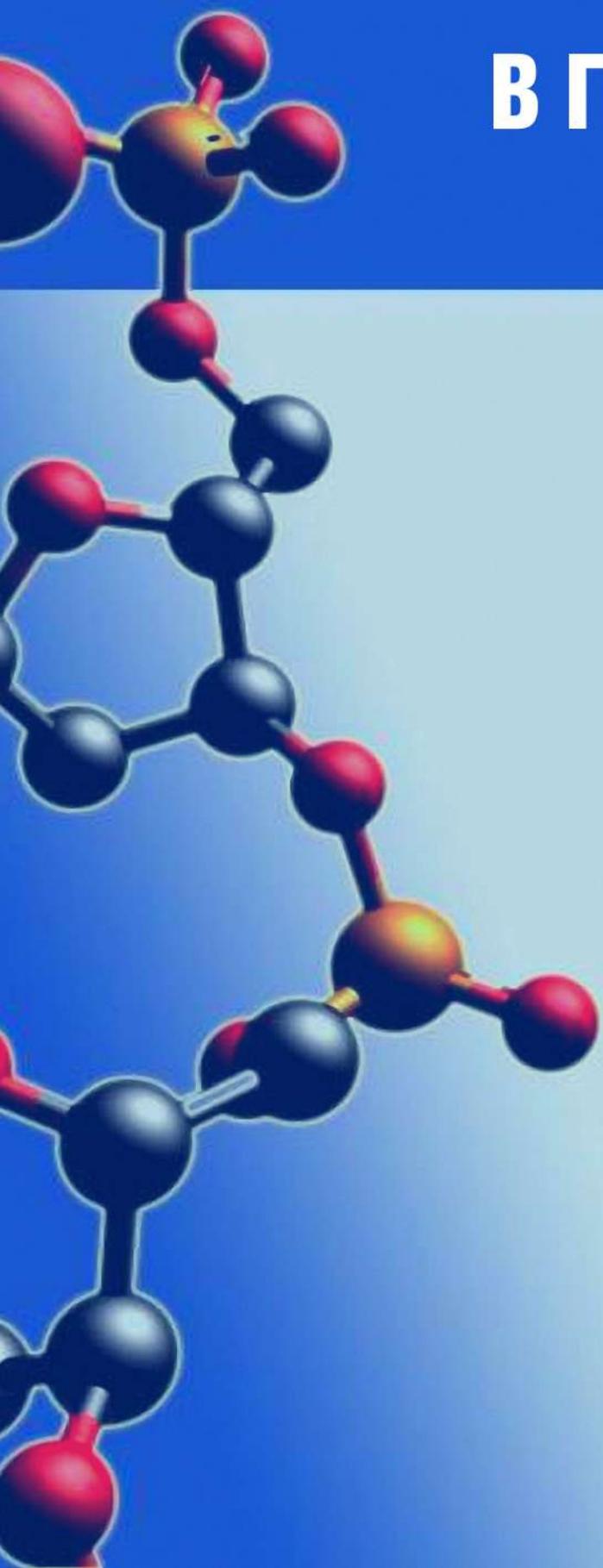


ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В ГРАФАХ И СХЕМАХ

Под ред. Чалого Г. А.

КГМУ 2004



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ

**КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО МЕДИЦИНСКОМУ И
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ ВУЗОВ РОССИИ**



**ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
В ГРАФАХ И СХЕМАХ
(учебно-наглядное пособие)**

Курск – 2004

УДК: 547(075)
ББК: 24.2я7

**Печатается по решению
редакционно-издательского
совета КГМУ**

Основы органической химии в графах и схемах / Под ред. **Чалого Г.А.** -
Курск: КГМУ, 2004. - 100 с.

Составители:

профессор, чл.-корр. РАЕН **Чалый Г.А.**
старший преподаватель **Гуторов Ю.И.**
доцент **Зубкова И.В.**

Общая редакция:

заведующий кафедрой органической химии КГМУ, профессор, чл.-корр.
РАЕН **Чалый Г.А.**

Рецензенты:

доктор химических наук, заслуженный деятель науки РФ, академик Нью-
Йоркской академии наук, зав. кафедрой органической химии Московской ме-
дицинской академии им. И.М. Сеченова, профессор **Тюкавкина Н.А.**;

доктор фармацевтических наук, зав. кафедрой аналитической и токсико-
логической химии Курского государственного медицинского университета,
профессор **Квач А.С.**

Учебно-наглядное пособие составлено в соответствии с Программой по
органической химии для студентов фармацевтических вузов (М., ГОУ ВУНМЦ
МЗ РФ, 2000 г.)

