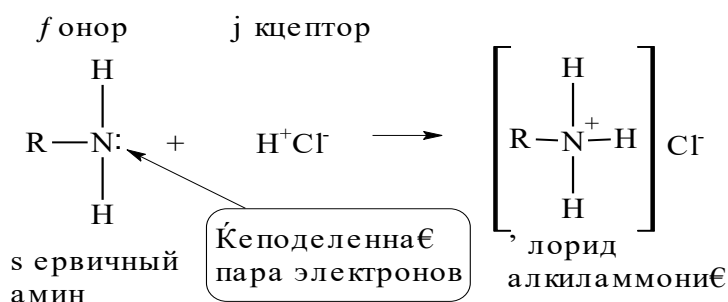
В схеме электроотрицательность элементов убывает в ряду $A > B > C$. Полярность является важным свойством ковалентных связей. Полярные ковалентные связи предрасположены к гетеролитическому разрыву.

Поляризуемость связи – это мера смещения электронов связи под влиянием внешнего электрического поля, в том числе и другой реагирующей частицы. Поляризуемость определяется подвижностью электронов. Электроны тем подвижнее, чем дальше они находятся от ядер. По поляризуемости π -связь значительно превосходит σ -связь, так как максимум электронной плотности π -связи располагается дальше от связываемых ядер. Поляризуемость в большей степени, чем полярность, определяет реакционную способность молекул по отношению к полярным реагентам.

Донорно-акцепторные связи

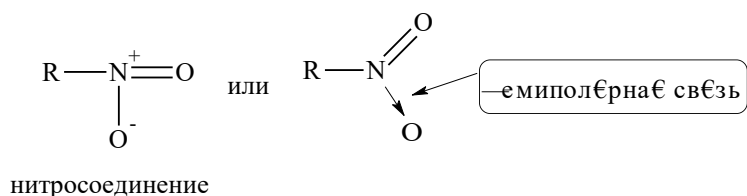
Перекрытие двух одноэлектронных атомных орбиталей – не единственный путь образования ковалентной связи.

Ковалентная связь может образовываться за счет электронной пары одного атома (донор) с вакантной орбиталью другого атома (акцептор) и называется **донорно-акцепторной** или **координационной**.



Образовавшаяся донорно-акцепторная связь отличается только способом образования; по свойствам она одинакова с остальными ковалентными связями. Атом-донор N при этом приобретает положительный заряд.

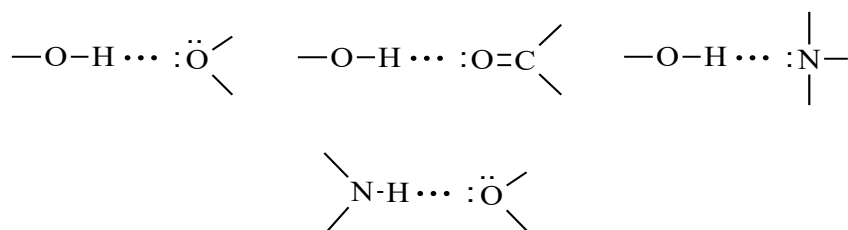
Разновидностью донорно-акцепторной связи служит **семиполярная** связь, например, в нитрогруппе:



Одновременно с образованием ковалентной связи за счет неподеленной пары электронов азота на связанных атомах возникают противоположные по знаку заряды. За счет электростатического притяжения между ними дополнительно возникает ионная связь. Результирующее сочетание ковалентной и ионной связи называется **семиполярной связью**, характерным признаком которой служит наличие противоположных зарядов на ковалентно связанных атомах. Донорно-акцепторные связи характерны для комплексных соединений, называемых также донорно-акцепторными комплексами. В зависимости от типа донора, т.е. от того, какие электроны обобществляются, комплексы классифицируются как n - или π -комплексы.

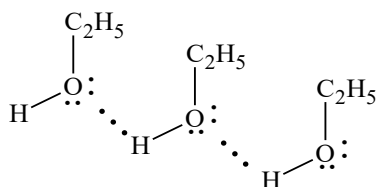
Водородные связи

Атом водорода, связанный с сильно электроотрицательным атомом (N, O, F) электронодефицитен и способен взаимодействовать с неподеленной парой электронов другого сильно электроотрицательного атома, находящегося либо в этой же, либо в другой молекуле. В результате возникает **водородная связь**, являющаяся разновидностью донорно-акцепторной связи. Графически водородная связь обозначается тремя точками. Атом водорода служит связующим между двумя электроотрицательными атомами.

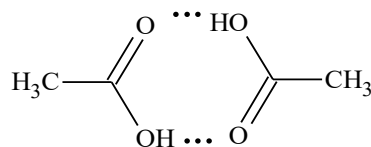


Энергия водородной связи невелика (10-40 кДж/моль) и, в основном, определяется электростатическим взаимодействием.

Межмолекулярные водородные связи обуславливают ассоциацию органических соединений, например, спиртов, кислот.



“пример этилового спирта

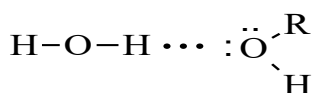


пример уксусной кислоты

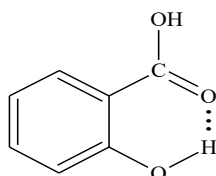
Образование водородных связей влияет на физические (температура кипения) и химические (кисотно-основные) свойства соединений. Так, температура кипения этанола (78,3°C) значительно выше, чем у имеющего одинаковую с ним молекулярную массу диметилового эфира (-24°C) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$, не ассоциированного за счет водородных связей.

Органические соединения могут взаимодействовать с растворителем, т.е. сольватироваться за счет образования межмолекулярных водородных связей.

Например, в водном растворе происходит гидратация спиртов:



Могут возникать и **внутримолекулярные** водородные связи, например, в салициловой кислоте, что приводит к повышению её кислотности



Салициловая кислота

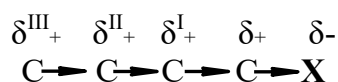
Водородные связи имеют важное значение для формирования пространственной структуры белков и нуклеиновых кислот.

Взаимное влияние атомов

Реакционная способность соединений в значительной степени зависит от характера распределения электронной плотности в нереагирующих молекулах. Неравномерность в распределении электронной плотности является следствием электронных эффектов заместителей, подразделяемых на индуктивный и мезомерный эффекты.

Индуктивный эффект

Ковалентная связь неполярна (ее электронная плотность распределена равномерно) только при связывании одинаковых или близких по электроотрицательности атомов. При соединении атомов с разной электроотрицательностью электронная плотность ковалентной связи смещена в сторону электроотрицательного атома. Такая связь поляризована. Поляризация не ограничивается только одной σ -связью, а распространяется по цепи и ведет к появлению на атомах **частичных зарядов (δ)**:



Таким образом, заместитель **X** вызывает поляризацию не только «своей» σ -связи с атомом углерода, но передает влияние (проявляет эффект) и на соседние σ -связи. Такой вид электронного влияния называется **индуктивным** и обозначается **I**.

Индуктивный эффект – это передача электронного влияния заместителя по цепи σ -связей.

Направление индуктивного эффекта заместителя принято качественно оценивать сравнением с атомом водорода, индуктивный эффект которого принят за 0 (связь C-H считают практически неполярной)



X: -I

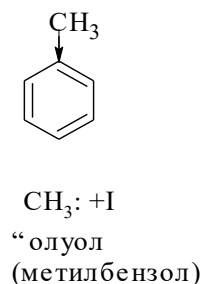
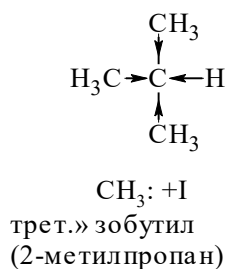


H: I = 0

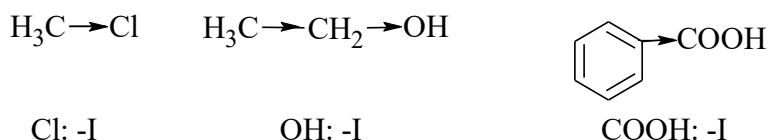


Y: +I

Заместитель **X**, притягивающий электронную плотность σ -связи сильнее, чем атом водорода, *проявляет отрицательный индуктивный эффект*, -I. Если же заместитель **Y** по сравнению с атомом H увеличивает электронную плотность в цепи, то он проявляет *положительный индуктивный эффект*, +I. Графически I-эффект изображается стрелкой, совпадающей с положением валентной черточки и направленной острием в сторону более электроотрицательного атома. **+I-Эффектом** обладают алкильные группы, атомы металлов, анионы.



Большинство заместителей обладает -I-эффектом и тем большим, чем выше электроотрицательность атома, образующего ковалентную связь с атомом углерода.



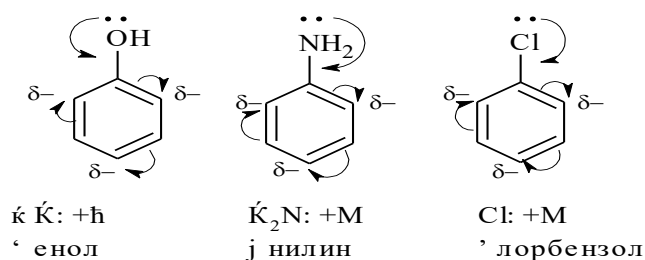
Индуктивный эффект из-за слабой поляризуемости σ -связи затухает через 3-4 σ -связи в цепи. Его действие наиболее сильно проявляется на двух ближайших к заместителю атомах углерода.

Мезомерный эффект

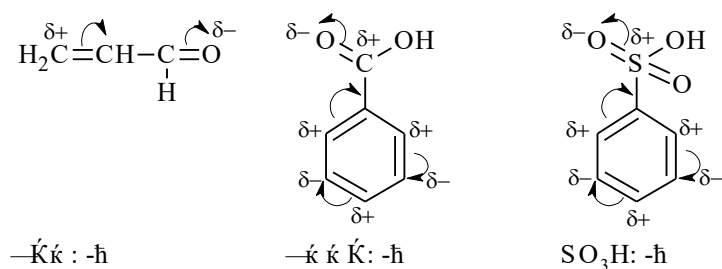
Если индуктивный эффект имеет место всегда, когда в молекуле есть атомы с различной электроотрицательностью, то для проявления **мезомерного эффекта** необходимо наличие в молекуле сопряженного участка (присутствие чередующихся одинарных и двойных связей). Мезомерный эффект также называют **эффектом сопряжения**, так как передача влияния происходит по системе π -связей.

Мезомерный эффект (М-эффект) – это передача электронного влияния заместителя по системе π -связей.

Заместители, повышающие электронную плотность в сопряженной системе проявляют **положительный мезомерный эффект**, +M. Положительным мезомерным эффектом обладают заместители, содержащие атомы с неподеленной электронной парой или целым отрицательным зарядом.

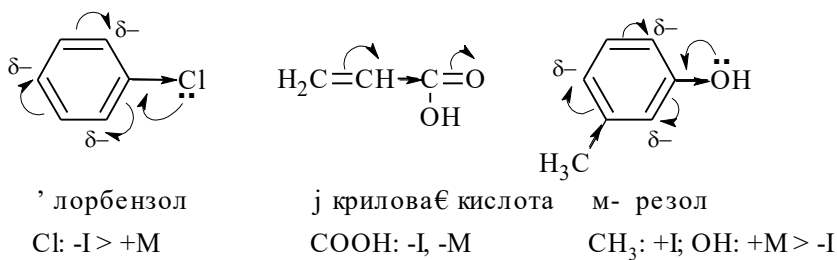


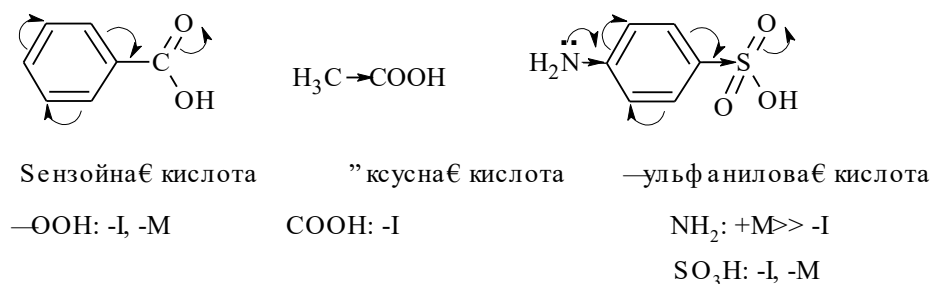
Заместители, оттягивающие электронную плотность из сопряженной системы, проявляют **отрицательный мезомерный эффект**, -M. К ним относятся ненасыщенные группировки, положительно заряженные атомы.



Перераспределение (смещение) общего электронного облака под действием М-эффекта графически обозначается изогнутыми стрелками, начало которых показывает, какие *p*- или *π*-электроны смещаются, а конец – связь или атом, к которым они смещаются. На концевых атомах с сопряженной цепи обычно указывают частичные заряды. В отличие от индуктивного мезомерный эффект передается по системе сопряженных связей на значительно большее расстояние.

В целом, при оценке влияния заместителей на распределение электронной плотности в молекуле необходимо учитывать суммарное действие индуктивного и мезомерного эффектов.





Все заместители в зависимости от того, повышают они или понижают электронную плотность в молекуле, рассматриваются как *электронодонорные* – ЭД (алкилы, NH₂-, OH-, -OR) или *электроноакцепторные* – ЭА (галогены, -NO₂, -COOH, -SO₃H, >C=O).

. 3. Пространственное строение органических молекул

Конфигурация. Конформация

Сtereoхимия изучает пространственное строение органических соединений. Её можно назвать химией соединений в трехмерном пространстве. Пространственное строение взаимосвязано не только с физическими и химическими свойствами веществ, но и с проявляемой ими биологической активностью.

Понятие о строении

Наиболее полное представление о структуре органической молекулы складывается из знания её химического и пространственного строения. Под строением А.М. Бутлеров понимал последовательность связей атомов в молекуле. В настоящее время учитывается не только последовательность, но и природа, т.е. электронное строение связей.

Химическое строение молекулы определяется природой и последовательностью связей между составляющими её атомами. Важнейшей характеристикой неорганического соединения служит состав его, выражаемый молекулярной формулой, например, HCl, H₂SO₄ и т.д. Для органических соединений состав и, соответственно, молекулярная формула не являются однозначными характеристиками, так как одному и тому же составу

может соответствовать значительное количество реально существующих соединений. Это явление было открыто более 150 лет назад и названо **изомерией**, а различные вещества с одинаковым составом **изомерами**.

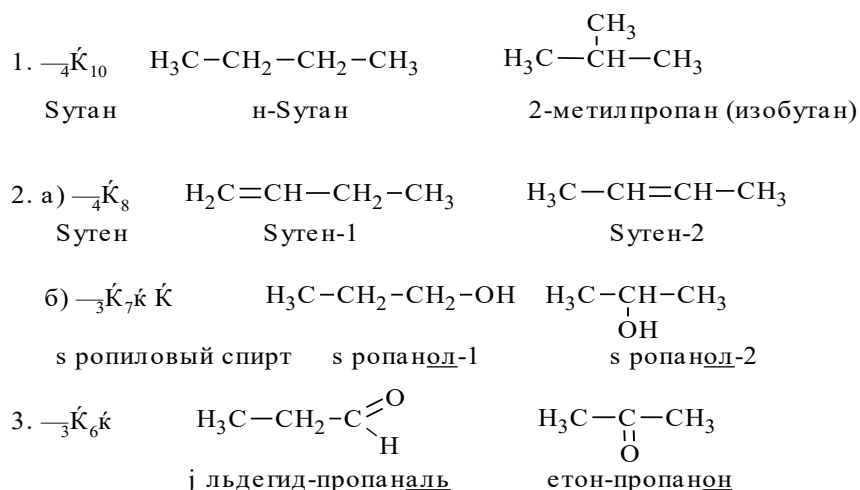
Изомерами называются соединения с одинаковым составом, но отличающиеся природой или последовательностью связей между атомами и расположением их в пространстве.

В соответствии с этим изомеры делятся на две основные группы:

структурные изомеры и **пространственные** изомеры – **стереоизомеры**.

Структурные изомеры отличаются по химическому строению, поэтому их еще называют *изомерами строения*. Структурные изомеры делятся на ряд групп:

1. Изомеры цепи.
2. Изомеры положения:
 - а) кратных связей
 - б) функциональных групп
3. Изомеры функциональных групп.



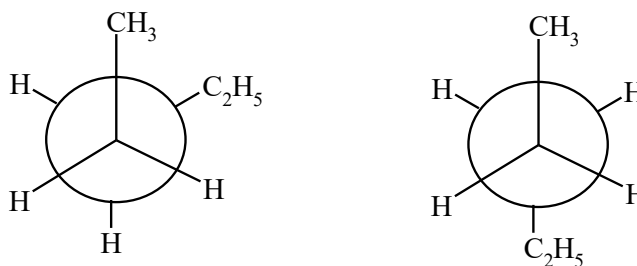
Стереоизомеры различаются пространственным расположением атомов в молекуле. Для описания пространственных различий используются два важнейших понятия в стереохимии – **конфигурация** и **конформация** молекул.

Конфигурация – это определенное пространственное расположение атомов в молекуле.

Органические соединения могут при одинаковом составе и одинаковом химическом строении различаться конфигурацией (**конфигурационные изомеры**)

Под конформацией понимают различные взаимопревращающиеся пространственные формы молекулы, возникающие при изменении относительной ориентации отдельных ее частей в результате внутреннего вращения атомов или групп атомов вокруг простых связей, изгиба связей и др. Конформационные переходы протекают вследствие стереохимической нежесткости большинства молекул в результате свободного вращения вокруг простых σ -связей или деформации валентных углов. Важно подчеркнуть, что одна конформация превращается в другую без разрыва существующих в молекуле валентных связей. Каждой конкретной конформации соответствует определенная энергия. Обычно при свободном вращении вокруг σ -связи энергия изменяется волнообразно: максимумы чередуются с минимумами.

Конформации молекул на плоскости чертежа обычно изображают с помощью **формул Ньюмена**. Молекулу рассматривают вдоль выбранной C-C-связи, проецируя ее на плоскость, перпендикулярную этой связи. Для наглядности изображения между двумя углеродными атомами мысленно помещают непрозрачный круг. При этом проекции трех связей ближнего к наблюдателю атома углерода изображают линиями, расходящимися под углом 120° из центра круга. Проекции трех связей дальнего атома углерода «выглядывают» из-за круга также под углом 120° друг к другу. Ниже приведены формулы Ньюмена для заторможенных конформаций пентана относительно связи C_2-C_3 :

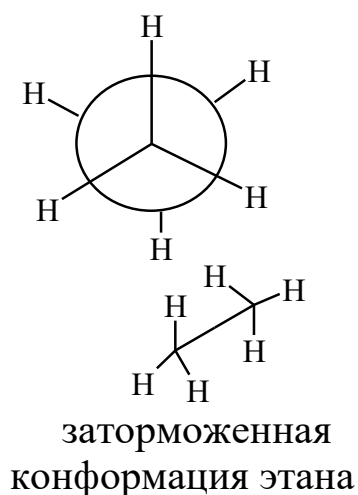
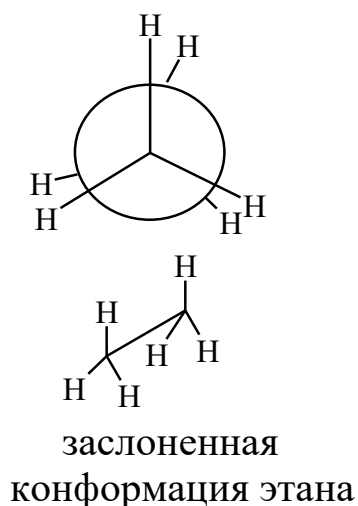


Изучение конформационных превращений – задача *конформационного анализа*.