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому и
фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по специальности 040500-Фармация (сентябрь
2003 г.)

ISBN 5-7487-0768-3

ББК 24.2я7

© Коллектив авторов, КГМУ, 2004.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Классификация, номенклатура и структурная изомерия органических соединений	5
Электронное строение молекул органических соединений	12
Выделение, очистка и установление элементного состава органических соединений	17
Стереои́зомерия органических соединений	19
Кислотно-основные свойства органических соединений	23
Физико-химические методы установления структуры органических соединений	26
Классификация химических реакций. Алканы и циклоалканы	28
Алкены, алкины, алкадиены	34
Арены	39
Галогенуглеводороды	46
Спирты, фенолы, простые эфиры и их тиоаналоги	50
Альдегиды и кетоны	54
Карбоновые кислоты	59
Амины	65
Диазо- и азосоединения	68
Гетерофункциональные соединения алифатического ряда	72
Гетерофункциональные соединения ароматического ряда – лекарственные вещества	77
Углеводы	79
Гетероциклические соединения	83
Биополимеры. Белки и нуклеиновые кислоты	90
Липиды, изопреноиды (терпены, каротиноиды, стероиды)	94
Элементарорганические соединения	97

ВВЕДЕНИЕ

В пособии представлены графы, объединяющие классификацию, номенклатуру, способы получения и свойства основных классов органических соединений, схемы и таблицы, характеризующие электронные эффекты в молекулах, механизмы химических реакций и физические константы веществ. Дана краткая характеристика медико-биологического значения важнейших классов органических соединений.

Некоторые графы можно рассматривать как ориентировочную основу действия для формирования логики дисциплины в целом и отдельных её разделов. Приведенные в учебно-наглядном пособии материалы помогут студентам обобщить и систематизировать изучаемый теоретический материал на практических занятиях и при самоподготовке к ним.

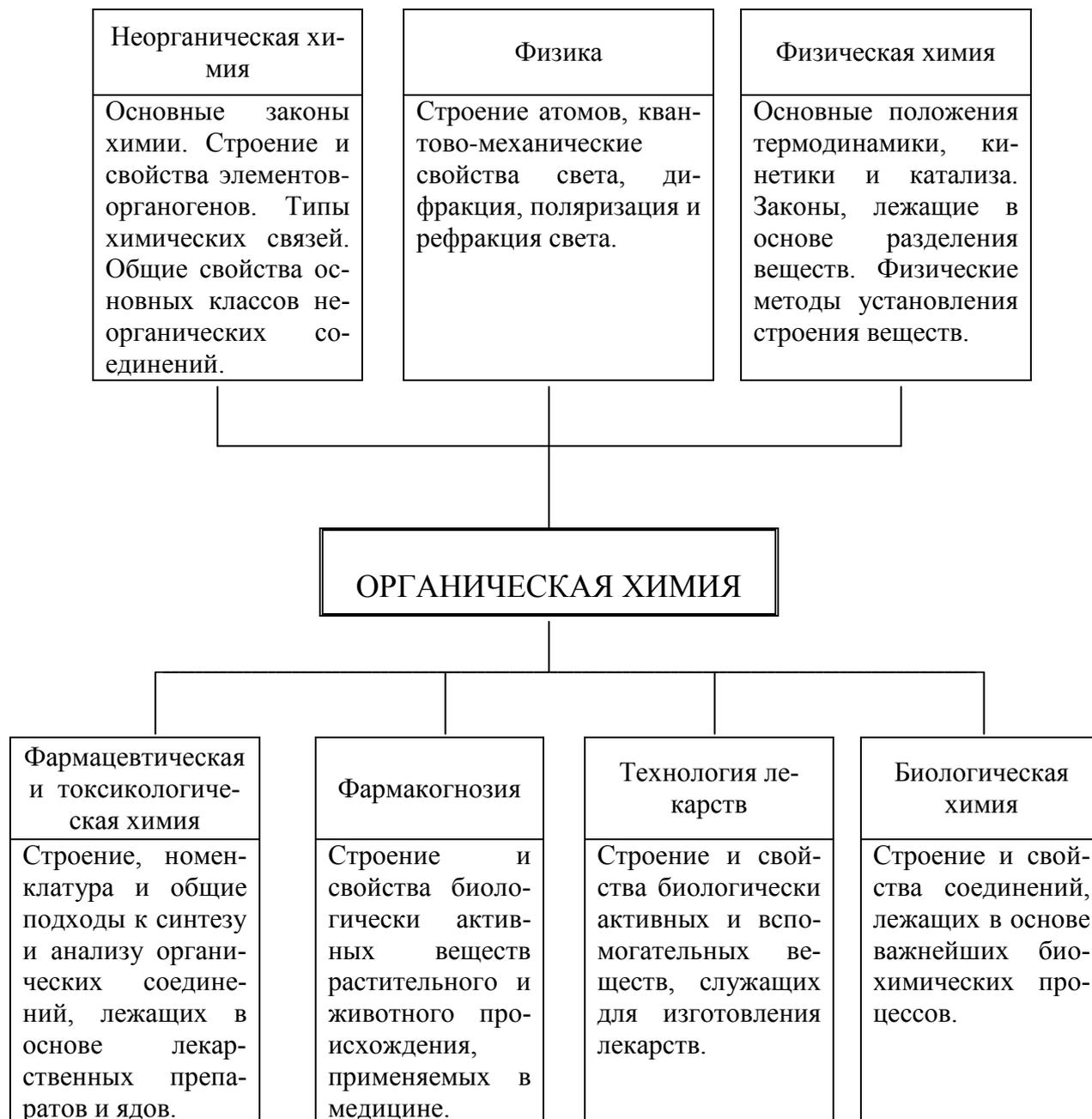
Отдельные таблицы и схемы могут служить иллюстративно-справочным материалом при решении типовых и проблемных задач. Они также являются примером для самостоятельного составления студентами графологических структур учебного материала.