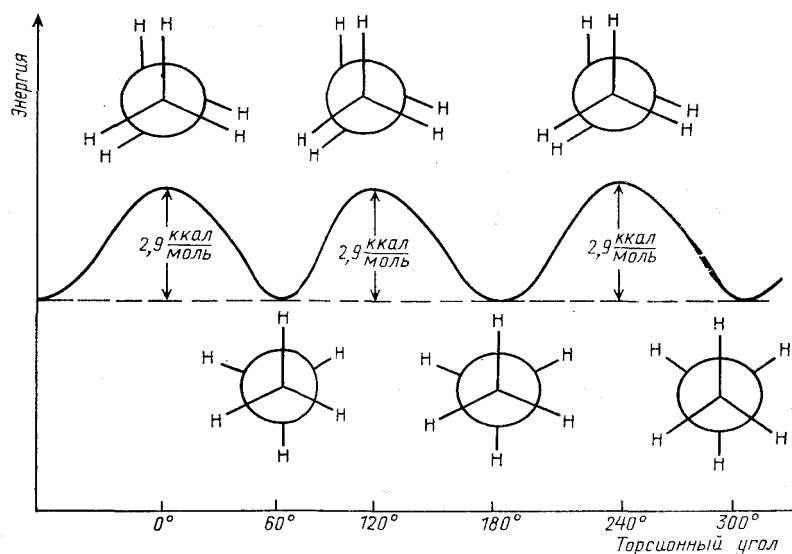
Под **конфигурацией** понимается определенное пространственное расположение атомов или групп вокруг хиральной части молекулы (пространственное строение молекулы). Одна и та же стереохимическая конфигурация может включать в себя множество конформаций, различающихся друг от друга величинами соответствующих валентных или торсионных (двугранных) углов внутреннего вращения. Конфигурация хиральной молекулы может сохраняться при значительной деформации этой молекулы, но переход одного энантиомера в другой всегда означает обращение конфигурации. Конформационные переходы могут изменить, а могут и не изменить стереохимическую конфигурацию молекулы.

Конформации ациклических молекул

Среди бесчисленного множества конформаций этана, образующихся при вращении метильных групп относительно связи С-С, выделяют две конформации, которым соответствуют экстремальные значения энергии, - заслоненную (или *син*-форму) и заторможенную (или *анти*-форму). Заслоненной называют конформацию, в которой атомы водорода у соседних углеродов максимально сближены, а торсионный угол (т. е. двугранный угол между плоскостями $\text{H-C}_1\text{-C}_2$ и $\text{C}_1\text{-C}_2\text{-H}$) равен 0° . Она характеризуется наибольшей энергией, на энергетической диаграмме ей соответствует максимум. Заторможенной является конформация этана, в которой атомы водорода у соседних углеродных атомов максимально удалены друг от друга, а торсионный угол составляет 60° . Она характеризуется наименьшей энергией, на энергетической диаграмме ей соответствует минимум.

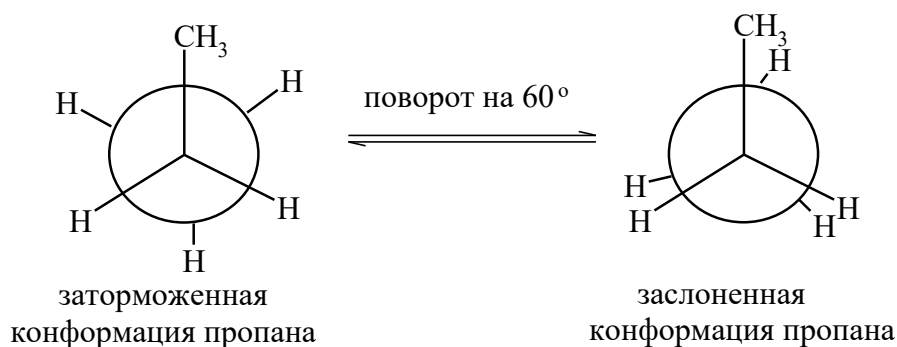


Вращение относительно одинарной углерод-углеродной связи не является абсолютно свободным. При переходе из одной заторможенной конформации в другую требуется преодолеть энергетический барьер, который для этана составляет 2,9 ккал/моль. При полном повороте одной метильной группы относительно другой молекула этана проходит три вырожденные заторможенные конформации и три вырожденные заслоненные:

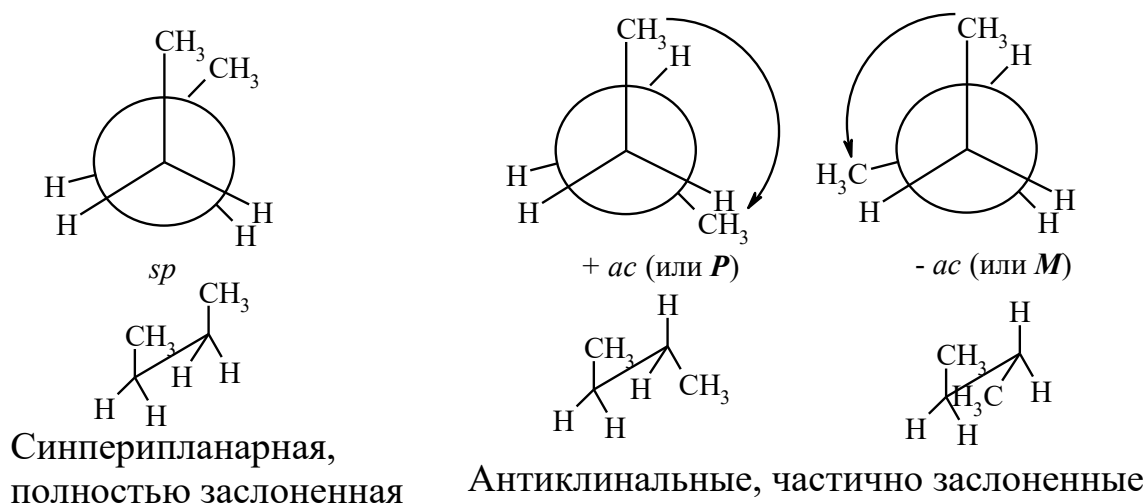


Возникновение такого барьера обычно связывают с отталкиванием электронов связей С-Н в заслоненной конформации. Однако недавно (*Nature*, 2001) появилось сообщение о том, что предпочтительность заторможенной конформации этана обусловлена гиперконъюгацией. Дело в том, что именно в такой форме происходит эффективное перекрывание связывающей орбитали одной С-Н-связи с разрыхляющей орбиталью другой.

Барьер вращения для пропана составляет 3,4 ккал/моль:



Аналогичные конформации имеют место в молекуле бутана при вращении вокруг связей C_1-C_2 и C_3-C_4 . Более сложной является картина конформационных превращений бутана относительно связи C_2-C_3 . Помимо полностью заслоненной (синперипланарной – обозначение *sp*), имеются также две частично заслоненные (антиклинальные – *ac*) конформации, которым соответствуют меньший по величине максимум (торсионный угол 120° и 240°):

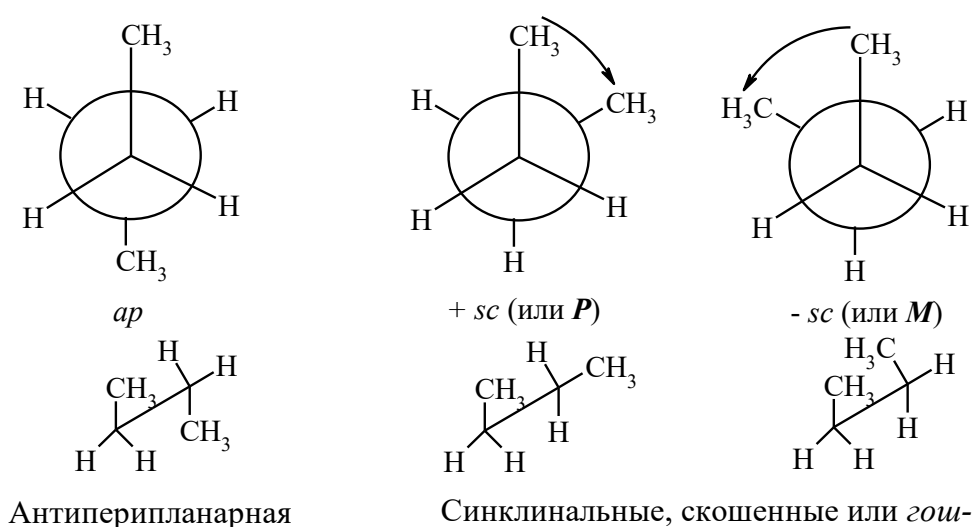


При этом синперипланарная конформация бутана ахиральна, тогда как антиклинальные энантиомерны друг другу. Чтобы их различать, используют знаки «плюс» или «минус» (или обозначения *P* или *M*) в зависимости от направления закручивания (вправо или влево) воображаемой спирали, связывающей CH_3 -группы.

В общем случае для обозначения конформаций руководствуются следующими правилами: 1) если все заместители разные, выбирают два из них (по одному старшему у каждого из центральных атомов), пользуясь правилами последовательного старшинства заместителей; 2) если один или оба центральных атома замещены по типу Ca_2b , то в качестве «опорной» группы

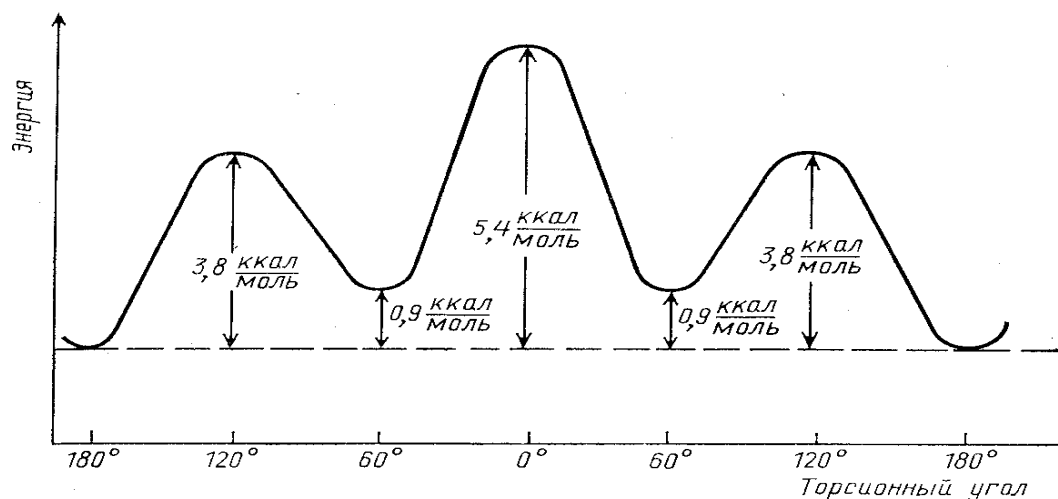
при отнесении конфигурации выбирается заместитель *b* (при этом не имеет значения, с какой стороны молекулярный фрагмент проецируется на плоскость). Напомним, что хиральность отдельных конформаций не предполагает хиральности молекулы: хиральные молекулы являются *хиральными во всех своих конформациях*.

Помимо полностью заторможенной (антиперипланарной – *ap*, торсионный угол равен 180°), существуют также две скошенные или *гош*-конформации бутана (синклиналичные – *sc*, торсионный угол 60° и 300°), энергия которых несколько выше:



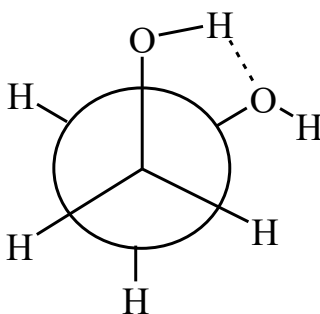
Антиперипланарная конформация бутана ахиральна, тогда как синклиналичные - энантиомерны друг другу.

Энергетическая диаграмма конформационных превращений бутана при вращении относительно связи C_2-C_3 представлена ниже:



(ap) (+ac) (+sc) (sp) (-sc) (-ac) (ap)

Небольшие энергетические различия между синклиальными и антиперипланарными конформациями в случае более сложных молекул, обладающих активными функциональными группировками, могут легко инвертироваться в пользу синклиальных конформаций за счет тех или иных вторичных пространственных эффектов. Например, в молекуле этандиола вследствие внутримолекулярной водородной связи между двумя гидроксильными группами более стабильным оказывается именно синклиальный конформер:

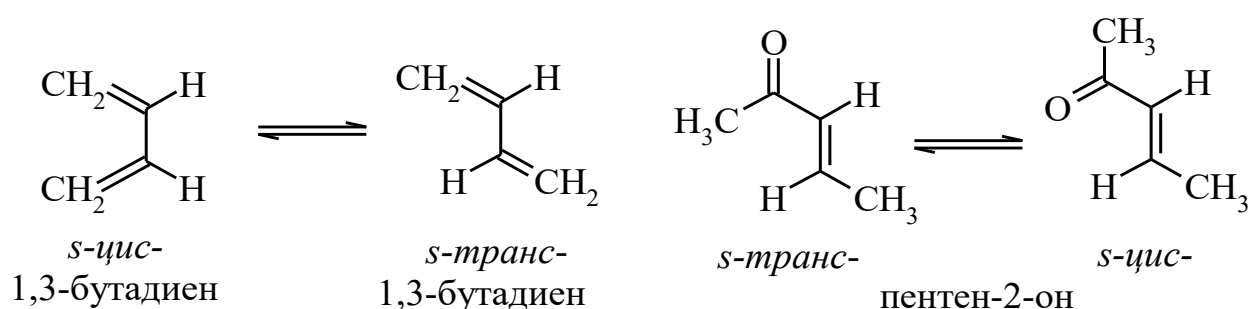


Содержание заслоненных конформаций в массе вещества обычно близко к нулю; поскольку, однако, энергии активации многих химических реакций могут значительно превышать величину энергетического барьера вращения, становится возможной ситуация, при которой те или иные невыгодные и поэтому экспериментально ненаблюдаемые конформации могут выступать в качестве промежуточных продуктов химических превращений.

Если внутреннее вращение в молекуле происходит вокруг связей, образованных sp^3 - и sp^2 -гибридизованными атомами углерода, рассмотренные закономерности конформационного поведения могут принципиально измениться. Физическими методами было установлено, что для молекул ацетальдегида и пропилена наиболее выгодными являются уже заслоненные конформации, что предсказывалось и на основании квантовохимических расчетов:



Внутреннее вращение относительно связей, образованных sp^2 -гибридизованными атомами углерода, характеризуется также более устойчивыми заслоненными конформациями, что обеспечивает плоское строение молекул, необходимое для эффективной делокализации. В случае сопряженных диенов различают *s-цис*- и *s-транс*-конформеры, возникающие в результате вращения вокруг простой (*s* – *single*) связи:



Энергетическое различие между ними для 1,3-бутадиена составляет около 8 кДж/моль, причем более устойчивым является *s-транс*-конформер. В случае пентен-2-она *s-транс*-конформер также несколько более стабилен.

Конформации молекулы, которым отвечают минимумы энергии, называются **конформерами**. Относительная стабильность конформеров в большей степени зависит от внешних факторов (агрегатное состояние, природа растворителя), чем от внутримолекулярных взаимодействий. В твердой фазе благодаря силам кристаллической упаковки, как правило, полностью доминирует один из возможных конформеров (например, экваториальный у монозамещенных циклогексанов). В жидкой и газовой фазах обычно наблюдается равновесие между конформерами, причем не всегда преобладает тот, который существовал в твердой фазе.

Конформеры имеют разные геометрические и полярные характеристики и поэтому по-разному взаимодействуют с растворителем. Различие в энергиях сольватации заметно сказывается на параметрах конформационного

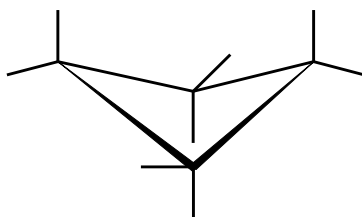
равновесия, смена растворителя может даже привести к изменению относительной стабильности конформеров. Обычно полярный растворитель стабилизирует более полярный конформер. Например, в растворе пентана преобладает диаксиальный конформер *транс*-1,2-дихлорциклогексана, тогда как в полярном ацетоне преобладает диэкваториальный конформер.

При достаточно высоких барьерах вращения возможно разделение конформационных изомеров, например, в случае *орто*-замещенных бифенилов (атропоизомерия). Применение очень низких температур позволило, например, разделить конформеры замещенных циклогексанов.

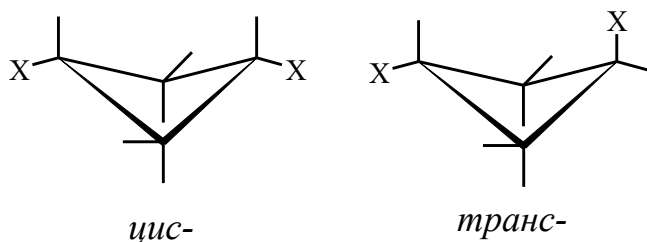
Явление существования различных конформеров обозначают терминами конформационная изомерия или поворотная изомерия.

Конформации алициклических молекул

Циклопропан – единственный плоский алицикл (три точки всегда лежат в одной плоскости). Предпочтительной конформацией циклобутана является перегнутая (сложенная по диагонали) форма, в которой дополнительное угловое напряжение, создающееся из-за уменьшения валентных углов ниже 90° , компенсируется частичным снятием торсионного напряжения, присущего плоской форме:



Существование сложенных конформаций объясняет, почему в ряду 1,3-дизамещенных циклобутана *цис*-стереоизомеры более стабильны, чем соответствующие *транс*-производные:



Циклопентаны также неплоские; они принимают либо форму конверта (E),

содержащую четыре атома в плоскости, либо твист-форму (Т), в которой в одной плоскости располагаются три атома кольца:



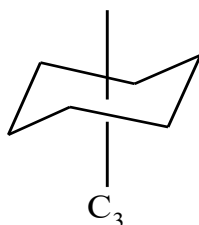
Е-



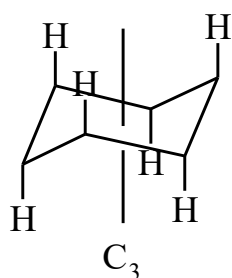
Т-

Отдельные углеродные атомы цикlopentана не занимают жестко закрепленного положения относительно средней плоскости, т. е. кольцо как бы находится в постоянном волнообразном движении – *псевдовращении*.

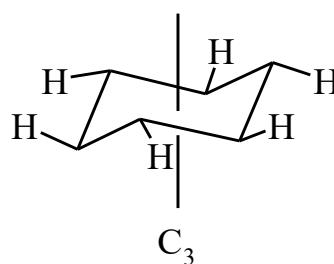
Для циклогексана существует нескольких важных конформаций, наиболее стабильной из которых является конформация **кресла**, имеющая ось симметрии третьего порядка (C_3):



При этом шесть связей С-Н называются аксиальными, поскольку они направлены параллельно оси C_3 , другие шесть – экваториальными (их направление обозначают как «чуть вверх» или «чуть вниз» относительно перпендикуляра к оси симметрии третьего порядка):

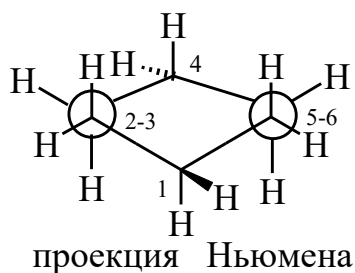


шесть аксиальных связей
в молекуле циклогексана



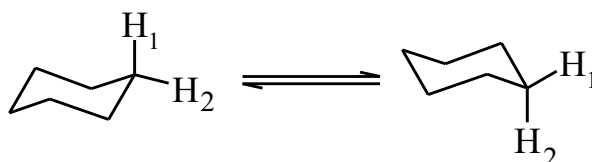
шесть экваториальных связей
в молекуле циклогексана

Таким образом, шесть атомов водорода находятся в аксиальном (*a*), а другие шесть – в экваториальном (*e*) положениях, причем при соседних атомах углерода аксиальные атомы имеют *транс*-расположение, также как и соседние экваториальные. Из проекции Ньюмена вдоль связей C_2-C_3 и C_6-C_5 видно, что соседние атомы водорода и углерода находятся в заторможенном положении:

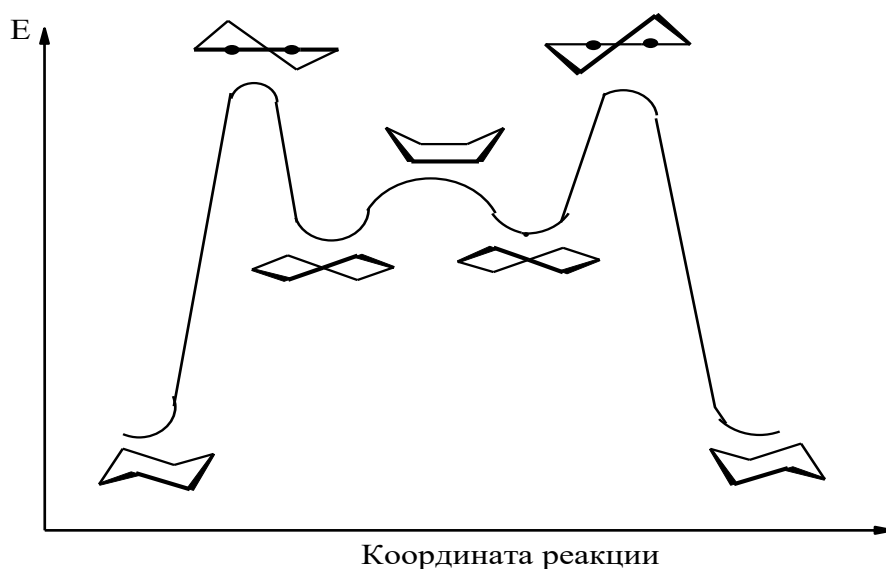


Отсутствие углового и торсионного напряжения делает конформацию кресла наиболее устойчивой.

Кроме формы кресла существуют также формы ванны, полукресла и твист-форма циклогексана, которые называют подвижными формами. Причем твист-конформации соответствует минимум энергии (значительно превышающий, впрочем, энергию кресла), а конформациям ванны и полукресла – максимум энергии на энергетическом профиле конформационных превращений циклогексана (наибольший – для полукресла). Подвижные формы являются промежуточными в ходе процесса конверсии – взаимопревращения двух форм кресла, в результате которого все аксиальные связи становятся экваториальными и наоборот:

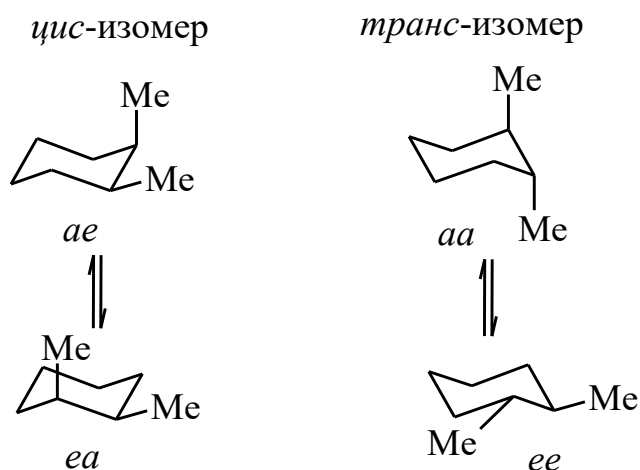


Конверсия обратима и осуществляется очень легко (энергетический барьер 11 ккал/моль); в равновесии присутствуют обе формы. При 20 °С циклогексан на 99,99% существует в кресловидной конформации. Ниже приведена энергетическая диаграмма этого процесса с указанием промежуточных конформаций.



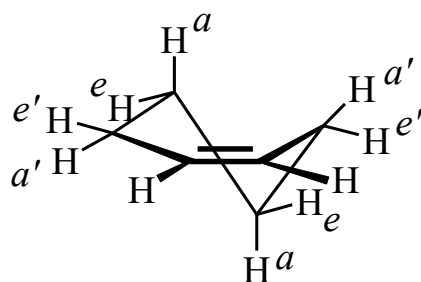
Монозамещенные циклогексаны из-за быстрой конверсии неразличимы в обычных условиях, однако при очень низких температурах удастся зафиксировать более устойчивый конформер. Так, например, хлорциклогексан при комнатной температуре существует в виде равновесной смеси *e*- и *a*-конформеров. Однако при $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ можно выделить индивидуальную *a*-форму, которая ведет себя в этих условиях как устойчивый изомер.

Оценивая устойчивость *цис*- и *транс*-изомеров в случае диалкилциклогексанов, пользуются правилом, согласно которому преимущество будет на стороне того из них, который в результате конверсии может дать конформер с большим числом заместителей в экваториальном положении. Например, в случае 1,2-диметилциклогексанов более устойчивым является *транс*-изомер, поскольку только он может содержать оба заместителя в экваториальном положении:

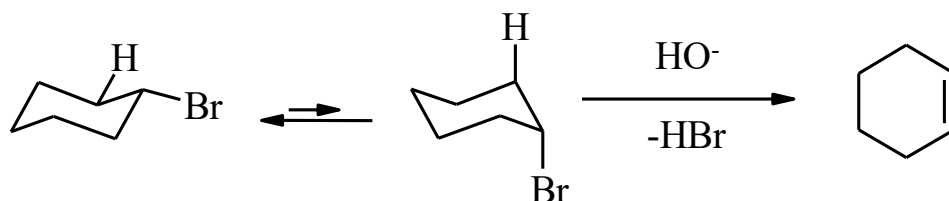


Отметим, что *транс*-1,2-дизамещенные циклогексаны оптически активны и существуют в виде энантиомеров.

Для циклогексена наиболее устойчива конформация полукресла:

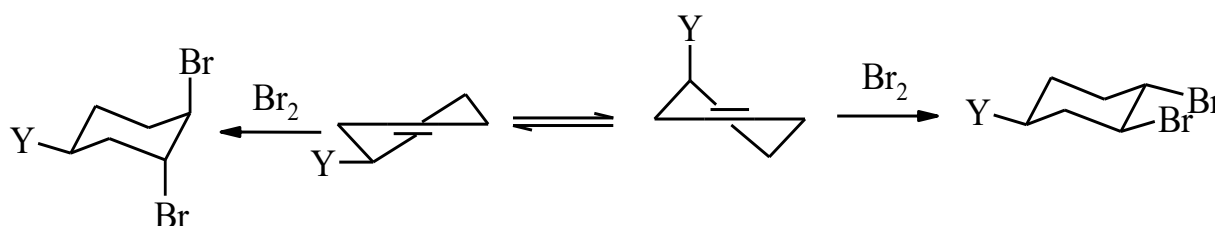


Истинные аксиальные и экваториальные положения у циклогексена имеются только у атомов C₄ и C₅; атомы водорода в положениях C₃ и C₆ находятся в так называемых *псевдоаксиальных* (*a'*) и *псевдоэкваториальных* (*e'*) положениях. Реакционная способность конформеров определяется тем, насколько их структура удовлетворяет стерическим и стереоэлектронным требованиям реакции (стерическая доступность реагирующих групп, *транс*-расположение элиминируемых групп в реакции *E2* и т. д.). Например, дегидробромирование бромциклогексана протекает как *транс*-элиминирование, которое может осуществляться только для аксиальной конформации, несмотря на то, что доля этой конформации в равновесии мала:



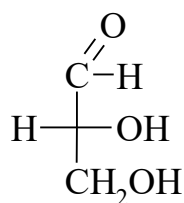
Обобщение экспериментальных данных позволило сформулировать ряд правил относительно реакционной способности конформеров. Например: экваториальные заместители в производных циклогексана более доступны и вступают в реакции с большей скоростью (гидролиз, этерификация и т. п.); при реакциях, в ходе которых удаляется заместитель, аксиальный изомер реагирует быстрее, так как при этом исчезают 1,3-*син*-аксиальные взаимодействия (окисление спиртов, замещение, элиминирование и т.п.); объемистые восстановители вследствие стерических затруднений атакуют карбонильную группу в циклогексанонах с экваториальной стороны с образованием аксиальных спиртов, а менее объемистые (LiAlH_4) – с аксиальной стороны, образуя экваториальные спирты.

Если в реакции участвуют два конформера, то они, как правило, дают различные продукты, например:

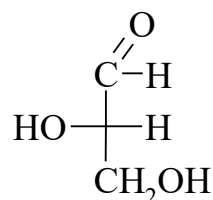


Абсолютная и относительная конфигурации

К началу XX века было известно множество оптически активных органических соединений. По знаку их вращения невозможно было определить их абсолютную конфигурацию, т. е. реальное пространственное расположение групп вокруг данного хирального центра. В 1906 году для сопоставления конфигураций молекул различных оптически активных веществ в качестве стандарта для сравнения был избран глицериновый альдегид. По предложению Э.Фишера правовращающему (+) и левовращающему (-) изомерам этого соединения была произвольно приписана приведенная ниже конфигурация и их D,L-обозначение:

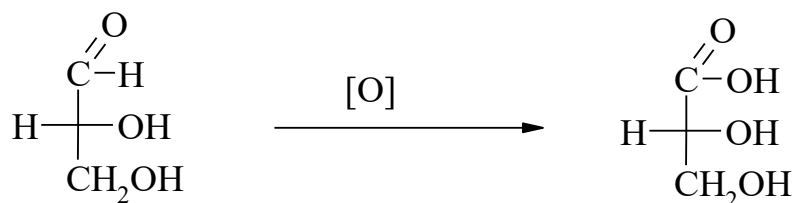


D(+)-глицериновый альдегид



L(-)-глицериновый альдегид

Как только был выбран стандарт, стало возможным соотносить с ним конфигурацию других соединений. Например, при окислении D-глицеринового альдегида образуется (-)-глицериновая кислота. Поскольку данная реакция не затрагивает асимметрический атом, (-)-глицериновая кислота также относится к D-ряду:

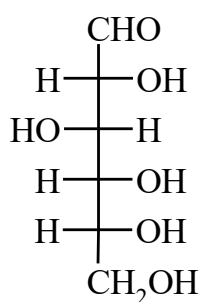


D(+)-глицериновый альдегид

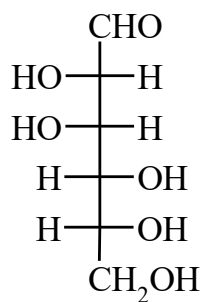
D(-)-глицериновая кислота

Подобным образом было проведено отнесение многих тысяч других соединений к D– или L–ряду (рацемическую смесь обозначают как D,L-, например, D,L-аланин). Следует особо подчеркнуть, что принадлежность соединения к D– или L–ряду отнюдь не определяет направления их вращения, которая измеряется экспериментально. Соединение может принадлежать к L–ряду, но быть правовращающим, и наоборот.

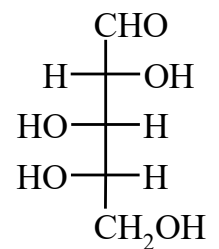
D,L-обозначение оптических изомеров имеет большое значение в длинных сериях однотипных соединений, связанных друг с другом однотипными же переходами. В настоящее время она используется в ряду аминокислот и углеводов. Например, в случае моносахаридов принадлежность к D- или L-ряду определяется по конфигурации последнего, считая от альдегидной группы, асимметрического атома углерода:



D-глюкоза



D-манноза



L-арабиноза

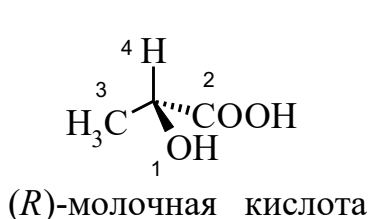
D,L-номенклатура энантиомеров до 1951 года обозначала относительную конфигурацию многих тысяч органических веществ. Лишь в 1951 году с помощью специальной техники удалось установить абсолютную конфигурацию двух соединений, а значит и всех тех, чья относительная конфигурация к тому времени была известна. Оказалось, что произвольный выбор структуры (+)-глицеринового альдегида был сделан правильно. Таким образом, с 1951 года D,L-номенклатура указывает на абсолютную конфигурацию вещества.

В 1966 году была предложена **R,S-номенклатура** органических веществ, основанная на знании их реального пространственного строения. В настоящее время она является общепризнанной.

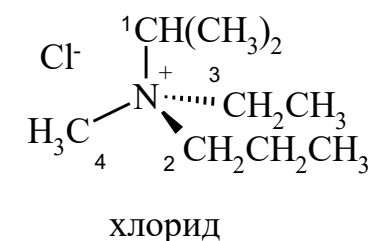
В рамках этой номенклатуры к обычному химическому названию в качестве специальных префиксов прибавляются символы *R* или *S*, строго и однозначно определяющие абсолютную конфигурацию хиральных элементов данной молекулы. Эта номенклатура также дает возможность решения и обратной задачи – построения на основе того или иного конфигурационного символа такой стереопроекции любой хиральной молекулы, которая представляет ее истинную пространственную структуру. Для нахождения конфигурационного символа необходимо:

- 1) определить порядок старшинства четырех заместителей (лигандов) у хирального центра, например, асимметрического атома углерода. При этом пользуются правилами последовательного старшинства заместителей;
- 2) наблюдатель смотрит на молекулу (или ее модель) со стороны, противоположной самому младшему заместителю. Если при этом

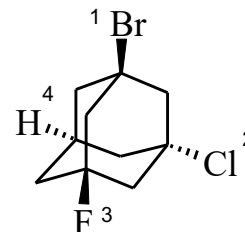
старшинство первых трех лигандов убывает при движении по часовой стрелке, конфигурация хирального центра определяется как *R*. Если старшинство убывает против часовой стрелки, хиральный центр имеет *S*-конфигурацию. Рацемическую смесь обозначают как *R,S*. Ниже приведены примеры.



$1 > 2 > 3 > 4$



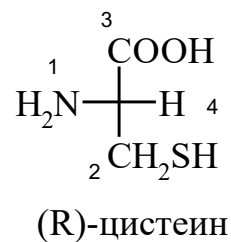
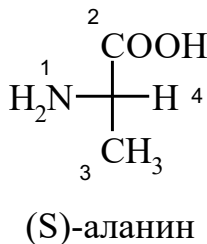
(*S*)-метилэтилпропил-
изопропиламмония



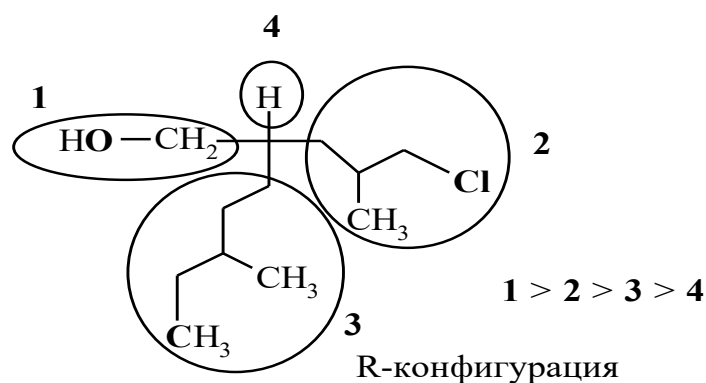
(*R*)-фторхлорбромадамантан

В случае проекционных формул Фишера определение *R,S*-конфигурации производится следующим образом. Если младший заместитель находится на концах вертикальной линии проекции, а старшинство первых трех убывает по часовой стрелке – это *R*-, против часовой стрелки – *S*-конфигурация. Если младший заместитель находится на концах горизонтальной линии, а старшинство первых трех убывает по часовой стрелке – это *S*-, против часовой стрелки – *R*-конфигурация. Например:

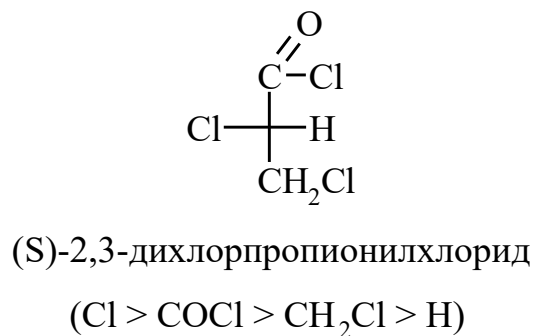
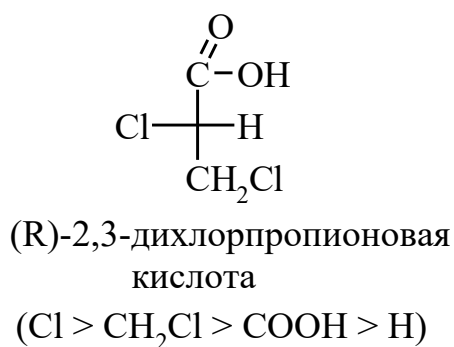
$1 > 2 > 3 > 4$



Ниже приведен пример послойного определения старшинства заместителей относительно одного асимметрического атома углерода в формуле Фишера (жирным шрифтом указаны символы тех атомов, которые определяют старшинство заместителя):



Хотя между D,L- и R,S-стереохимическими номенклатурами и нет логических корреляций, правила старшинства заместителей были задуманы так, чтобы R,S-номенклатура оказалась в возможно более тесной связи с ранней систематикой Фишера. Как результат этого, большинство природных D-изомеров относятся к R-ряду, а L-стереоизомеры имеют S-конфигурацию. Примечательным исключением является L-цистеин, единственный из природных α -аминокислот, имеющий R-конфигурацию из-за предпочтительности в правилах старшинства атома серы перед атомом кислорода. Поскольку система Кана-Ингольда-Прелога не принимает во внимание соображений генетического родства между молекулами, разные производные одного и того же соединения не обязательно будут иметь один и тот же конфигурационный символ, например:



Система R,S-обозначений применима только к соединениям с известной абсолютной конфигурацией.

II. Общие принципы реакционной способности органических соединений

Типы органических реакций

Способность вещества вступать в химическую реакцию и реагировать с большей или меньшей скоростью называется его **реакционной способностью**.

Реакционная способность всегда должна рассматриваться только по отношению к реакционному партнеру. Само вещество при этом называют **субстратом**, а действующее на него соединение (реакционную частицу) – **реагентом**.

Понятие о механизме реакции

Химические реакции представляют собой процессы, сопровождающиеся изменением распределения электронов внешних оболочек атомов реагирующих веществ.

Движущей силой химических реакций является стремление к образованию новых, обладающих меньшей свободной энергией, и, следовательно, более стабильных систем. Направление конкретной реакции определяется распределением электронной плотности в исходных соединениях (**статический фактор**) и относительной устойчивостью возможных промежуточных частиц (**динамический фактор**).

Большинство органических реакций включает несколько последовательных (элементарных) стадий. Детальное описание совокупности этих стадий называется **механизмом**.

Механизм реакции – гипотеза, предлагаемая для объяснения экспериментальных данных.

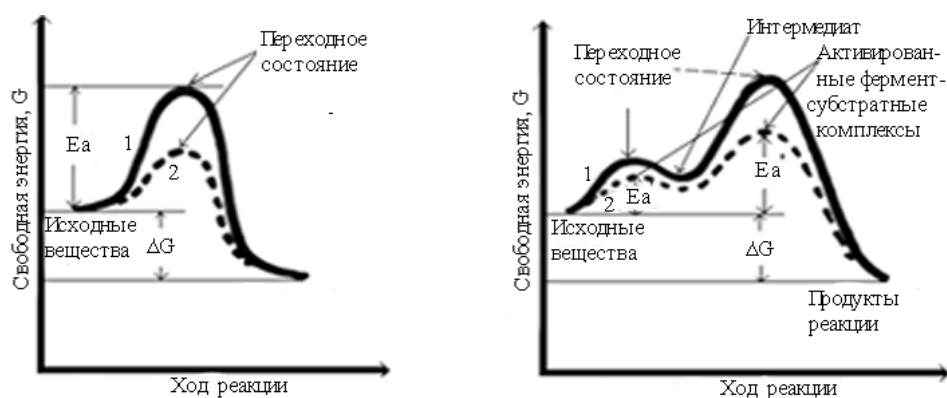
Он может уточняться и даже меняться с появлением новых фактов, с совершенствованием наших знаний.