Пособие предназначается для студентов фармацевтических и биологических факультетов вузов и фармацевтических училищ, а также может быть использовано на профильных кафедрах для актуализации ранее приобретенных знаний.

КЛАССИФИКАЦИЯ, НОМЕНКЛАТУРА И СТРУКТУРНАЯ ИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Граф 1

СВЯЗЬ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ



КЛАССИФИКАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ПО СТРОЕНИЮ УГЛЕРОДНОГО СКЕЛЕТА

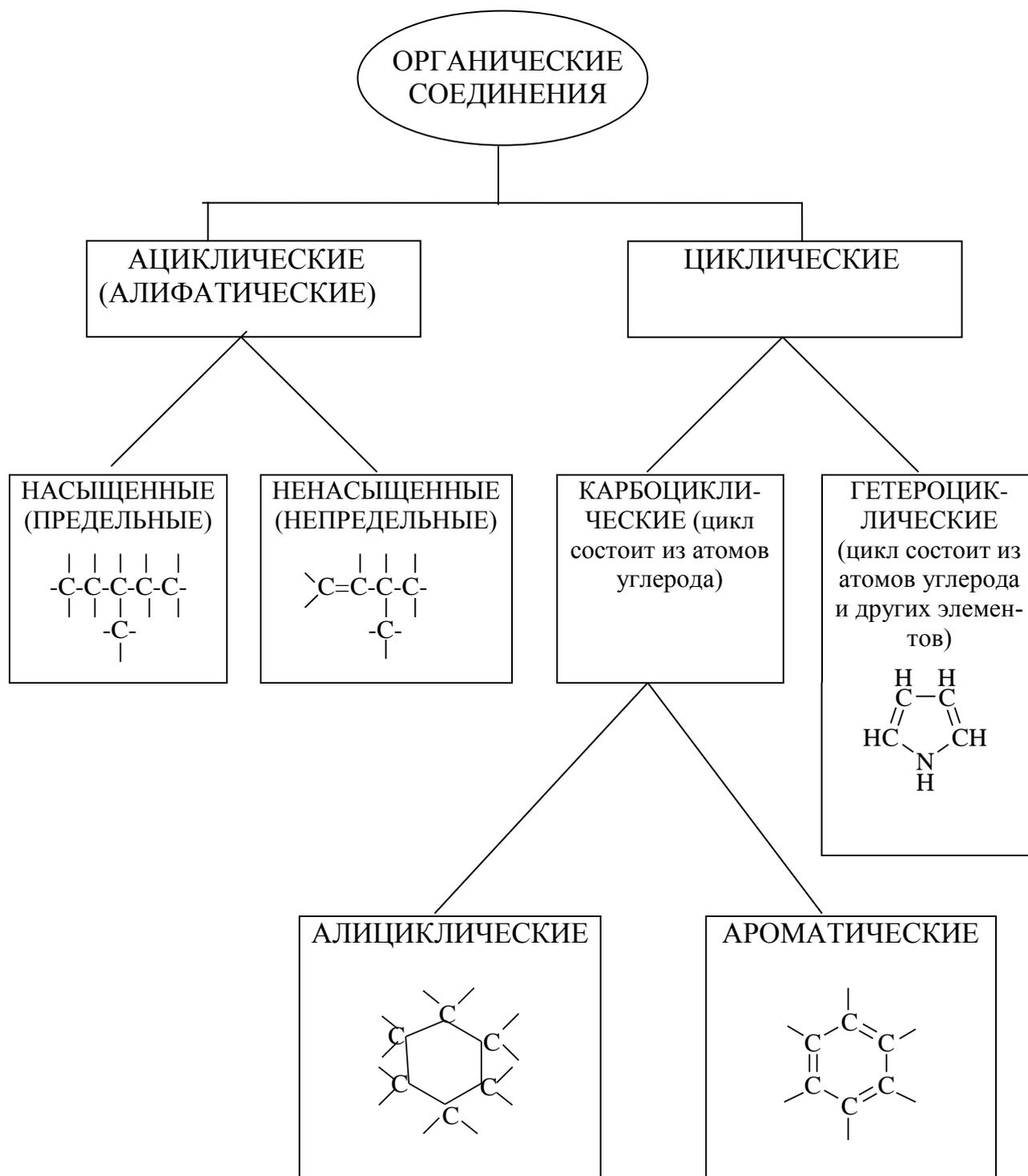
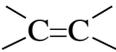
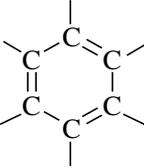
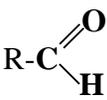
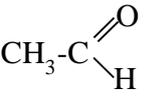
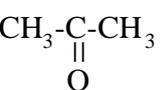
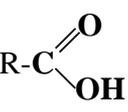
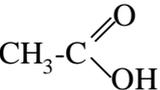
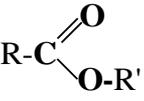
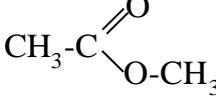
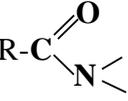
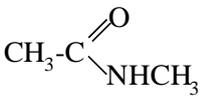