Механизм реакции должен согласовываться со стереохимией и кинетикой процесса.

Общая скорость сложной химической реакции определяется (*лимитируется*) скоростью её наиболее медленной стадии, а скорость составляющих элементарных реакций – их **энергией активации E_a** .

Последняя необходима для осуществления эффективного столкновения молекул, приводящего к взаимодействию. Её можно определить также как энергию, необходимую для достижения системой **переходного состояния**, иначе называемого активированным комплексом, превращение которого в продукты реакции происходит уже самопроизвольно. Чем меньше величина энергии активации реакции, тем выше её скорость. В случае многоступенчатых процессов некоторые стадии включают образование **интермедиатов** – промежуточных нестабильных частиц. В качестве интермедиатов часто выступают органические ионы или радикалы. Их относительная устойчивость и, следовательно, вероятность образования растёт с увеличением возможности рассредоточения, т.е. *делокализации* заряда или неспаренного электрона в данной частице.

Ниже приводятся *типичные энергетические диаграммы для некатализируемых и катализируемых процессов.*



1 – некатализируемая реакция

2 – катализируемая реакция

Катализатор существенно понижает величину энергии активации и тем самым увеличивает скорость химической реакции. При этом он не влияет на

положение равновесия между исходными и конечными продуктами, т.е. на изменение свободной энергии процесса ΔG . Для реакций, происходящих в организме (*in vivo*), особенно важен **ферментативный катализ**, который осуществляется при помощи **ферментов** (энзимов) – высокоспецифичных катализаторов белковой природы.

При рассмотрении биохимических процессов реагентами считают ферменты, а вещества, подвергающиеся их действию – субстратами.

Знание теоретических основ реакций закладывает фундамент для обобщения разрозненных опытных данных, помогает увидеть сходство и отличие между разнообразными химическими, а также биохимическими реакциями, наконец, помогает управлять ходом того или иного процесса.

1. Классификация органических реакций и реагентов

Органические реакции классифицируются несколькими способами.

I. В соответствии с конечным результатом органические реакции делят на несколько основных типов:

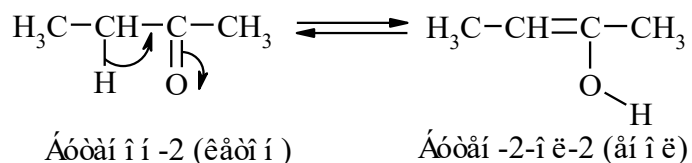
1. **Реакции замещения** (символ **S** от «substitution» – замещение). Для насыщенных углеводородов характерны реакции **радикального замещения** – символ **S_R**, для ароматических соединений – реакции **электрофильного замещения** – символ **S_E**, для спиртов и галогенопроизводных – реакции **нуклеофильного замещения** – символ **S_N**.

2. **Реакции присоединения** (символ **A** от «addition» – прибавление). Для ненасыщенных углеводородов характерны реакции **электрофильного присоединения** – символ **A_E**, для альдегидов и кетонов – реакции **нуклеофильного присоединения** – символ **A_N**.

3. **Реакции элиминирования или отщепления** (символ **E** от «elimination» – отщепление) – обратные реакциям присоединения.

4. **Реакции перегруппировки**. В ходе перегруппировок происходит переход (миграция) отдельных атомов или групп от одного участка молекулы к другому. Например, обратимая миграция протона между кислородом и

углеродом (**кет-енольная таутомерия**), сопровождающаяся перестройкой связей:



5. **Реакции окисления** (отдача электронов, изменение степени окисления реакционного атома углерода).

6. **Реакции восстановления** (прием электронов, изменение степени окисления).

II. *По механизму реакции.*

Типы механизмов определяются тем, каким образом разрывается связь между атомами в субстрате и реагенте при проведении реакции.

1. **Радикальные реакции** (символ **R**).

Радикальные реагенты (радикалы) – свободные атомы или частицы с неспаренным электроном (парамагнитные частицы). Радикальные реагенты образуются в результате *гомолитического разрыва* ковалентной связи (гомолиз), при котором каждый из обоих ранее связанных атомов оставляет у себя по одному электрону. **Гомолизу** подвергаются неполярные или малополярные ковалентные связи типа С-С или С-Н, образованные общей парой электронов, реакции носят *цепной характер*.

Такой разрыв происходит при **облучении** (ультрафиолетовом, радиационном), **высокой температуре**, а также **проведении реакции в газовой фазе**. Примеры радикальных реагентов:

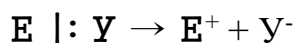
$\text{Cl}\cdot$; $\text{HO}\cdot$; $\text{CH}_3\cdot$.

2. **Ионные или гетеролитические реакции** (электрофильные, нуклеофильные).

В ионных реакциях происходит **гетеролитический разрыв** ковалентной связи (**гетеролиз**). Гетеролизу подвергаются ковалентные связи сильно поляризованные.

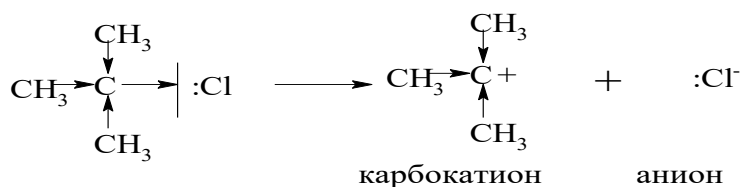


При этом связующая электронная пара отходит к более электроотрицательному атому, в результате образуются катионы и анионы.

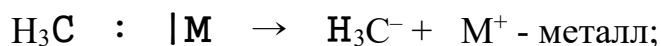


В качестве промежуточных частиц в ионных реакциях часто участвуют **карбокатионы** и **карбанионы**.

Карбокатион – частица органической молекулы с положительным зарядом на атоме углерода:



Карбанион – частица органической молекулы с отрицательным зарядом на атоме углерода:



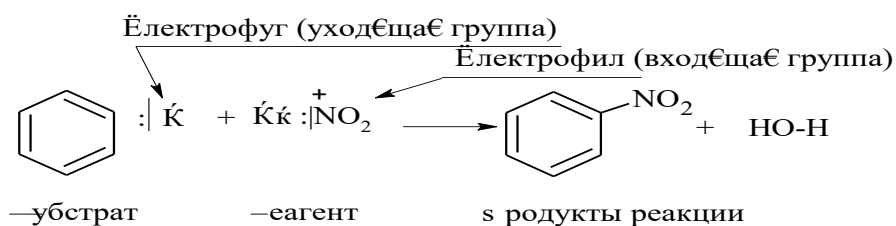
карбанион катион

Способ разрыва связи определяет *тип реагента*, с которым будет реагировать субстрат. Большинство реагентов, участвующих в ионных (гетеролитических) реакциях, делятся на две категории:

1. Электрофильные реагенты (**электрофилы**), символ E^+ ;
2. Нуклеофильные реагенты (**нуклеофилы**), символ N^- , или Nu^- .

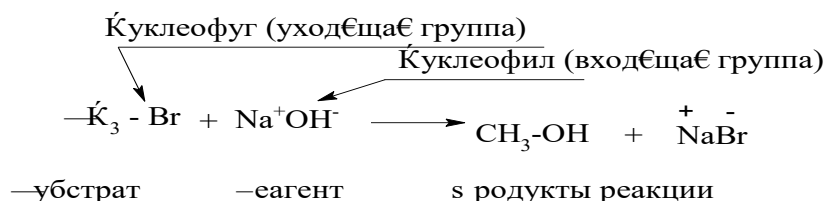
Электрофильные реагенты (электрофилы) – частицы с неполностью заполненным валентным электронным уровнем. Эти частицы, имея недостаток электронной плотности, образуют новую ковалентную связь за счет электронной пары субстрата. В предельном случае такие частицы могут нести полный положительный заряд – протон H^+ , катион Br^+ , катион нитроила NO_2^+ , карбокатионы R_3C^+ или быть электронейтральными, например, триоксид серы SO_3 .

Электрофильная реакция замещения (S_E):



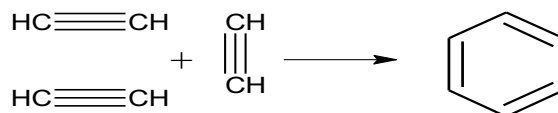
Нуклеофильные реагенты (нуклеофилы) – частицы, имеющие электронную пару на внешнем электронном уровне. За счет этой пары такие реагенты могут образовывать новую ковалентную связь. Они могут быть отрицательно заряженными – гидрид-ион H^- , хлорид-ион Cl^- , гидропероксид-ион HO_2^- , алкоксид-ион RO^- , или электронейтральными. В таком случае их нуклеофильность обусловлена наличием p или π -электронов – H_2O , NH_3 ; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, C_6H_6 .

Нуклеофильная реакция замещения (S_N):



3. Синхронные, согласованные или перциклические реакции

Отличаются от указанных выше типов реакций тем, что разрыв старых связей и образование новых происходит здесь одновременно без участия радикальных или заряженных (ионных) частиц, т.е. **синхронно**. В качестве примера можно привести синтез бензола из ацетилена:



Такого типа реакции протекают при облучении или нагревании. Для них теряет смысл понятие реагента и субстрата.

2. Кислотность и основность органических соединений

Со строением и реакционной способностью тесно связаны кислотные и основные свойства органических соединений. Однако для них неприменима

хорошо известная в неорганической химии теория электролитической диссоциации. Для оценки кислотности и основности органических соединений наибольшее значение имеют две теории – теория Бренстеда (протолитическая) и теория Льюиса (электронная).

Кислотность и основность по Бренстеду.

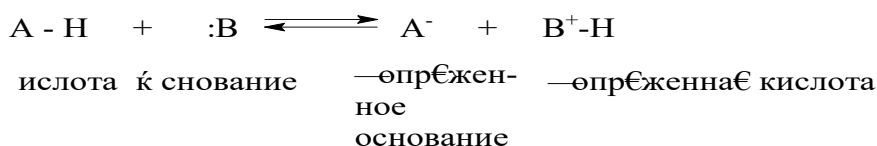
По теории Бренстеда кислотность и основность соединений связывается с переносом протона H^+ .

Кислоты Бренстеда (протонные кислоты) – это нейтральные молекулы или ионы, способные отдавать протон (доноры протонов).

Основания Бренстеда – нейтральные молекулы или ионы, способные присоединять протон (акцепторы протонов).

Кислотность и основность являются не абсолютными, а относительными свойствами соединений: кислотные свойства обнаруживаются лишь в присутствии оснований, основные свойства – только в присутствии кислот.

Реакцию между кислотой и основанием в общем виде можно представить следующим образом:

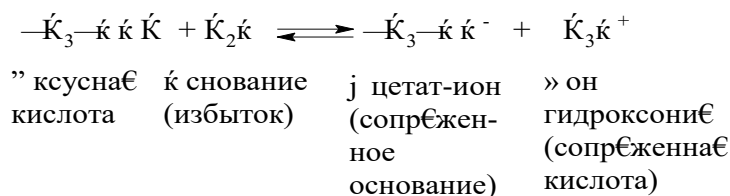


Кислота $A-H$ и сопряженное основание A^- , а также основание $:B$ и сопряженная кислота B^+-H , связанные процессами присоединения и отщепления протона, образуют **кисотно-основные пары**. Кислота и основание в кислотно-основной паре взаимосвязаны: чем сильнее (слабее) кислота, тем слабее (сильнее) сопряженное основание. Например, хлороводородная кислота HCl сильнее, чем циановодородная кислота HCN , и поэтому цианид-ион CN^- будет более сильным основанием, чем хлорид-ион.

Кислоты Бренстеда

Кислотность обычно определяется по отношению к воде как к основанию. Количественно она оценивается константой равновесия (K) реакции,

закрывающейся в переносе протона от кислоты к основанию (протолитическая реакция):



Константа кислотности K_a определяется по следующему уравнению:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{K}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Чем больше величина K_a , тем сильнее кислота. В зависимости от природы элемента, с которым связан протон, т.е. в зависимости от строения кислотного центра, бренстедовские кислоты делятся на четыре основных типа:

O – H -кислоты: карбоновые кислоты, фенолы, спирты;

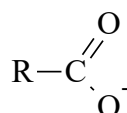
S – H -кислоты: тиолы;

N – H -кислоты: амиды, амины, имиды;

C – H -кислоты: углеводороды и их производные.

За исключением карбоновых кислот большинство органических соединений имеют довольно слабые кислотные свойства ($pK_a > 15$, $pK_a = -\lg K_a$), которые обычно нельзя обнаружить с помощью индикаторов.

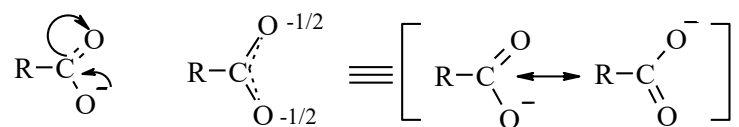
Сравнительный анализ силы кислот проводят путем сопоставления стабильности (устойчивости) соответствующих сопряженных оснований (анионов). Чем стабильнее анион, тем сильнее сопряженная кислота. Стабильность аниона определяется степенью делокализации отрицательного заряда. Наиболее стабильным из органических анионов является анион карбоновой кислоты, *карбоксилат-ион*:



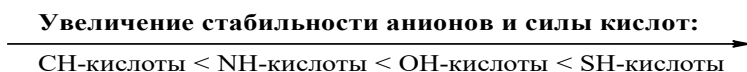
Данный ион – классический пример частицы, имеющей мезомерное строение.

Мезомерия (сопряжение) – выравнивание связей и зарядов в молекуле, приводящее к ее стабилизации. В карбоксилат-ионе отрицательный заряд за счет **p**, **π**-сопряжения поровну распределен между атомами кислорода и обе

углерод-углеродные связи имеют одинаковую длину. Ниже приведены различные способы изображения делокализации электронной плотности в карбоксилат-ионе:



Для кислот Бренстеда, содержащих одинаковые алифатические или одинаковые ароматические радикалы, стабильность их анионов, а, следовательно, и кислотность, зависит от электроотрицательности и поляризуемости атомов в кислотном центре.



При одинаковой природе атома в кислотном центре большое влияние на кислотность оказывает строение связанного с ним радикала. В алифатических кислотах и спиртах при переходе от первого к последующим гомологам увеличение длины углеводородного радикала и его разветвленности приводит к уменьшению кислотности.

Заместители, введенные в алифатические и ароматические радикалы, оказывают влияние на кислотность соединений.

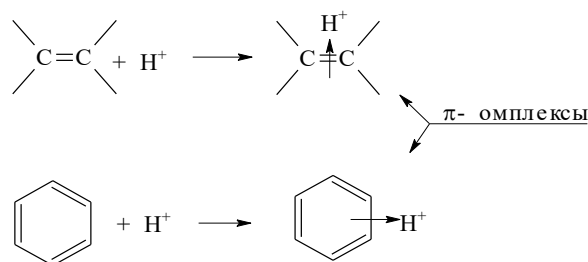
Электроноакцепторные заместители (ЭА) способствуют делокализации отрицательного заряда, стабилизируют анионы и тем самым увеличивают кислотность; электронодонорные заместители (ЭД), наоборот, понижают её.

Основания Бренстеда

Основания Бренстеда для образования ковалентной связи с протоном должны содержать или электроны π -связи, или свободную электронную пару, в качестве которой чаще всего используются р-электроны гетероатомов кислорода, азота, серы, галогенов и других элементов. Основания Бренстеда делятся на две группы: π -основания и р-основания (ониевые)

В π -основаниях, к которым относятся алкены, алкадиены, арены, центром основности, т.е. местом присоединения протона, являются электроны π -связи,

благодаря которым образуются *короткоживущие частицы*, называемые π -комплексам:



Для π -комплексов характерно отсутствие преимущественной связи между протоном и одним из атомов углерода кратной связи.

Ониевые основания (p-основания) классифицируются в зависимости от *природы гетероатома*, к неподеленной паре электронов которого присоединяется протон, т.е. в зависимости от центра основности.

Чем больше электроотрицательность атома, тем прочнее удерживается его неподеленная пара электронов и тем меньше основность соединения. Так оксониевые основания слабее аммониевых. На основность оказывает влияние поляризуемость гетероатомов (сульфониевые основания слабее оксониевых). Влияние заместителей на основность определяется главным образом их электронными эффектами и взаимодействием с растворителем: электронодонорные заместители увеличивают основность, электроноакцепторные – уменьшают.

Некоторые органические соединения обладают одновременно и кислотными и основными свойствами, т.е. являются **амфотерными**. Это обуславливает их межмолекулярную ассоциацию за счет водородных связей (спирты, карбоновые кислоты). Амфотерные соединения могут существовать в виде внутренних солей, как, например, α -аминокислоты.

Кислоты и основания Льюиса

Дж. Льюисом была предложена более общая теория кислот и оснований, опирающаяся на строение внешних электронных оболочек атомов. По теории Льюиса кислотные и основные свойства соединений определяются их

способностью принимать или отдавать электронную пару с образованием связи.

Кислота Льюиса – это акцептор электронной пары, в гетеролитических реакциях участвует как **электрофильный реагент**, например, галогениды (BF_3 , AlCl_3 , FeCl_3 и др.), катионы металлов, протон.

Основание Льюиса – это донор электронной пары, в гетеролитических реакциях участвует как **нуклеофильный реагент**, например, амины, спирты, простые эфиры и др.

Достоинством теории Льюиса является применимость к широкому кругу органических реакций.

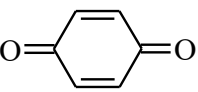
Жесткие и мягкие кислоты и основания Льюиса

Экспериментальное развитие теории Льюиса привело к созданию принципа жестких и мягких кислот и оснований (Пирсон Р.).

По теории жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО) кислоты и основания Льюиса делятся на жесткие и мягкие (см. табл. 6)

Таблица 6

Жесткие и мягкие кислоты и основания

Основания		Кислоты	
жесткие	мягкие	жесткие	мягкие
H_2O , HO^- , ROH , RO^- , NH_3 , NH_2^- , RNH_2 , RNH^- , ROR , RCOO^- , Cl^- , F^-	RSR , RSH , RS^- , H^- , I^- , $\text{R}_2\text{C}=\text{CR}_2$ 	H^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , AlCl_3 , $\text{RC}^+=\text{O}$	Ag^+ , Cu^+ , Hg^{2+} , I^+ , Br^+ , 
Промежуточные			
Br^- , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, 		Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , R_3C^+ , C_6H_5^+	

Жесткие основания – это донорные частицы, обладающие высокой электроотрицательностью, низкой поляризуемостью, трудно окисляющиеся. Термин "жесткое основание" подчеркивает, что соединение прочно удерживает свои электроны. Донорными атомами в жестких основаниях могут быть кислород, азот, фтор, хлор.

Мягкие основания – это донорные частицы с низкой электроотрицательностью, высокой поляризуемостью, довольно легко окисляющиеся. Они слабо удерживают свои валентные электроны. В качестве доноров электронов выступают атомы углерода, серы, йода.

Жесткие кислоты – это кислоты Льюиса, в которых акцепторные атомы малы по размеру, и, следовательно, обладают высоким положительным зарядом, большой электроотрицательностью и низкой поляризуемостью. Низшая свободная молекулярная орбиталь жестких кислот, на которую переходят электроны донора, имеет низкую энергию.

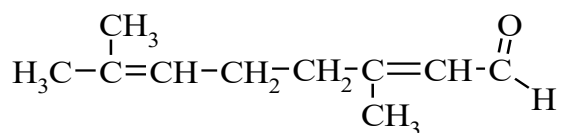
Мягкие кислоты – это кислоты Льюиса, которые содержат акцепторные атомы большого размера, с малым положительным зарядом, с небольшой электроотрицательностью и высокой поляризуемостью. Низшая свободная молекулярная орбиталь этих соединений имеет высокую энергию.

Суть принципа ЖМКО состоит в том, что жесткие кислоты преимущественно реагируют с жесткими основаниями, а мягкие кислоты – с мягкими основаниями. Это выражается в большей скорости реакции и в образовании более устойчивых соединений, так как взаимодействие между орбиталями с близкими энергиями эффективнее, чем между орбиталями, имеющими разную энергию. Знание этого принципа полезно в качестве общетеоретической основы различных взаимодействий органических соединений.

Задания для самостоятельной работы студентов

I. Основы строения органических соединений

1. В состав жиров входит спирт глицерин (пропантриол-1,2,3). Напишите его структурную формулу.
2. Цитраль, использующийся в глазной и стоматологической практике, имеет строение:

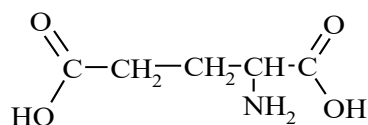


Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК.

3. В плодах рябины содержится значительное количество яблочной кислоты, которая является 2-гидроксипентандиовой кислотой. Напишите её структурную формулу.

4. Трихлорэтилен – средство для ингаляционного наркоза – называется 1,1,2-трихлорэтен. Напишите его структурную формулу. К какому классу соединений он относится?

7. Глутаминовая кислота, входящая в состав белков, имеет строение:

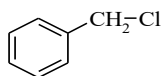
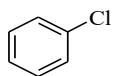


Назовите это соединение по ИЮПАК.

8. Метанол, вызывающий тяжелые отравления, имеет строение CH_3OH . К какому классу соединений относится?

9. Дайте определение следующих понятий: сопряжение, энергия сопряжения (делокализации), индуктивный и мезомерный эффекты, электронодонорные (ЭД) и электроноакцепторные (ЭА) заместители.

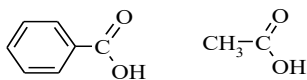
10. Укажите вид и знак электронных эффектов атома хлора в хлорбензоле и хлористом бензиле:



11. Каким заместителем (ЭД или ЭА) является гидроксигруппа в молекулах фенола и этилового спирта?

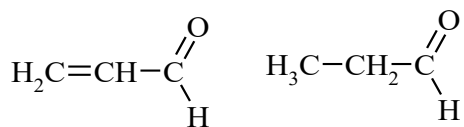
12. Укажите вид и знак электронных эффектов карбоксильной группы в акриловой $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ и пропионовой $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ кислотах. Обозначьте эффекты графически.

13. Укажите вид и знак электронных эффектов карбоксильной группы в бензойной и уксусной кислотах:



Обозначьте эффект графически.

14. Укажите вид и знак электронных эффектов альдегидной группы в акролеине и в пропионовом альдегиде:



Обозначьте эффекты графически.

15. Какой вид сопряжения (π, π или p, π) осуществляется в молекулах изопрена, бутадиена-1,3, анилина?

16. Выскажите суждение о перераспределении электронной плотности в диеновом фрагменте молекулы сорбиновой кислоты



в сравнении с бутадиеном-1,3.

17. Дайте определение следующих понятий: строение органических соединений, изомерия, конфигурация, конформация.

18. Напишите изомеры бутана и бутена, дайте им названия по номенклатуре ИЮПАК и объясните, почему бутен имеет больше изомеров?

19. Изобразите пространственную конфигурацию метана, назовите его форму. Чему равны валентные углы?

20. Изобразите пространственную конфигурацию этилена и объясните особенности его строения.

21. Изобразите в проекции Ньюмена заторможенную и заслоненную конформации этана; хлорэтана; этанола; коламина (2-аминоэтанола-1).

22. Какая из конформаций циклогексана будет наиболее выгодной?

Изобразите её и поясните.

23. В чем особенность конформаций органических соединений, имеющих длинные цепи? Назовите наиболее характерные для них виды конформаций.

24. Дайте понятие реакций радикального замещения (S_R) на примере галогенирования метана. Каков механизм цепных процессов?
25. Напишите реакции хлорирования и бромирования этана, пропана, бутана, изобутана. Опишите механизм этих реакций.
26. Поясните значение реакции нитрования изогексана (реакции Коновалова).
27. Напишите реакцию окисления октадекана и объясните ее народнохозяйственное значение.
28. Объясните механизм реакций электрофильного присоединения (A_E) на примере бромирования этилена. Покажите её пространственную направленность.
29. Напишите реакции гидрогалогенирования этена, пропена, бутена-1; 2-метилпропена. Сравните реакционную способность пропена и 2-метилпропена с этеном в реакциях электрофильного присоединения (A_E). Объясните правило Марковникова. Возможно ли отступление от этого правила?
30. Напишите реакцию окисления пропена перманганатом калия в щелочной среде (реакция Вагнера) и объясните, почему она используется как качественная реакция на кратную связь?
31. Напишите реакцию взаимодействия этина с водой (реакция Кучерова), назовите продукт реакции и проведите его дальнейшее окисление и гидрирование. Объясните народнохозяйственное значение этих превращений.
32. Напишите реакции гидрирования и галогенирования бутадиена-1,3 и объясните их особенности, связанные с электронным строением.
33. С помощью каких реакций можно определить наличие кратной связи в органическом соединении?
34. Реакции электрофильного замещения (S_E) ароматических углеводородов. Поясните общий принцип реакций S_E .
35. Напишите реакцию нитрования толуола (метилбензола). По какому механизму она протекает? Покажите ориентирующее действие метильной группы.

36. Напишите реакцию сульфирования аминбензола (анилина). По какому механизму она протекает? Покажите ориентирующее действие аминогруппы.
37. Напишите реакцию бромирования метилбензола (толуола). Опишите механизм и покажите ориентирующее действие метильной группы. Что легче бромруется толуол или бензол и почему?
38. Напишите реакцию нитрования нафталина. По какому механизму она протекает?
39. Проведите мягкое и энергичное окисление нафталина. В состав каких биологически важных веществ входит 1,4-нафтохинон?
40. Приведите строение нафталина и объясните, почему нафталин является ароматическим соединением.
41. Объясните общий механизм реакций нуклеофильного замещения S_N у sp^3 -гибридизованного атома углерода; покажите особенности S_N1 и S_N2 реакций.
42. Расположите следующие соединения в порядке уменьшения кислотности: этиловый спирт, этилмеркаптан, фенол. Обоснуйте ваше решение, исходя из стабильности соответствующих анионов.
43. Какие соединения получаются при окислении первичного и вторичного пропиловых спиртов? Напишите схемы реакций.
44. Покажите образование межмолекулярной водородной связи на примере этилового спирта. Как это явление отражается на температуре кипения спирта?
45. Расположите в ряд по уменьшению кислотности следующие спирты: метиловый, трет-бутиловый, изопропиловый. Обоснуйте ваше решение, основываясь на стабильности соответствующих алкоксид-ионов.
46. Расположите в ряд по уменьшению кислотности следующие соединения: пропиловый спирт, этиленгликоль, глицерин. Обоснуйте ваше решение, основываясь на стабильности соответствующих анионов.
47. Приведите качественную реакцию на многоатомные спирты.
48. Какие соединения называются хелатными? Приведите формулу глицерата меди.

49. Каким способом можно различить пирокатехин, резорцин, гидрохинон? Какое соединение получается при окислении гидрохинона?
50. В чем заключается роль кислотного катализа в реакциях нуклеофильного замещения и элиминирования в ряду спиртов? Почему могут конкурировать реакции S_N и E?
51. Как определить доброкачественность диэтилового эфира?
52. Каков общий принцип реакций нуклеофильного присоединения (A_N) альдегидов и кетонов?
53. Напишите реакцию взаимодействия диметилкетона (ацетона) с синильной кислотой HCN в щелочной среде. Опишите механизм.
54. Напишите реакцию последовательного получения полуацетала и диэтилацетала уксусного альдегида. Объясните роль катализатора.
55. Напишите реакцию получения гексаметилентетрамина (уротропина). Какое медицинское значение имеет уротропин и кем он впервые был получен?
56. Напишите реакцию альдольного присоединения шести молекул формальдегида на примере получения аккрозы. Какое значение она имеет для понимания эволюции органического мира?
57. Напишите реакцию диспропорционирования (реакция Канницзаро) бензойного альдегида. Опишите механизм. Какая особенность в строении предопределяет участие бензальдегида в этой реакции?
58. Напишите реакцию окисления формальдегида оксидом серебра в водном растворе аммиака. Какое значение и распространенное название имеет данная реакция?
59. Напишите реакцию окисления уксусного альдегида гидроксидом меди (реакцию Троммера). Укажите, какие изменения в окраске происходят в процессе реакции и какой недостаток она имеет?
60. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие кислоты: CH_3COOH , $CH_2Cl-COOH$, $HOOC-COOH$. Результат поясните.
61. Напишите схему диссоциации уксусной кислоты. Приведите электронное строение карбоксилат-аниона. Чем объяснить его стабильность?

62. Напишите реакции декарбоксилирования малоновой и янтарной кислот. Назовите полученные продукты.
63. Опишите механизм реакции этерификации, используя в качестве исходных продуктов этиловый спирт и масляную кислоты. Каким образом можно увеличить процент выхода конечного продукта?
64. Напишите реакцию, происходящую при нагревании янтарной кислоты. Назовите продукт реакции.
65. Напишите реакцию получения неполного и полного амида малоновой кислоты.
66. Напишите *цис*- и *транс*-изомеры бутендиовой кислоты. Как доказать, что один из этих изомеров – малеиновая кислота, является *цис*-изомером?

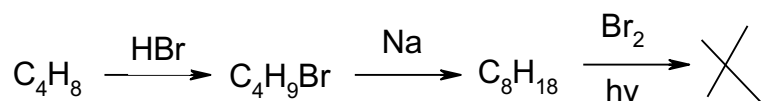
Алканы и алкены

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:
- 1) из бутана 2-бутен;
 - 2) из пропена 2-гексен;
 - 3) из 1-бутена 2-бутен;
 - 4) из пропана тетраметилэтилен;
 - 5) из пропана пропилен;
 - 6) из ацетона 2-бромпропан;
 - 7) из 1-бромпропана 2-пентен (используя реакцию Виттига);
 - 8) из ацетата натрия 2-бромбутан;
 - 9) из бутена этан;
 - 10) из этилена 2-бутен;
 - 11) из 2-метилпропана 2,2,3,3-тетраметилбутан;
 - 12) из этилиодида пропаналь;
 - 13) из метана этан;
 - 14) из 1-пропанола 2,3-диметил-2-бутен;
 - 15) из пропена 1-хлорпропан;

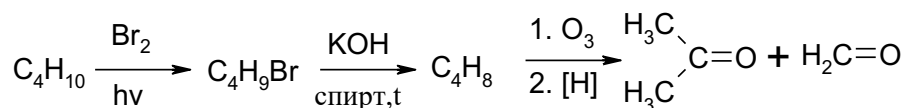
- 16) из изобутилена 2,4-диметил-2-гексен;
 17) из 1-бромбутана 2-пропионовую кислоту;
 18) из пропана 2,3-диметил-2-бутен;
 19) из этана бутан;
 20) из пропена 2-гексен

2. Определите строение соединения:

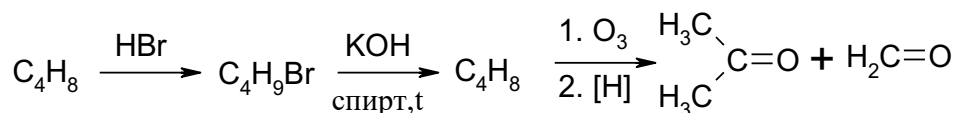
1) состава C_4H_8 , которое:



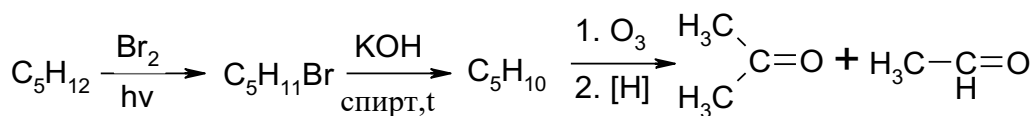
2) состава C_4H_8 , которое:



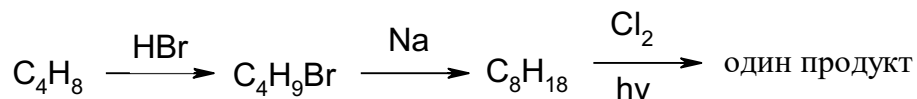
3) состава C_4H_8 , которое:



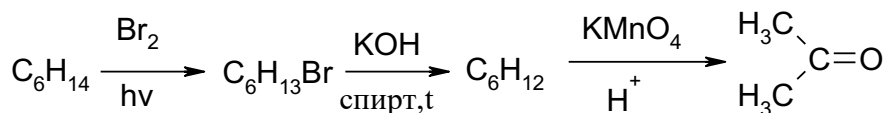
4) состава C_5H_{12} , которое:



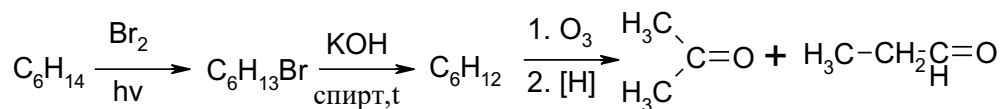
5) состава C_4H_8 , которое:



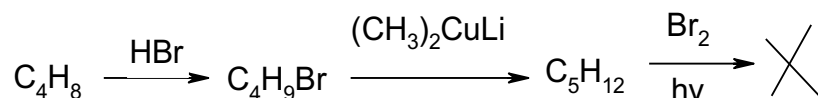
6) состава C_6H_{14} , которое:



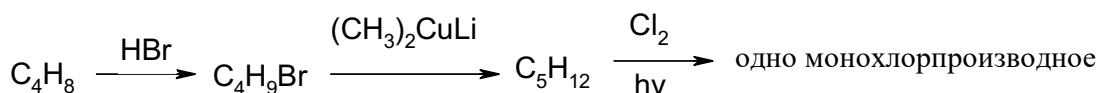
7) состава C_6H_{14} , которое:



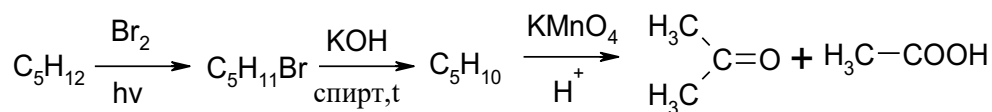
8) состава C_4H_8 , которое:



9) состава C_4H_8 , которое:



10) состава C_5H_{12} , которое:



Алкины, диены

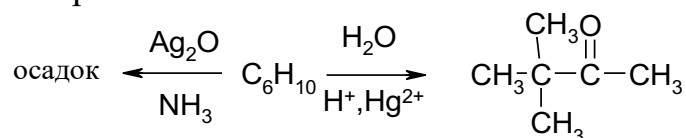
1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из неорганических реагентов $CH_2=CHCN$;
- 2) из 2-метилбутана 2-метил-1,3-бутадиен;
- 3) из 1-бутена 1,3-бутадиен;
- 4) из неорганических реагентов метилэтилкетон;
- 5) из ацетилена 1,3-бутадиен;
- 6) из пропана и формальдегида 1,3-бутадиен;
- 7) из этилена ацетилен;
- 8) из ацетилена нитрилциклогексен-2-карбоновой кислоты;

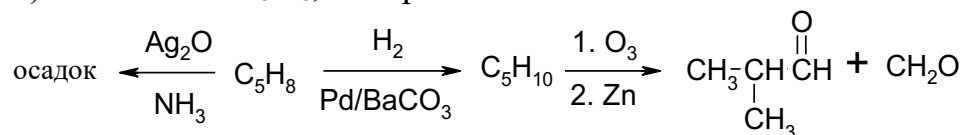
- 9) из 2-бутена 2-бутин;
- 10) из неорганических реагентов хлоропрен;
- 11) из пропена аллен;
- 12) из 2-бутена метилэтилкетон;
- 13) из неорганических реагентов 1,3-бутадиин;
- 14) из 1,3 бутадиена метилэтилкетон;
- 15) из пропина 1-бромпропан;
- 16) из неорганических реагентов 1,4-дибромбутан;
- 17) из неорганических реагентов винилацетилен;
- 18) из пропена пропин

2. Определите строение соединения:

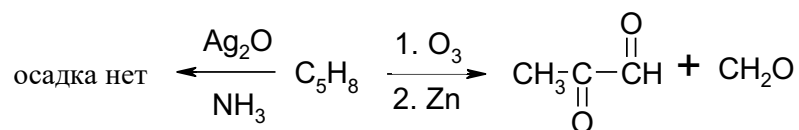
1) состава C_6H_{10} , которое:



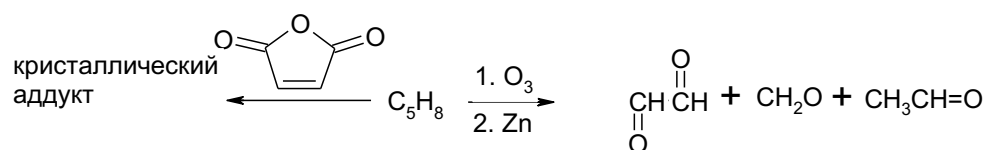
2) состава C_5H_8 , которое:



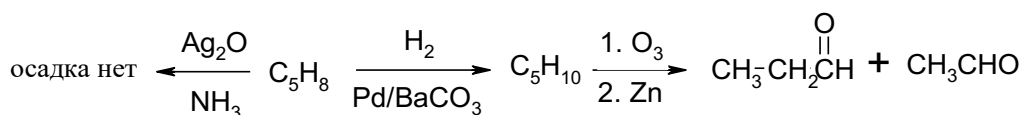
3) состава C_5H_8 , которое:



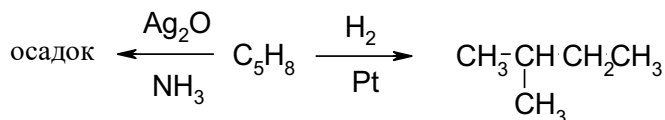
4) состава C_5H_8 , которое:



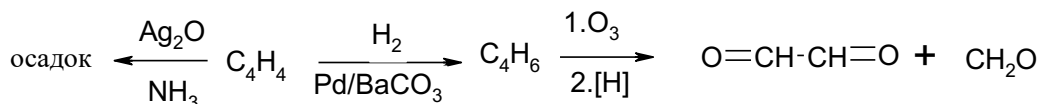
5) состава C_5H_8 , которое:



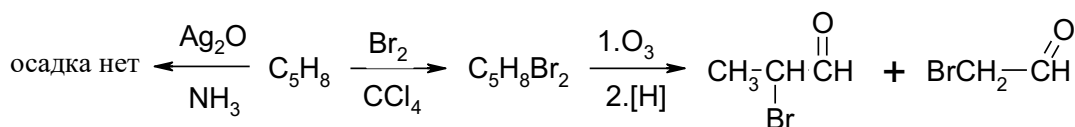
6) состава C_5H_8 , которое:



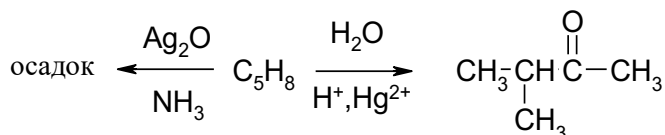
7) состава C_4H_4 , которое:



8) состава C_5H_8 , которое:



9) состава C_5H_8 , которое:



Циклоалканы и арены

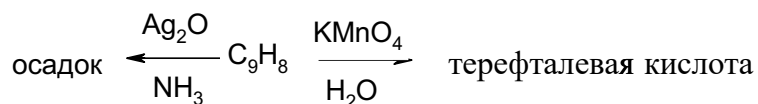
1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из бензола м-нитрохлорбензол;
- 2) из пропилена циклопропан;
- 3) из циклогексена циклопентанон;
- 4) из бензола о-нитрохлорбензол без примеси п-изомера;
- 5) из толуола м-нитробензойную кислоту;
- 6) из бромциклогексана циклопентан;
- 7) из толуол о-хлортолуол без примеси п-изомера;
- 8) из циклогексена бромциклопентан;
- 9) из метилциклопропана 2-бутен;
- 10) из бензола 4-хлор-3-нитроэтилбензола;

- 11) из бензола 2-хлор-5-нитробензолсульфокислоты;
- 12) из бензола 2-бром-4-нитробензойной кислоты;
- 13) из бензола 3-бром-5-нитробензолсульфокислоты;
- 14) из бензола 4-хлор-2-нитробензойной кислоты;
- 15) из бензола 2-бром-5-нитробензолсульфокислоты;
- 16) из бензола 3-нитро-5-сульфобензойной кислоты;
- 17) из циклогексена циклопентан;
- 18) из толуола 2-хлорбензойную кислоту без примеси п-изомера

2. Определите строение соединения:

1) состава C_9H_8 которое:



2) состава $C_{10}H_{10}$ которое:

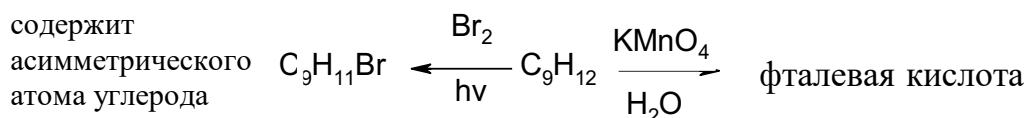
- а) реагирует с водой в присутствие сульфата ртути, но не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра;
- б) при окислении образует терефталевую кислоту.