Таблица 1

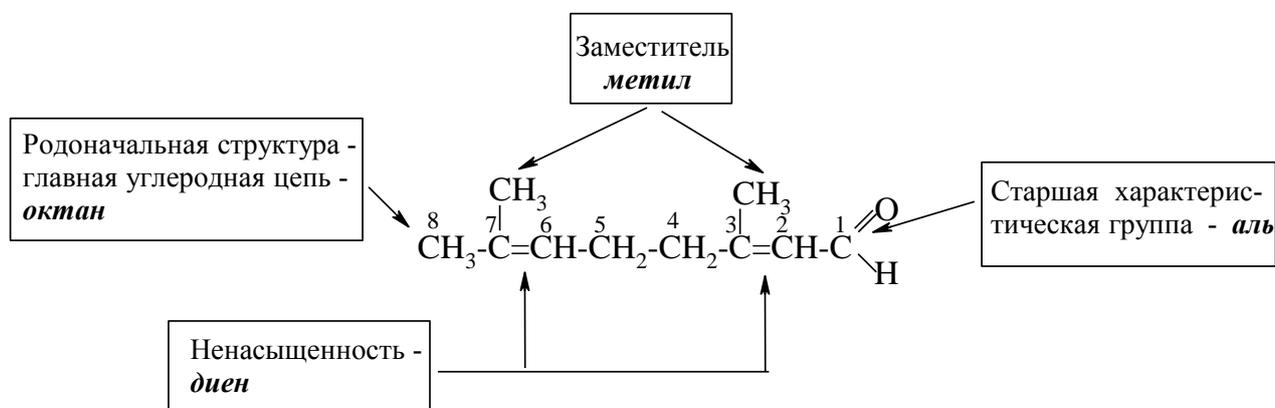
ВАЖНЕЙШИЕ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Признак отнесения к классу	Название класса	Представитель	Название по заместительной номенклатуре УРАС	Общепринятое название
	Алкены	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Этен	Этилен
	Алкины	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	Этин	Ацетилен
	Арены		Бензол	Бензол
R-Hal	Галоген-углеводороды	$\text{CH}_3\text{-Cl}$	Хлорометан	Хлористый метил
R-OH	Спирты	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Этанол	Этиловый спирт
Ar-OH	Фенолы	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$	Гидроксibenзол	Фенол
R-SH	Тиолы	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$	Этантиол	Этилмеркаптан
R-O-R'	Простые эфиры	$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$	Метокси-метан	Диметиловый эфир
R-N 	Амины	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	Метанамин	Метиламин
	Альдегиды		Этаналь	Уксусный альдегид
	Кетоны		Пропанон	Ацетон
	Карбоновые кислоты		Этановая кислота	Уксусная кислота
	Сложные эфиры		Метил-этанат	Метилацетат
	Амиды		Этанамид	Ацетамид

ПОСТРОЕНИЕ НАЗВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ

Префиксы	Название родоначальной структуры		Окончание
	Корень	Суффикс	
Младшие характеристические группы, неуглеродные характеристические группы и углеводородные радикалы в едином алфавитном порядке	Главная цепь, основная циклическая или гетероциклическая структура	Степень насыщенности (-ан, -ен, -ин)	Только старшая характеристическая группа

ПРИМЕР НАЗВАНИЯ ПО ЗАМЕСТИТЕЛЬНОЙ НОМЕНКЛАТУРЕ IUPAC



3,7-диметил-октадиен-2,6-аль
(цитраль) - входит в состав препаратов,
применяемых при заболеваниях глаз

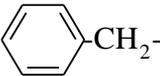
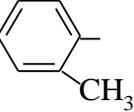
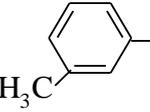
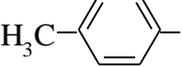
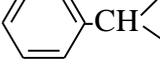
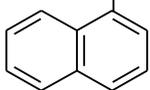
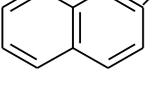
**ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ (ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ) ГРУППЫ,
ИХ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПО НОМЕНКЛАТУРЕ IUPAC И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ
ИМ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