3) состава C_9H_8 , которое:

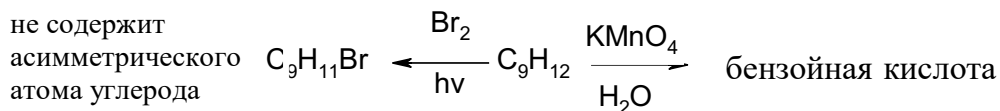
не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении образует дикарбоновую кислоту с несогласованной ориентацией заместителей
мононитрование которой приводит к одному изомеру.

4) состава C_8H_{10} , при окислении которого образуется дикарбоновая кислота с согласованной ориентацией заместителей.

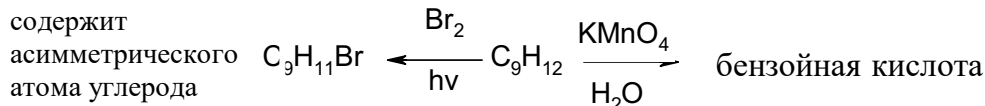
5) состава C_9H_{12} , которое:



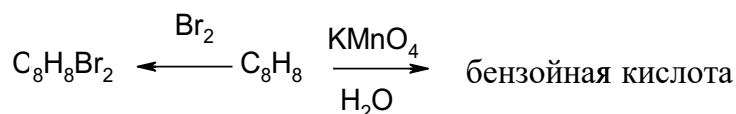
6) состава C_9H_{12} , которое:



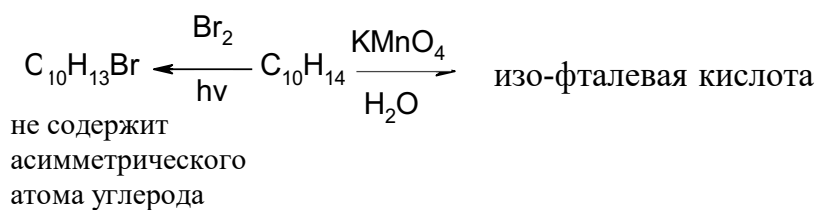
7) состава C_9H_{12} , которое:



8) состава C_8H_8 , которое:



9) состава $C_{10}H_{14}$, которое:



Галогенопроизводные и металлоорганические соединения

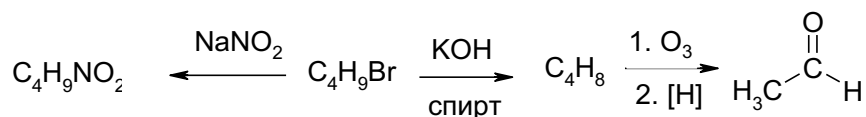
1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из бромбензола п-нитрофенол;
- 2) из бензола и окиси этилена β-бромэтилбензол;
- 3) из хлорбензола п-нитроанилин;
- 4) из пропилена и этилформиата 4-хлоргептан;
- 5) из (S)-2-иодбутана (S)-2-нитробутан;
- 6) из хлорбензола о-нитрофенол (без примеси п-изомера);
- 7) из метил иодида и аллилхлорида 1-бутен;
- 8) из бромбензола и этилформиата дифенилуксусную кислоту;
- 9) из (S)-2-иодбутана нитрил (S)-2-метилбутовой кислоты;
- 10) из 1-бромбутана дибутилкетон;

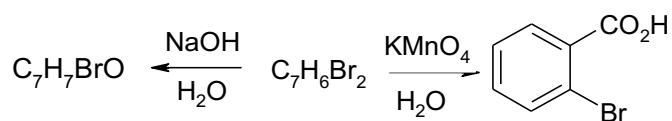
- 11) из пропилена масляную (бутановую) кислоту;
- 12) из хлорбензола 4-нитро-2-хлоранилин;
- 13) из бензола фенол;
- 14) из иодистого этила и этиленоксида пентановую кислоту;
- 15) из 1-бутанола нитрил пентановой кислоты;
- 16) из бромбензола 4-нитро-2-бромфенол;
- 17) из этилового спирта нитрил пропионовой кислоты;
- 18) из этанола бутанол

2. Определите строение соединения:

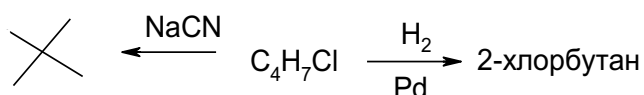
1) состава C_4H_9Br которое:



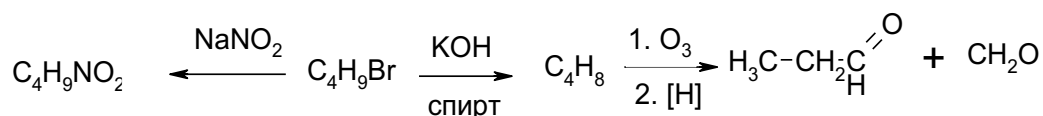
2) состава $C_7H_6Br_2$ которое:



3) состава C_4H_7Cl которое:

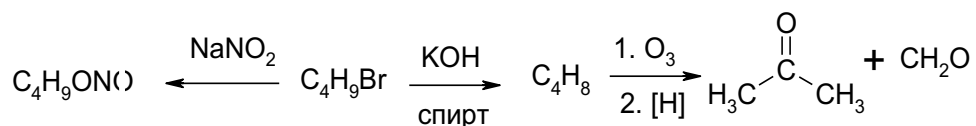


4) состава C_4H_9 которое:



5) состава C_8H_8ClBr , которое обладает оптической активностью, при взаимодействии с водой превращается в C_8H_9BrO . При окислении исходного соединения образуется $C_7H_5BrO_2$, последнее при бромировании образует один изомер.

- 6) состава $C_8H_8ClNO_2$, которое при взаимодействии с водой превращается в $C_8H_9NO_3$, при окислении последнего образуется соединения состава $C_7H_5NO_4$ с несогласованной ориентацией заместителей.
- 7) состава C_7H_7Br , которое при нагревании со щелочью под давлением образует два изомера C_7H_8O , а при окислении исходного образуется $C_7H_7BrO_2$ с согласованной ориентацией заместителей.
- 8) состава $C_8H_8ClNO_2$, которое не реагирует с водой, но реагирует с водным раствором щелочи, образуя $C_8H_9NO_3$. При окислении исходного образуется $C_7H_5NO_4$ с согласованной ориентацией заместителей.
- 9) состава C_4H_9Br которое:



Медико-биологическое значение и применение отдельных представителей различных классов органических соединений

Метан – образуется из клетчатки под действием микроорганизмов и содержится в газах кишечника. В большом количестве (до 98%) содержится в

природном газе и широко используется в качестве топлива и химического сырья.

Вазелин – смесь жидких и твердых предельных углеводородов с числом атомов углерода от 12 до 25; применяется в качестве основы для различных мазей.

Парафин твердый – смесь твердых предельных углеводородов; применяется для лечения теплом при невралгиях и других заболеваниях ("парафиновые ванны").

Этилен и пропилен – сырье для получения полиэтилена и полипропилена.

Изопрен – мономер естественного каучука (природный полимер). Изопреновое звено – один из наиболее распространенных в природе структурных фрагментов (каротины, витамин А, ретиналь и др.).

Ацетилен – обладает сильным наркотическим действием, но для наркоза не применяется, так как с воздухом образует взрывчатую смесь. Используется в промышленности для синтеза уксусного альдегида, каучуков, искусственного волокна.

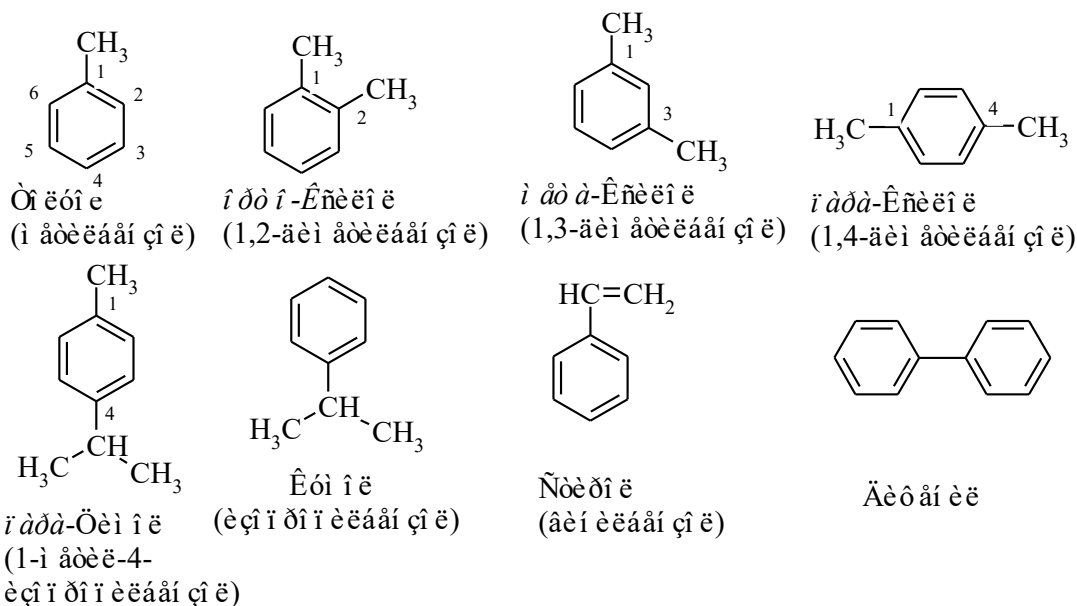
Бензол и его гомологи (толуол и ксилолы) – исходные вещества в синтезе лекарственных средств, взрывчатых веществ, волокон, красителей и т.д.

Кумол используется для получения фенола и капронового волокна.

Цимол по строению близок к терпенам, содержится в эфирных маслах некоторых растений.

Стирол – исходное вещество для производства ценных полимеров (ионообменных смол медицинского назначения).

Циклопентанпергидрофенантрен (стеран, гонан) – лежит в основе строения многих биологически активных веществ: витаминов "Д", желчных кислот, холестерина, гормонов коркового вещества надпочечников, половых гормонов, входит в состав лекарственных препаратов – сердечных гликозидов.

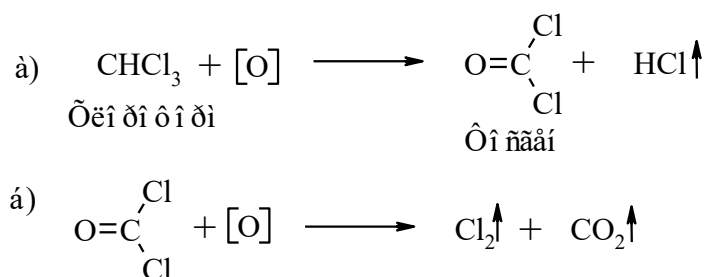


Галогенопроизводные. Введение галогена в алифатический углеводород оказывает сильное влияние на физиологическую активность соединения. Метилхлорид (CH_3Cl), этилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$), хлороформ (CHCl_3) обладают наркотическим действием. Введение хлора в ароматическое ядро увеличивает токсичность соединения, а введение галогенов в боковую цепь рядом с ароматическим кольцом приводит к появлению слезоточивых свойств, например, в случае бензилгалогенидов.

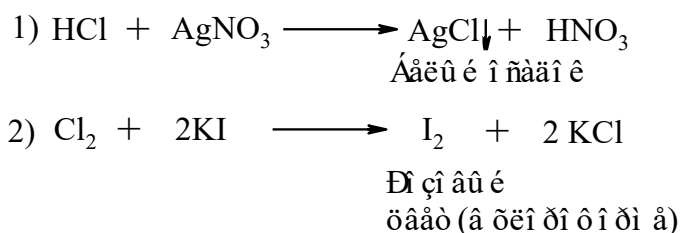
Этилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) применяется как местноанестезирующее (обезболивающее) средство. Действие обусловлено быстрым испарением ввиду низкой $t^\circ\text{C}_{\text{кип.}} = +13^\circ\text{C}$, вызывающим сильное охлаждение.

Хлороформ (CHCl_3) – средство для ингаляционного наркоза. Его преимущество – невоспламеняемость и быстрое действие. Относительно токсичен.

Хлороформ под влиянием света и кислорода воздуха окисляется с образованием ядовитого фосгена, который при дальнейшем окислении разлагается, выделяя свободный хлор:

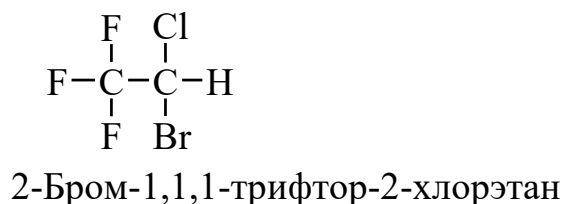


Эти процессы приводят в негодность медицинский препарат. Доброкачественность хлороформа проверяют следующими реакциями:



Йодоформ (CHI_3) – антисептическое (обеззараживающее) средство, используется наружно в виде присыпок и мазей.

Фторотан



Фторотан – наркотическое средство для общего наркоза, одно из самых эффективных средств. Имеет ряд преимуществ перед хлороформом (мало токсичен, почти не дает стадии возбуждения, наркоз быстро проходит).

Трихлорэтилен ($\text{CCl}_2=\text{CHCl}$) – мощное наркотическое средство, особенно при необходимости кратковременного наркоза.

Метиловый спирт (метанол, древесный спирт, CH_3OH) – сильный сосудистый и нервный яд. При приеме 15 мл метилового спирта поражается зрительный нерв и сетчатка глаза, в 50% случаев наступает частичная или полная потеря зрения, а также поражения блуждающего, слухового, а иногда и тройничного и обонятельного нервов. В организме метиловый спирт окисляется в муравьиный альдегид и муравьиную кислоту, которые и

обуславливают токсическое действие метилового спирта. Смертельная доза 30-60 мл.

Этиловый спирт (этанол, винный спирт, C_2H_5OH) действует опьяняюще, а в больших дозах вызывает состояние, близкое к наркозу. Используется для приготовления настоек и в качестве обеззараживающего средства. При длительном приеме (у взрослых 5-10 лет, а в юношеском возрасте 1 год) возникает психологическая и физическая зависимость, которая называется хроническим алкоголизмом или алкогольной наркоманией. При больших концентрациях алкоголя блокируется центр дыхания в продолговатом мозге, состояние опьянения переходит в смерть. Смертельная доза этилового спирта 7-8 г на 1 кг веса тела.

Фенол (карболовая кислота, C_6H_5OH) – первый антисептик, введенный в хирургию. Токсичен и может вызвать ожог кожи. 5% Раствор фенола служит эталоном, с которым сравнивают бактерицидность всех других препаратов. Фенол широко используется для производства пластмасс, лекарственных средств, красителей, взрывчатых веществ.

Диэтиловый эфир ($C_2H_5-O-C_2H_5$) применяется для ингаляционного наркоза, растираний и приготовления настоек и экстрактов.

Часто используется как растворитель веществ животного и растительного происхождения. Диэтиловый эфир, применяемый для наркоза, должен быть особо чистым, не содержащим вредных примесей. При хранении диэтиловый эфир под влиянием солнечного света в присутствии кислорода воздуха окисляется, образуя пероксидные соединения, которые часто служат причиной взрывов при неосторожной работе с эфиром, а также уксусный альдегид, который токсичен. Перед использованием необходимо проверить **доброкачественность** эфира. Для открытия пероксидов используют *иодид калия*, образуется желтый цвет вследствие выделения свободного йода. Для открытия уксусного альдегида добавляют *фуксинсернистую кислоту*, при наличии его появляется розовое окрашивание.

Этиленгликоль (этандиол, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$) – токсичная высококипящая жидкость, температура плавления – 16°C , температура кипения $+197^\circ\text{C}$.

Используется в технике для приготовления антифризов – жидкостей с низкой температурой замерзания, применяющихся для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, особенно в зимнее время.

Глицерин (пропантриол, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$) – нетоксичная, вязкая, бесцветная жидкость сладкого вкуса. Широко распространен в природе; входит в состав большинства омыляемых липидов. Применяется как компонент мазей для смягчения кожи.

Альдегидная группа обуславливает наркотическое действие и дезинфицирующие свойства соединений.

Муравьиный альдегид (формальдегид, метаналь) обладает способностью свертывать белки. Его 40% водный раствор, называемый **формалином**, применяется в медицине как дезинфицирующее средство и консервант анатомических препаратов. Для дезинфекции хирургических инструментов применяется 4% раствор, а для полоскания полости рта и горла при ангинах – 0,05% раствор формальдегида. При вдыхании воздуха, содержащего большое количество формальдегида, развивается явление острого отравления со слезотечением, резким кашлем, чувством стеснения в груди.

Уксусный альдегид (ацетальдегид, этаналь) легко летучая жидкость. В больших концентрациях обладает неприятным удушливым запахом, в малых концентрациях имеет запах яблок, в которых он и содержится в небольших количествах. Циклический тример уксусного альдегида $(\text{CH}_3\text{CHO})_3$ – **паральдегид** является медицинским препаратом, применяемым в качестве снотворного средства. Циклический тетрамер $(\text{CH}_3\text{CHO})_4$ – метальдегид применяется в быту в качестве горючего под названием "сухого спирта". **Трихлор - уксусный альдегид** (хлоралгидрат) применяется в качестве снотворного.

Ацетон (диметилкетон, пропанон) в больших количествах используется как растворитель многих органических веществ, а также как исходный продукт для получения хлороформа, йодоформа, искусственного каучука.

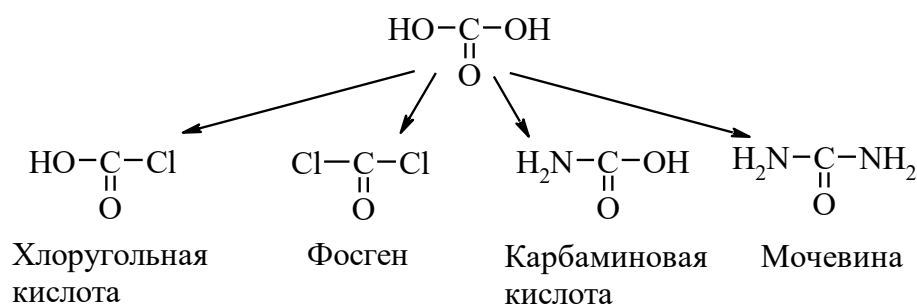
Ацетон образуется в организме при сахарном диабете из продуктов неполного окисления жиров – ацетоуксусной, β -гидроксимасляной кислот, он накапливается в крови, появляется в моче. *Качественные реакции на ацетон* имеют большое значение в клинике.

1. Йодоформная проба (проба Либена) – в щелочной среде при добавлении йода в йодистом калии образуются беловато-желтоватые кристаллы йодоформа с характерным запахом.

2. Нитропруссидная проба (проба Легалю) – при добавлении раствора нитропрусида натрия развивается вишнево-красное окрашивание.

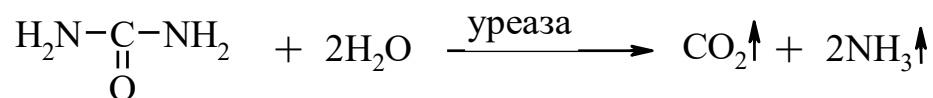
Функциональные производные угольной кислоты

Угольная кислота занимает особое место среди соединений углерода. Она не имеет гомологов и любое замещение в ней приводит к получению функционального производного. Формально ее можно рассматривать как гидроксимурavinную кислоту, и как двухосновную карбоновую.

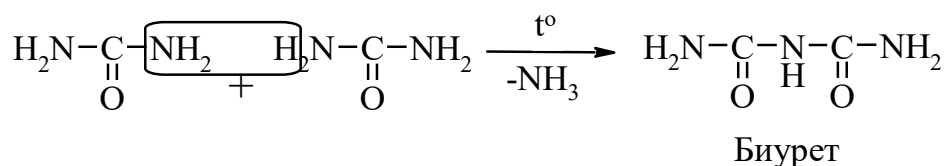


Мочевина (карбамид) – диамид угольной кислоты – важнейший азотсодержащий конечный продукт обмена веществ у человека (с мочой выделяется около 20-30 г мочевины в сутки). В промышленности мочевины (как добавку в корм домашних животных и удобрение) синтезируют из диоксида углерода и аммиака при нагревании их под давлением. Мочевина обладает основными свойствами, поэтому дает соли с кислотами (азотной,

щавелевой). Мочевина способна гидролизоваться под действием кислот, щелочей, а в организме – под действием фермента **уреазы**.

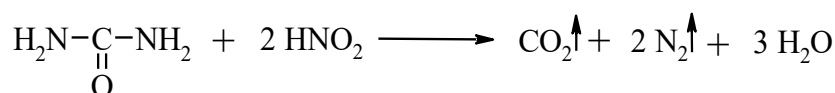


При медленном нагревании до 150-160°C мочевина разлагается с выделением аммиака и **биурета**

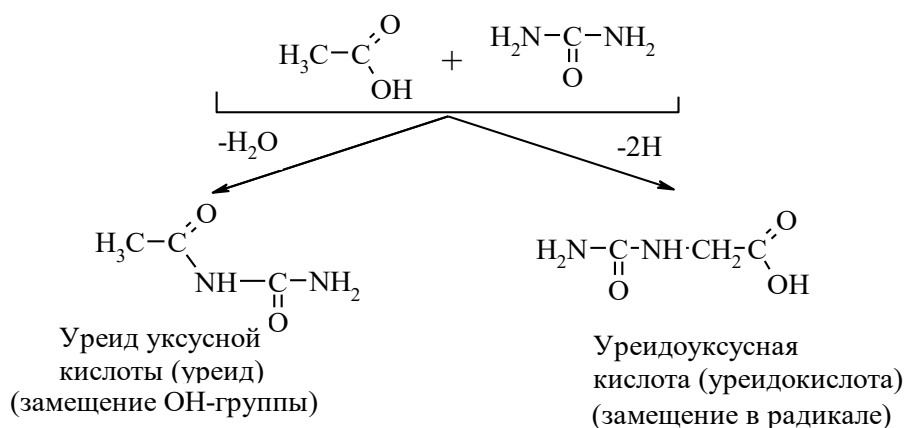


В щелочных растворах **биурет** дает с ионами меди (II) характерное фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием хелатного комплекса (**биуретовая реакция**).

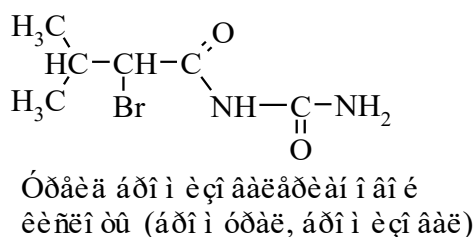
Для количественного определения мочевины (по объему выделившегося газообразного азота) используется её реакция с азотистой кислотой (метод Ван-Слайка).



Большое значение имеют производные карбоновых кислот, содержащие остаток мочевины в качестве заместителя – **уреиды и уреидокислоты** (по аналогии – амиды и аминокислоты).

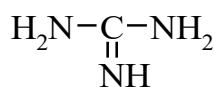


Некоторые уреиды применяются в медицине. В частности, уреид α -бромизовалериановой кислоты (**бромурал, бромизовал**) используется как мягкое снотворное средство.



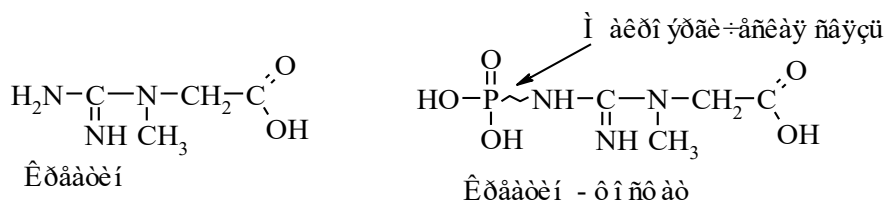
Его эффект обусловлен сочетанием известным своим угнетающим действием на центральную нервную систему брома и остатка изовалериановой кислоты. Наличие мочевины смягчает действие препарата. Большое значение имеют циклические уреиды малоновой кислоты – **барбитураты**.

Азотистое производное мочевины – **иминомочевина** (гуанидин) – сильное основание.



Гуанидин

Остаток гуанидина входит в состав α -аминокислоты **аргинина, гуанина** – одного из азотистых оснований нуклеиновых кислот, а также молекулы **креатина**.

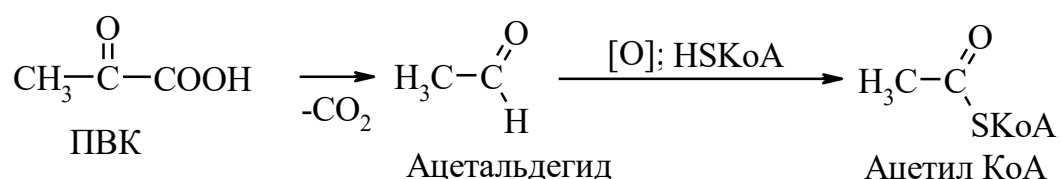


Креатин в виде фосфата содержится в мышечной ткани позвоночных. Он относится к так называемым **макроэргическим веществам**, при гидролизе которых высвобождается необходимая организму энергия (универсальным макроэргом является АТФ). В креатинфосфате макроэргической является Р~N связь (обозначается волнистой линией); её гидролиз протекает с выделением значительного количества энергии.

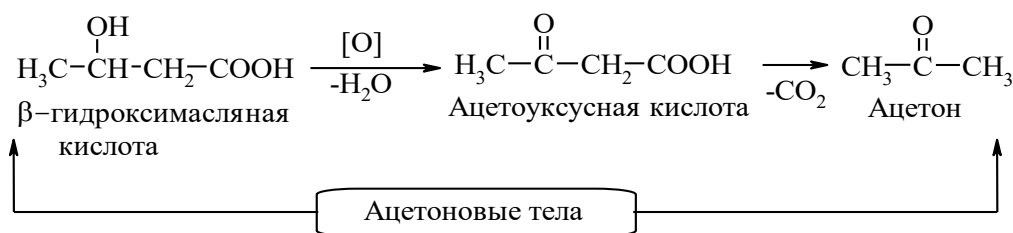
Оксокислоты – это соединения, содержащие одновременно карбоксильную и альдегидную (или кетонную) группу. В соответствии с этим различают **альдегидокислоты и кетокислоты**.

Пировиноградная кислота (ПВК) занимает одно из центральных мест в цикле трикарбоновых кислот (цикле Кребса) – универсальном «котле», в котором сгорают белки, жиры, углеводы, давая организму энергию. Она является также одним из промежуточных продуктов при молочнокислом и спиртовом брожении углеводов. **Соли** пировиноградной кислоты называют **пируваты**.

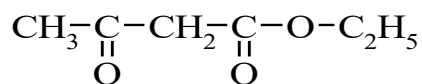
ПВК **декарбоксилируется** *in vivo* (в организме) в присутствии фермента **декарбоксилазы** и кофермента с образованием ацетальдегида, который легко окисляется и в присутствии коэнзима А (HSCoA), превращается в активную форму уксусной кислоты (ацетилкоэнзим А):



Ацетоуксусная кислота образуется в организме при окислении β-гидроксимасляной кислоты и наряду с ацетоном накапливается в организме и появляется в моче у больных сахарным диабетом (так называемые "ацетоновые" или "кетонные" тела), присутствие их открывается в моче качественными реакциями Либена и Легала (см. тему: «Альдегиды и кетоны» стр. 75).



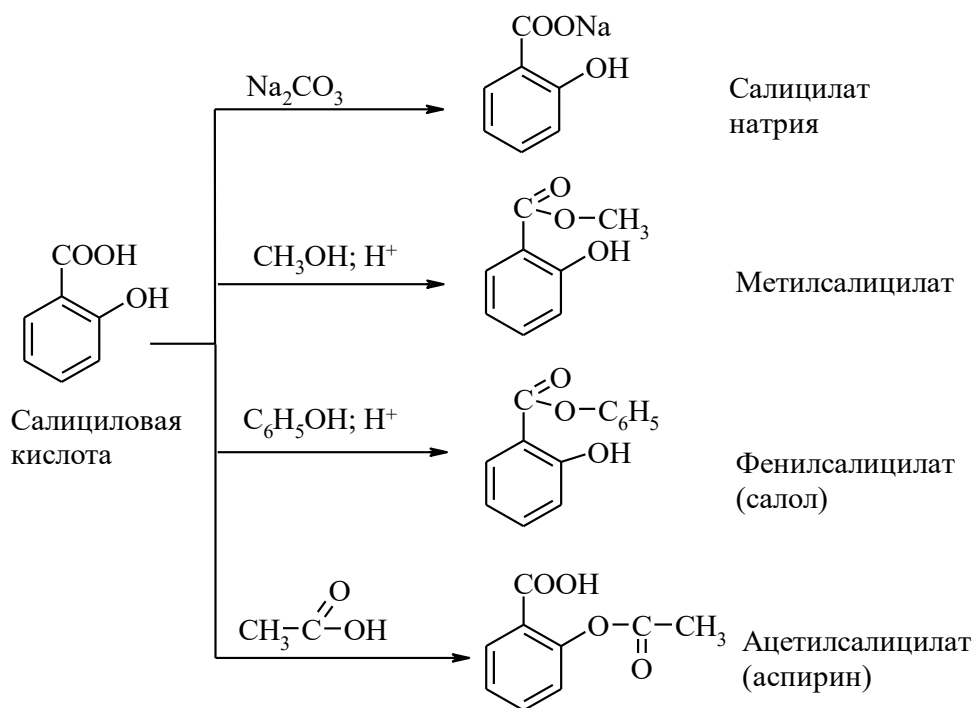
Большое теоретическое значение имеет, в связи с вопросами таутомерии и двойственной реакционной способности, этиловый эфир ацетоуксусной кислоты, так называемый **ацетоуксусный эфир**:



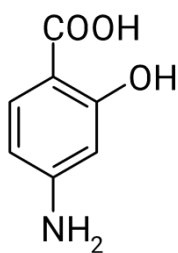
Специальные исследования показали, что **ацетоуксусный эфир** представляет собой смесь двух изомеров – кетона (92,5%) и енола (7,5%), находящихся в таутомерном равновесии (кето-енольная таутомерия).

Ацетоуксусный эфир широко применяется в органическом синтезе как исходное вещество для получения кетонов, карбоновых кислот, гетерофункциональных соединений, в том числе производных гетероциклов, представляющих интерес в качестве лекарственных средств.

Фенолокислоты и их производные – лекарственные препараты



Перечисленные выше производные салициловой кислоты (кроме салола) оказывают анальгетическое, жаропонижающее и противовоспалительное действие. Метилсалицилат из-за раздражающего действия используется наружно в составе мазей. Салол применяется как дезинфицирующее средство при кишечных заболеваниях.



p-Аминосалициловая кислота (ПАСК) – обладает противотуберкулезным действием.

Противотуберкулезное действие ПАСК объясняется тем, что она является **антагонистом** (веществом противоположным по действию) *p*-аминобензойной кислоты (ПАБК), необходимой для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов.

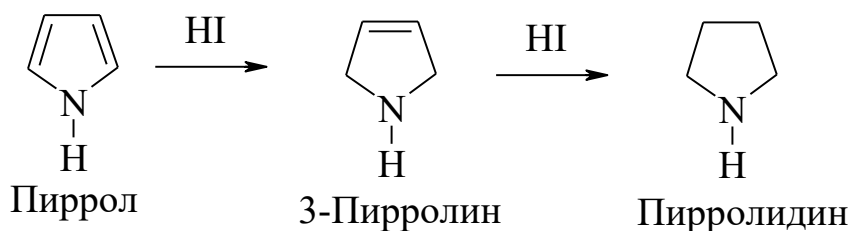
Салициловая кислота и ее производные, имеющие свободный фенольный гидроксил, дают **качественную реакцию с FeCl₃** – сине-фиолетовое окрашивание.

Биогенные амины (катехоламины) – образуются в организме в результате процессов обмена веществ. Они являются представителями **аминоспиртов**, содержащих в качестве структурного фрагмента остаток пирокатехина (1,2-дигидроксibenзол, **катехол**). К **катехоламинам** относятся: **дофамин, норадреналин, адреналин**, которые образуются в организме из незаменимой α-аминокислоты фенилаланин и подобно ацетилхолину выполняют роль нейромедиаторов. Адреналин является гормоном мозгового вещества надпочечников, а норадреналин и дофамин – его предшественниками.

Адреналин участвует в регуляции сердечной деятельности, обмене углеводов. Катехоламины с раствором FeCl₃ дают изумрудное окрашивание, переходящее в вишнево-красное при добавлении раствора аммиака, что может служить **качественной реакцией на эти соединения**.

Адреналин – гормон мозгового вещества надпочечников, «гормон страха», повышает уровень сахара в крови, при физиологических стрессах выделяется в кровь.

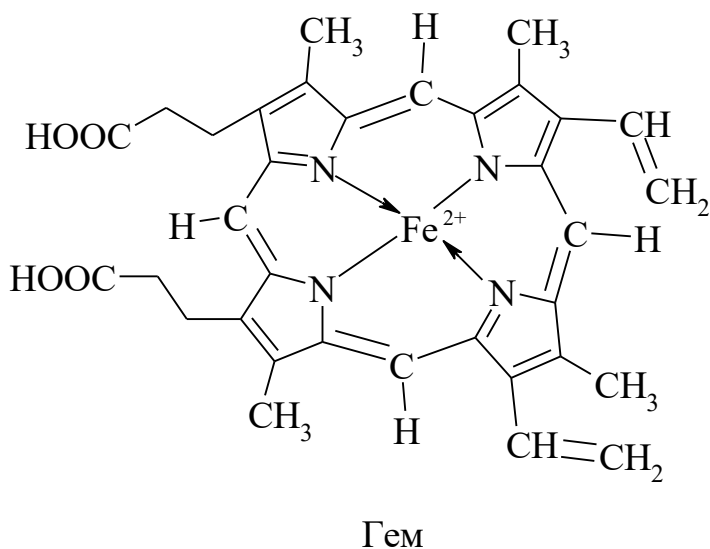
Пиррол способен к **восстановлению** в присутствии HI, процесс идет ступенчато:



Пирролидин (циклический вторичный амин) обладает сильноосновными свойствами. Его ядро входит в состав ряда органических соединений.

Тетрапиррольные соединения – важная группа азотсодержащих природных веществ, в состав которых входят четыре пиррольных кольца

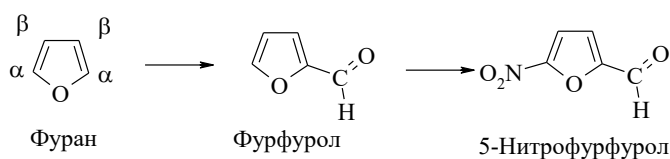
Пиррол → Порфин → Протопорфирин → Гем



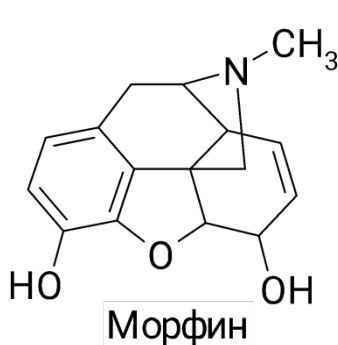
Гем – содержит атом двухвалентного железа, связанного с порфирином – **это простетическая группа сложного белка гемоглобина** (кислородпереносящего).

Комплекс порфирина с железом входит в состав ряда ферментных систем: **цитохромы, каталаза, пероксидаза**. Комплекс порфирина с магнием является основой молекулы **хлорофилла**. Пиррольные ядра, связанные с кобальтом, входят в состав **витамина В₁₂** (цианкобаламина), который необходим для нормального кроветворения.

Фуран и его производные напоминают соединения пиррольного ряда, они легко вступают в реакции электрофильного замещения – нитруются, сульфируются. Заместитель при этом вступает в α -положение. Фуран способен к реакциям восстановления, окисления.



Нитропроизводные фуранового ряда являются лекарственными средствами – **фурацилин, фуразомедон**, которые эффективны при гнойно-воспалительных

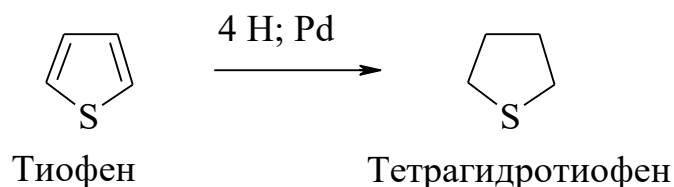


процессах, вызываемых микроорганизмами (дизентерии, брюшном тифе). Фуран входит в состав наркотических веществ – **морфина, героина, кодеина** и др.

Морфин – обладает сильным обезболивающим действием. В его состав входит фенантреновая структура. Известно возникновение привыкания к морфину, что приводит к развитию наркомании.

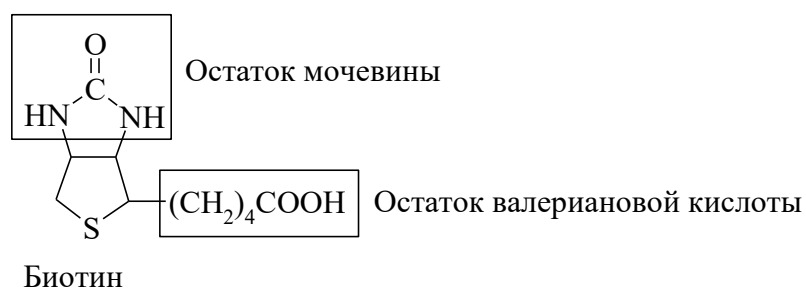
Тиофен – из рассматриваемых пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом наиболее близок к бензолу по химическим и физическим свойствам (температура кипения тиофена 84°C, бензола 80°C). Тиофен содержится в каменноугольной смоле. Тиофен и его производные входят в состав **ихтиоловой мази**, обладающей противовоспалительным, антисептическим и местным обезболивающим действиями.

Восстановление тиофена в присутствии палладиевого катализатора приводит к образованию **тетрагидротиофена**.

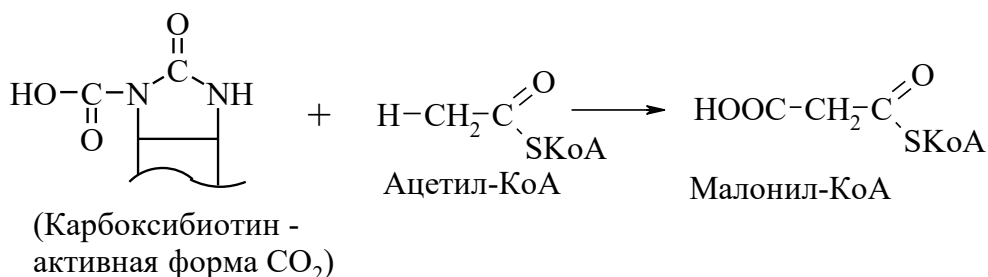


Производным тетрагидротиофена является **биотин** (витамин «Н»), отсутствие которого в пище нарушает обмен белков и жиров в организме и ведет к кожным заболеваниям.

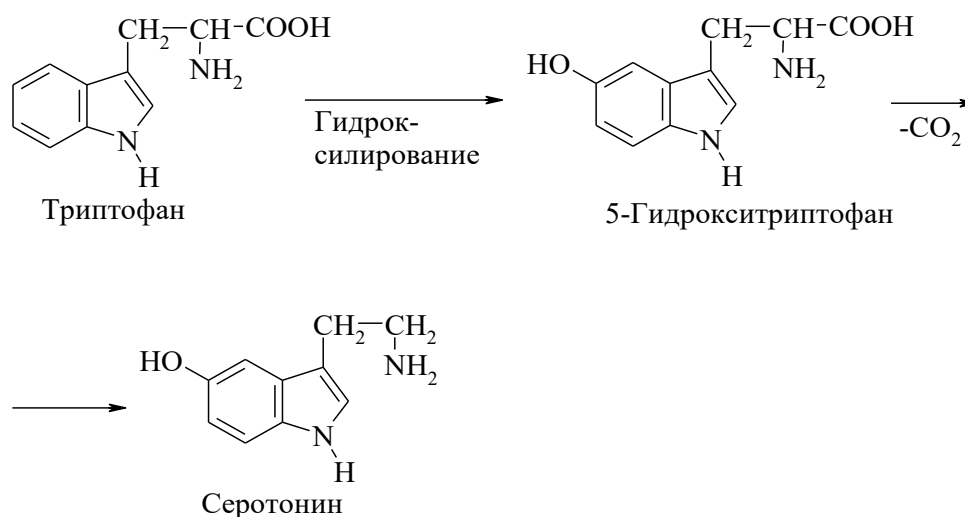
Молекула биотина представляет собой бициклическую систему, в которой тетрагидротиофеновое кольцо, содержащее остаток валериановой кислоты, конденсированной с мочевиной.



Биотин принимает участие в реакциях переноса карбоксильных групп в организме, образует активную форму CO_2 . Примером служит **образование малонил-КоА** из ацетил-КоА и диоксида углерода:

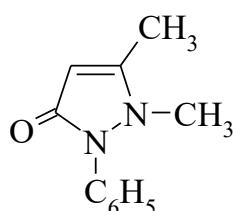


Триптофан (α -амино- β -индолилпропионовая кислота) аминокислота, входящая в состав белков. В процессе метаболизма триптофан способен к гидроксилированию, декарбоксилированию, давая 5-гидрокситриптамиин (**серотонин**)

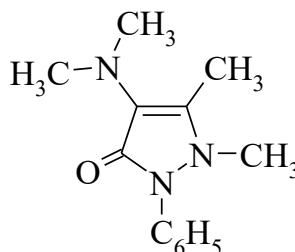


Серотонин является одним из медиаторов головного мозга. Нарушение его нормального обмена в организме ведет к развитию шизофрении. Серотонин входит в состав некоторых биологически активных веществ, резко нарушающих психическую деятельность. Так псилоцибин, диэтиламид лизергиновой кислоты (ЛСД), вызывающие зрительные галлюцинации, содержат в своем составе серотонин.

Лекарственные средства пиразолонового ряда



Антипирин
(2,3-диметил-1-фенил-
пиразолон-5)



Амидопирин
(2,3-диметил-1-фенил-
4-диметиламинопиразолон-5)

Антипирин и **амидопирин** широко применяются в медицине как жаропонижающие, болеутоляющие и успокаивающие средства. Синтезируются из ацетоуксусного эфира конденсацией его с фенилгидразином.

Никотиновая кислота и её амид, **никотинамид**, получили известность как две формы **витамина РР**, применяющегося в медицине для лечения пеллагры (антипеллагрический витамин).

Никотинамид является составной частью ферментных систем дегидрогеназ, ответственных за окислительно-восстановительные процессы в организме (НАД-никотинамидадениндинуклеотид), а диэтиламид никотиновой кислоты – **кордиамин** служит эффективным стимулятором центральной нервной системы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. I / В. Ф. Травень. — 4-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 401 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

ISBN 978-5-9963-2939-7(Т. I)

ISBN 978-5-9963-2938-0

Дополнительная.

1. Шабаров Ю.С. Органическая химия, М: Химия, 1996, Т1,Т2.
2. Нейланд О.Я Органическая химия, М: Высшая школа, 1990.
3. Веселовская Т.К., Мачинская И.В. Вопросы и задачи по органической химии, М: Высшая школа, 1988.
4. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии, М: Химия, 1977, Л: Химия, 1979.
5. Потапов В.М. Стереохимия, М: Химия, 1988.
6. Казицина Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М: Изд.-во Моск. ун-та, 1974.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы студентов
по дисциплине**
Органическая химия
Математическая и естественно-научная подготовка (ядро СКФУ химическая
направленность)

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Неорганическая и аналитическая химия

Ставрополь, 2025

Пояснительная записка

Цель самостоятельной работы:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования.
2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы студентов, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.
3. Помочь обучающимся в формировании у них обоснованной гуманистической идеологии, в осмыслении с этих позиций новаторских и традиционных педагогических систем и педагогического опыта.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Высокомолекулярные соединения». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Основными **формами работы и контроля** являются:

Контрольная работа - форм проверки и оценки усвоенных знаний, получения информации о характере познавательной деятельности, уровня самостоятельности и активности студентов в учебном процессе, эффективности методов, форм и способов учебной деятельности. Эта форма самостоятельной работы студента выявляет умение применять теоретические знания на практике, помогает проверить усвоение курса перед экзаменом (зачетом).

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава

должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 20 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (14 кегль) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет делать выводы относительно возможного механизма реакции, причем не затрудняется с ответом при прогнозировании не только структурных, но и пространственных результатов важнейших реакций с участием органических соединений, показывает высокий уровень владения основными методами определения пространственного строения веществ в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы конфигурационного и конформационного строения молекул, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками изучения механизма реакции на основе современных физико-химических методов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент показывает небольшое количество ошибок, не препятствующих общему пониманию механизма реакции, использует и знает взаимосвязь между пространственным строением молекул и механизмом реакций, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные теоретические ошибки, не может логически правильно передать информацию.

Вопросы для самостоятельной подготовки:

:

1. Предмет органической химии. Основные положения теории строения органических соединений.
2. Классификация органических соединений. Функциональные группы. Основные классы и ряды.
3. Правила номенклатуры.
4. Формулы Льюиса. Правило октетов. Формальный заряд.
5. Типы перекрывания орбиталей (σ и π -связи). Принцип максимального перекрывания.
6. Теория гибридизации. Теория отталкивания электронных пар валентных оболочек (ОЭВПО).
7. Полярность ковалентной связи. Индукционный эффект заместителей.
8. Резонансные структуры. Мезомерия. Мезомерный эффект заместителей. Сверхсопряжение.
9. Теория кислот и оснований Бренстеда. Факторы, влияющие на силу кислот и оснований.

10. Обобщенная теория кислот и оснований Льюиса. “Жесткие” и “мягкие” кислоты и основания (ЖМКО).
11. Кинетический и термодинамический контроль на примере реакций присоединения к диенам.
12. Орбитальный и зарядовый контроль на примере нуклеофильного алифатического замещения по S_N1 и S_N2 с участием амбидентных нуклеофилов.
13. Классификация органических реакций: по типу превращения, по типу разрыва связей, по характеру активации. Классификация реагентов.
14. Электронное и пространственное строение алканов на примере метана и бутана.
15. Электронное и пространственное строение алкенов.
16. Геометрическая изомерия алкенов. Цис-, транс- и Z,E номенклатуры.
17. Геометрическая изомерия циклоалканов.
18. Электронное и пространственное строение циклопропанов.
19. Электронное и пространственное строение цикlobутанов.
20. Электронное и пространственное строение циклогексанов.
21. Электронное и пространственное строение алкинов.
22. Электронное и пространственное строение сопряженных диенов.
23. Относительная устойчивость циклов, типы напряжений.
24. Оптическая активность, хиральность, хиральные молекулы, асимметрический центр, энантиомеры, рацемические формы.
25. Способы изображения энантиомеров. D, L и R, S-Номенклатуры.
26. Соединения с двумя и более асимметрическими центрами: диастереомеры, эритро-, treo-, мезо-формы.
27. Циклодимеризация алкенов. Стереохимия реакций. Коцепция граничных орбиталей. Правило Вудворда- Гофмана. Супра- и антара поверхностные взаимодействия.
28. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Стереохимия реакций. Коцепция граничных орбиталей. Правило Вудворда- Гофмана.
29. Электроциклические реакции. Коцепция граничных орбиталей. Правило Вудворда- Гофмана.
30. Электронное строение бензольного кольца. Понятие ароматичности, правило Хюккеля.
31. Небензоидные ароматические системы: циклопропенилий- и тропилий катионы, цикlopентаденилий-анион, азулен, анулены.
32. Спирты: классификация, номенклатура, изомерия и методы синтеза (из алкилгалогенидов, из алкенов, из альдегидов и кетонов).
33. Химические свойства спиртов: кислотные свойства, свойства как оснований, нуклеофилов и гетеронуклеофилов (взаимодействие с галогенангидридами карбоновых и минеральных кислот).
34. Реакции замещения гидроксильной группы спиртов (замещение на галоген, алкокси-группу). Механизмы реакций (S_N1 , S_N2 , S_Ni). Кислотный катализ.
35. Дегидратация спиртов, механизмы E1 и E2. Дегидрирование и окисление спиртов.

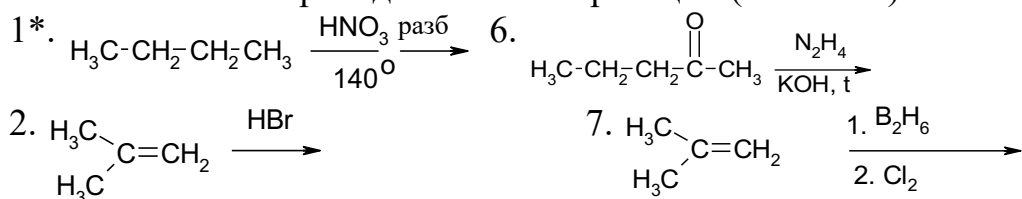
36. Простые эфиры: номенклатура, классификация, методы синтеза и свойства. Понятие о межфазном катализе.
37. *-Оксиды (эпоксиды): номенклатура, изомерия, методы синтеза и химические свойства.
38. Фенолы: классификация, номенклатура, методы синтеза (из солей сульфокислот, нуклеофильное замещение галогена, получение из кумола – реакция Сергеева, из ароматических аминов).
39. Реакции электрофильного замещения по кольцу фенолов: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, нитрозирование, азосочетание.
40. Реакции электрофильного замещения по кольцу фенолов: карбоксилирование (реакция Кольбе), ацилирование, формилирование (реакции Гаттермана, Вильсмайера, Реймера–Тиммана).
41. Номенклатура и методы синтеза альдегидов и кетонов.
42. Кето–енольная таутомерия альдегидов кетонов. Енолы и еноляты. Способы енолизации. Амбидент-ность енолов и енолятов. Нитрозирование кетонов.
43. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов. Перекрестная конденсация. Механизм реакции в щелочной и кислой среде.
44. Реакции диспропорционирования альдегидов (реакция Канниццаро, механизм, перекрестная реакция Канниццаро, реакция Тищенко).
45. Свойства азотсодержащих аналогов карбонильных соединений (оксимов, гидразонов, фенилгидразонов, семикарбазонов, оснований Шиффа): восстановление, перегруппировка Бекмана (I и II рода).
46. Дикарбонильные соединения: классификация и основные свойства. Ацетилацетон.
47. Непредельные альдегиды и кетоны: особенности химических свойств *,*-непредельных альдегидов и кетонов.
48. Кетены и хиноны. Общая характеристика методов получения и свойств.
49. Карбоновые кислоты: классификация, номенклатура, методы синтеза и физические свойства.
50. Номенклатура и химические свойства солей карбоновых кислот (пиролиз аммонийных и кальциевых солей, восстановление, взаимодействие с реактивом Гриньяра, декарбоксилирование).
51. Номенклатура и химические свойства галогенангидридов карбоновых кислот.
52. Номенклатура и химические свойства ангидридов кислот. Реакция Перкина.
53. Сложные эфиры: номенклатура и химические свойства (гидролиз, переэтерификация, взаимодействие с аммиаком и аминами, восстановление). Реакции Реформатского и Дарзана.
54. Сложные эфиры: взаимодействие с реактивом Гриньяра, ацилоиновая конденсация, конденсация Кляйзена.
55. Амиды кислот: номенклатура и химические свойства. Реакция (перегруппировка) Гофмана.
56. Нитрилы кислот: номенклатура, получение и химические свойства.
57. Липиды. Жиры: строение, физические и химические свойства. Мыла, их моющее действие.

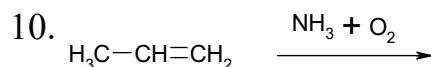
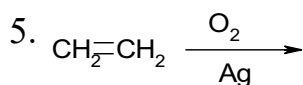
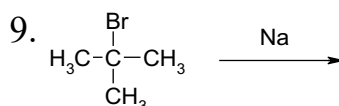
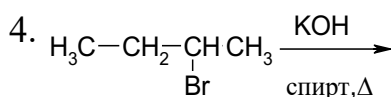
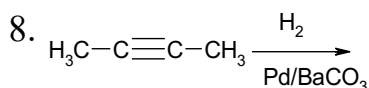
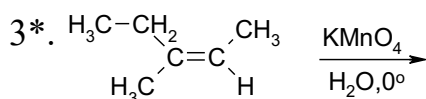
58. Алифатические нитросоединения: классификация, получение, химические свойства.
59. Ароматические нитросоединения: синтез и реакции восстановления.
60. Амины: классификация, номенклатура, методы синтеза. Кислотно-основные свойства аминов.
61. Ароматические диазосоединения: реакции без выделения азота (восстановление, азосочетание, взаимодействие с первичными арилами).
62. Ароматические диазосоединения: реакции, сопровождающиеся выделением азота (получение фенолов, арилйодидов, реакция Зандмейера, замещение диазогруппы на водород).
63. Классификация углеводов. Стереохимия моносахаридов. Таутомерные превращения D-глюкозы в растворе, *- и *-аномеры. Эпимеры.
64. Таутомерные превращения D-маннозы и D-фруктозы в растворе. Названия всех таутомеров. Различные способы их изображения.
65. Химические свойства моносахаридов. Классификация дисахаридов. Мальтоза и целлобиоза, их таутомерные формы.
66. Классификация дисахаридов. Таутомерия лактозы. Строение сахарозы. Высшие полисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза, гиалуроновая кислота. Особенности строения, свойств. Биологическое значение.
67. Аминокислоты: классификация, номенклатура, изомерия. Методы синтеза и свойства аминокислот.
68. Белки. Классификация. Пептидная связь, пептиды. Методы синтеза пептидов, их номенклатура. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, их биологические функции. Денатурация белков.
69. Гетероциклические соединения. Классификация и основные типы гетероароматических систем.
70. Пиррол, его ароматичность, химические свойства.
71. Индол, его ароматичность. Синтез индола, его важнейшие свойства.
72. Пиридин и его гомологи. Важнейшие химические свойства пиридина.
73. Хинолин. Синтез и свойства производных хинолинового ряда.
74. Имидазол, пиримидин, пурин; общая характеристика. Производные пиримидина и пурина, входящие в состав нуклеиновых кислот. Понятие об алкалоидах.

Пример контрольной работы

Вариант 11

1. Напишите приведенные ниже реакции (3.5 балла):





2. В приведенных в задании 1 реакциях назовите все исходные и образующиеся алканы и алкены по рациональной и IUPAC номенклатурам (0.5 балла).

3. Приведите механизмы реакций отмеченных в задании 1 звездочкой (2 балла).

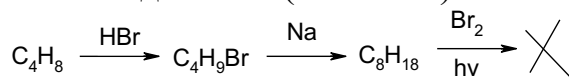
4. Стереохимический результат реакции 3 первого задания. Относятся образующиеся соединения к трео- или эритро-? Обозначьте конфигурацию хиральных центров в образующихся в этой реакции соединениях по R,S номенклатуре (3.2 балла).

5. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

а) из бутана 2-бутен (0.5 балла)

б) из пропена 2-гексен (1 балл)

6. Определите строение соединения (0.8 балла) состава C_4H_8 , которое:



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

2. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. I / В. Ф. Травень. — 4-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 401 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

ISBN 978-5-9963-2939-7(Т. I)

ISBN 978-5-9963-2938-0

Дополнительная.

1. Шабаров Ю.С. Органическая химия, М: Химия, 1996, Т1,Т2.

2. Нейланд О.Я Органическая химия, М: Высшая школа, 1990.

3. Веселовская Т.К., Мачинская И.В. Вопросы и задачи по органической химии, М: Высшая школа, 1988.
4. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии, М: Химия, 1977, Л: Химия, 1979.
5. Потапов В.М. Стереохимия, М: Химия, 1988.
6. Казицина Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М: Изд.-во Моск. ун-та, 1974.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

*по организации самостоятельной работы
по дисциплине*

«Органическая химия»»

для студентов направления подготовки

04.03.01 Химия

*профиль «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и
экологическая безопасность»*

**Ставрополь
2026**

1. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов

работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

(В зависимости от особенностей факультета перечисленные виды работ могут быть расширены, заменены на специфические).

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом));
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по данной дисциплине.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
 - в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
 - предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
 - использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;
 - использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.
- Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.
2. Наличие умений, навыков умственного труда:
 - а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;
 - б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.
3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.
4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним.

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24

часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в

планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами. Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА - НЕОБХОДИМОЕ ЗВЕНО СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И СПЕЦИАЛИСТА

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний,

сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролировании за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в

конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ФОРМАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на

специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).
- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой

«предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанно читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные

вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.
- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее –

ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение

полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 5 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 10 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу студентов, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет делать выводы, причем не затрудняется с ответом при прогнозировании важнейших реакций с участием химических соединений,

показывает высокий уровень владения основными физико-химическими методами анализа в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы качественного и количественного анализа, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками установления качественного и количественного соединения на основе современных физико-химических методов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он показывает достаточно небольшое количество ошибок, не препятствующих общему установлению качественного и количественного состава соединения, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные аналитические ошибки, не может логически правильно передать информацию.