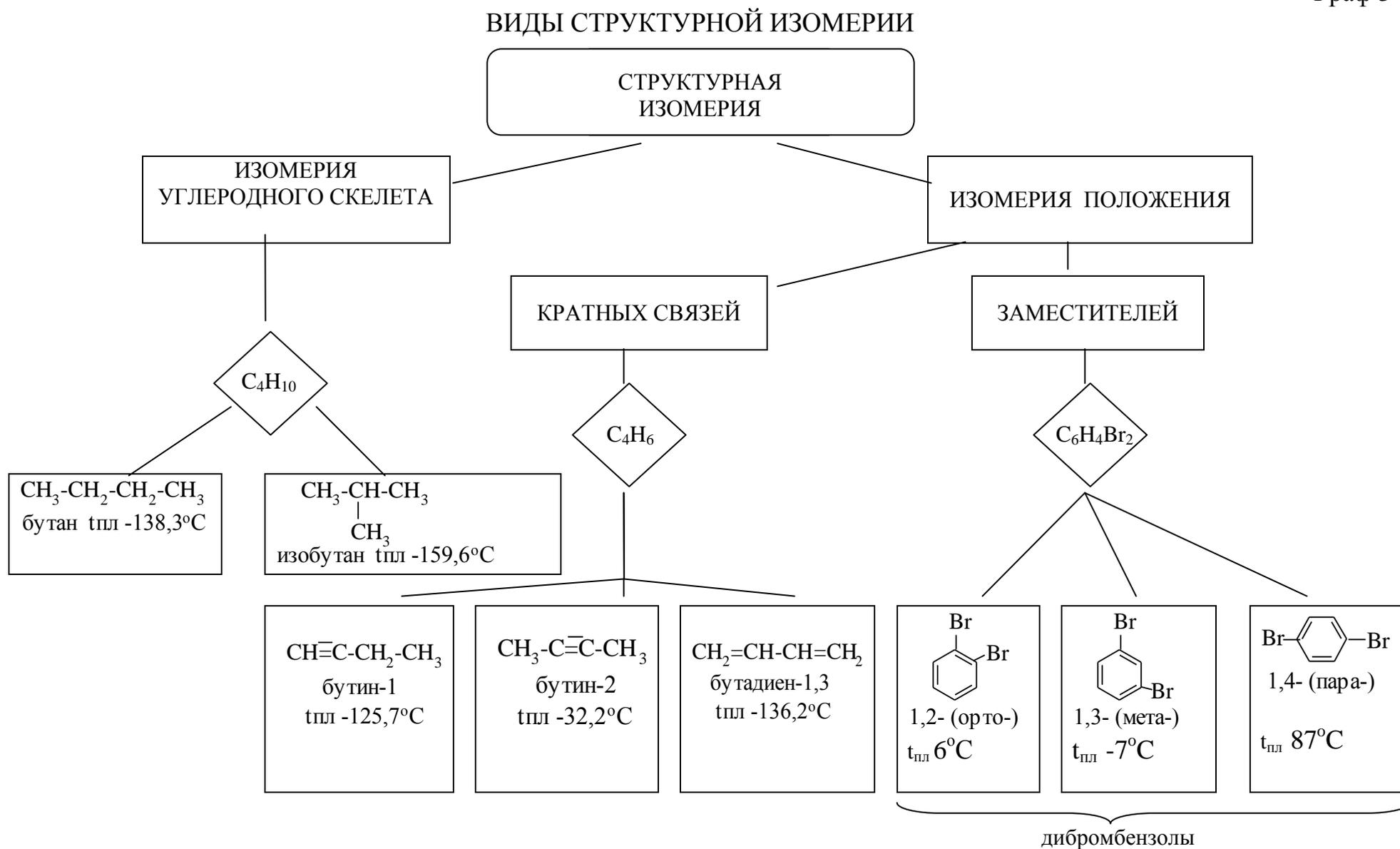
Класс	Функциональная группа *	Префикс	Суффикс
Карбоновые кислоты	$-(C)OON^{**}$	-	-овая кислота
	$-COOH$	карбоксо-	карбоновая кислота
Сульфоновые кислоты	$-SO_3H$	сульфо-	сульфовая кислота (сульфо-кислота)
Нитрилы	$-(C)\equiv N$	-	-нитрил
	$-C\equiv N$	циано-	-
Альдегиды	$-(C)\begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix} \begin{matrix} O \\ H \end{matrix}$	оксо-	-аль
Кетоны	$\diagup(C)=O$	оксо-	-он
Спирты	$-OH$	гидрокси-	-ол
Тиолы	$-SH$	меркапто-	-тиол
Амины	$-NH_2$	амино-	-амин
Нитросоединения	$-NO_2$	нитро-	-
Простые эфиры	$-OR$	R-окси- (алкокси-)	-
Сульфиды (тиоэфиры)	$-SR$	R-тио-	-
Алкены	$\diagup C=C \diagdown$	-	-ен
Алкины	$-C\equiv C-$	-	-ин
Галогенопроизводные	$-Br, -I, -F, -Cl$	бromo-, иодо-, фторо-, хлоро-	-

* группы перечислены в порядке уменьшения старшинства

** атом углерода, заключенный в скобки, входит в состав углеродной цепи

НАЗВАНИЯ ВАЖНЕЙШИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РАДИКАЛОВ

Строение	Название	Строение	Название
$\text{H}_3\text{C}-$	метил		фенил
CH_3-CH_2-	этил		бензил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пропил		
$\text{CH}_3-\underset{\text{ }}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	изопропил		о-толил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	н-бутил		
$\text{CH}_3 \diagup \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$	изобутил		м-толил
$\text{CH}_3-\underset{\text{ }}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	втор-бутил		п-толил
$\text{CH}_3 \diagup \underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$	трет-бутил		о-фенилен
$\text{CH}_3 \diagup \underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2-$	неопентил		м-фенилен
$\text{CH}_2=\text{CH}-$	винил		п-фенилен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	аллил		бензалиден
$\text{CH}_2=\underset{\text{ }}{\text{C}}-\text{CH}_3$	изопропенил		стирил
$\text{CH}\equiv\text{C}-$	этинил		
$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-$	пропаргил		α-нафтил
$-\text{CH}_2-$	метилен		
$\text{CH}_3-\text{CH}<$	этилиден		β-нафтил



ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 4

ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ АТОМОВ В МОЛЕКУЛАХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

КОВАЛЕНТНАЯ			ЭЛЕКТРОВАЛЕНТНАЯ (ИОННАЯ)
НЕПОЛЯРНАЯ	ПОЛЯРНАЯ	ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНАЯ	
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ этан	$\delta^+ \delta^-$ $\text{H}_3\text{C}-\text{Cl}$ хлорметан	$\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{N}}(\text{H})_2$ катион метиламмония	$[\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3] \text{Cl}^-$ метиламмония хлорид
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ этен	$\delta^+ \delta^-$ $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ метаналь	$\text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{N}}(\text{O}^-)$ нитрометан (семиполярная связь)	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^- \text{Na}^+$ ацетат натрия

Таблица 5

ХАРАКТЕРИСТИКА КОВАЛЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ

Связь	Длина, нм	Энергия, кДж/моль (ккал/моль)	Полярность*, Д
C-C	0,154	347 (83)	0
C=C	0,133	606 (145)	0
C≡C	0,120	828 (198)	0
C-N	0,147	305 (73)	0,5
C=N	0,127	615 (147)	0,9
C≡N	0,115	876 (210)	3,5
C-O	0,143	334 (80)	0,8
C=O	0,123	694 (166)	2,7
C-F	0,140	426 (102)	1,8
C-Cl	0,177	326 (78)	1,6
C-Br	0,191	284 (68)	1,5
C-I	0,212	213 (51)	1,5
H-C	0,112	414 (99)	0,3

*Первым указан атом, образующий положительный конец диполя

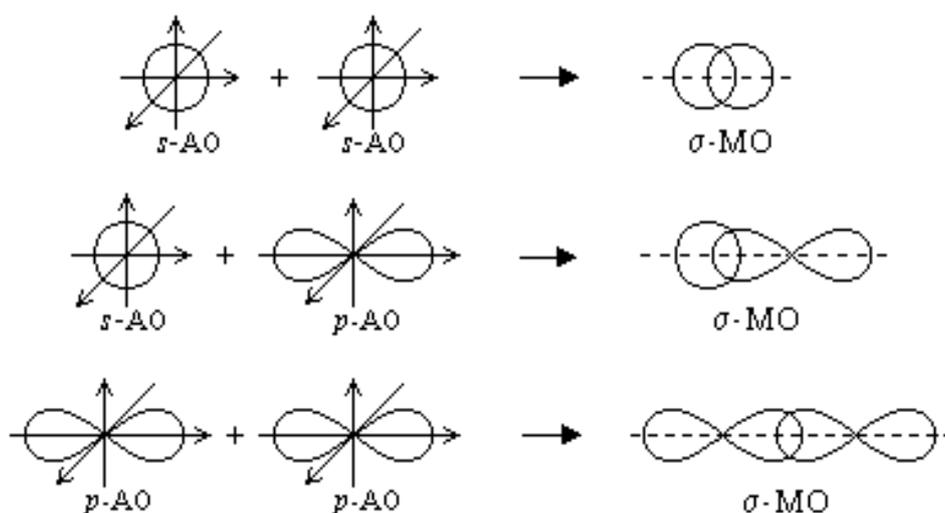
ОБРАЗОВАНИЕ σ -МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОРБИТАЛЕЙ

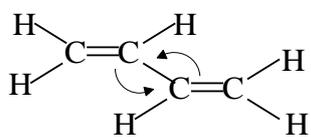
Таблица 6

ВАЛЕНТНОЕ СОСТОЯНИЕ И СТРОЕНИЕ АТОМА УГЛЕРОДА
В АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДАХ

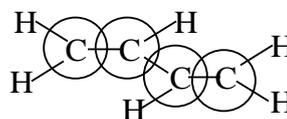
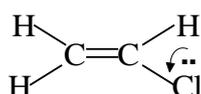
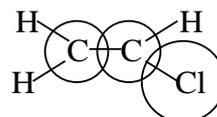
Валентное состояние атома углерода	Тип гибридизации электронных орбиталей	Число гибридных орбиталей	Число атомов или групп, связанных с атомом углерода	Примеры	Строение атома углерода
первое	$sp^3 (s + 3p)$	4	4		тетраэдрическое
второе	$sp^2 (s + 2p)$	3	3		тригональное (плоское)
третье	$sp (s + p)$	2	2		дигональное (линейное)

ПРИМЕРЫ СОПРЯЖЕННЫХ СИСТЕМ

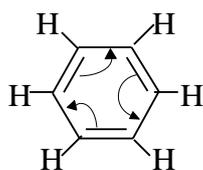
СОПРЯЖЕННЫЕ СИСТЕМЫ С ОТКРЫТОЙ ЦЕПЬЮ СОПРЯЖЕНИЯ



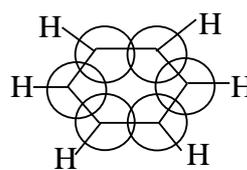
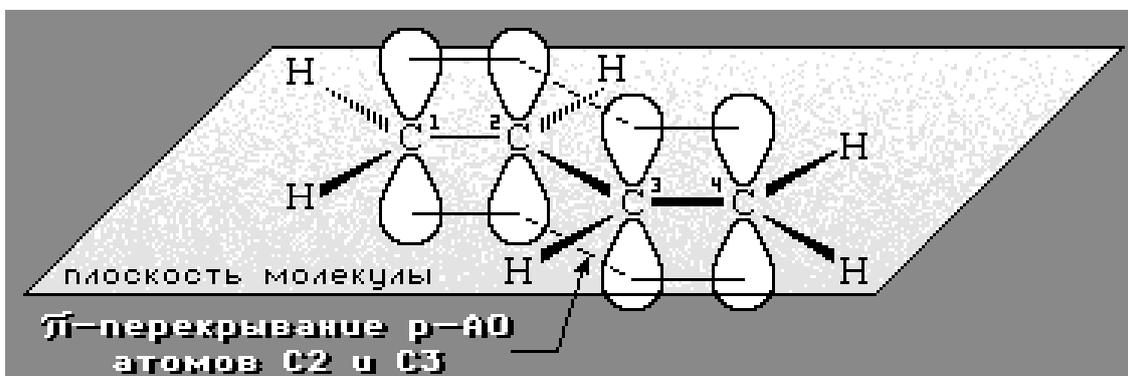
бутадиен-1,3

 π, π -сопряжениехлорэтен
(хлорвинил) p, π -сопряжение

СИСТЕМА С ЗАМКНУТОЙ ЦЕПЬЮ СОПРЯЖЕНИЯ



бензол

 π, π -сопряжениеДЕЛОКАЛИЗАЦИЯ π -СВЯЗЕЙ В БУТАДИЕНЕ-1,3

ШКАЛА ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ-ОРГАНОГЕНОВ
ПО ПОЛИНГУ

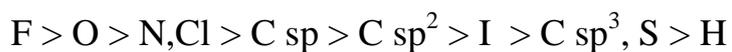


Таблица 7

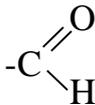
ПРИМЕРЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЭФФЕКТОВ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ

Примеры	Тип сопряжения	Электронный эффект	Суммарное электронное влияние
$CH_3-CH_2-\underline{Na}$	-	+I	электронодонор (ЭД)
$CH_2=CH-\underline{CH_3}$	-	+I	ЭД
$CH_3-CH_2-\underline{Cl}$	-	-I	электроноакцептор (ЭА)
$CH_2=CH-\underline{Cl}$	р,π	-I > +M	ЭА
$CH_3-CH_2-\underline{OCH_3}$	-	-I	ЭА
$CH_2=CH-\underline{OCH_3}$	р,π	-I < +M	ЭД
$CH_2=CH-\underline{CH=O}$	π,π	-I, -M	ЭА
$CH_2=CH-C\equiv N$	π,π	-I, -M	ЭА

Заместитель подчеркнут

I – индуктивный эффект, M – мезомерный эффект

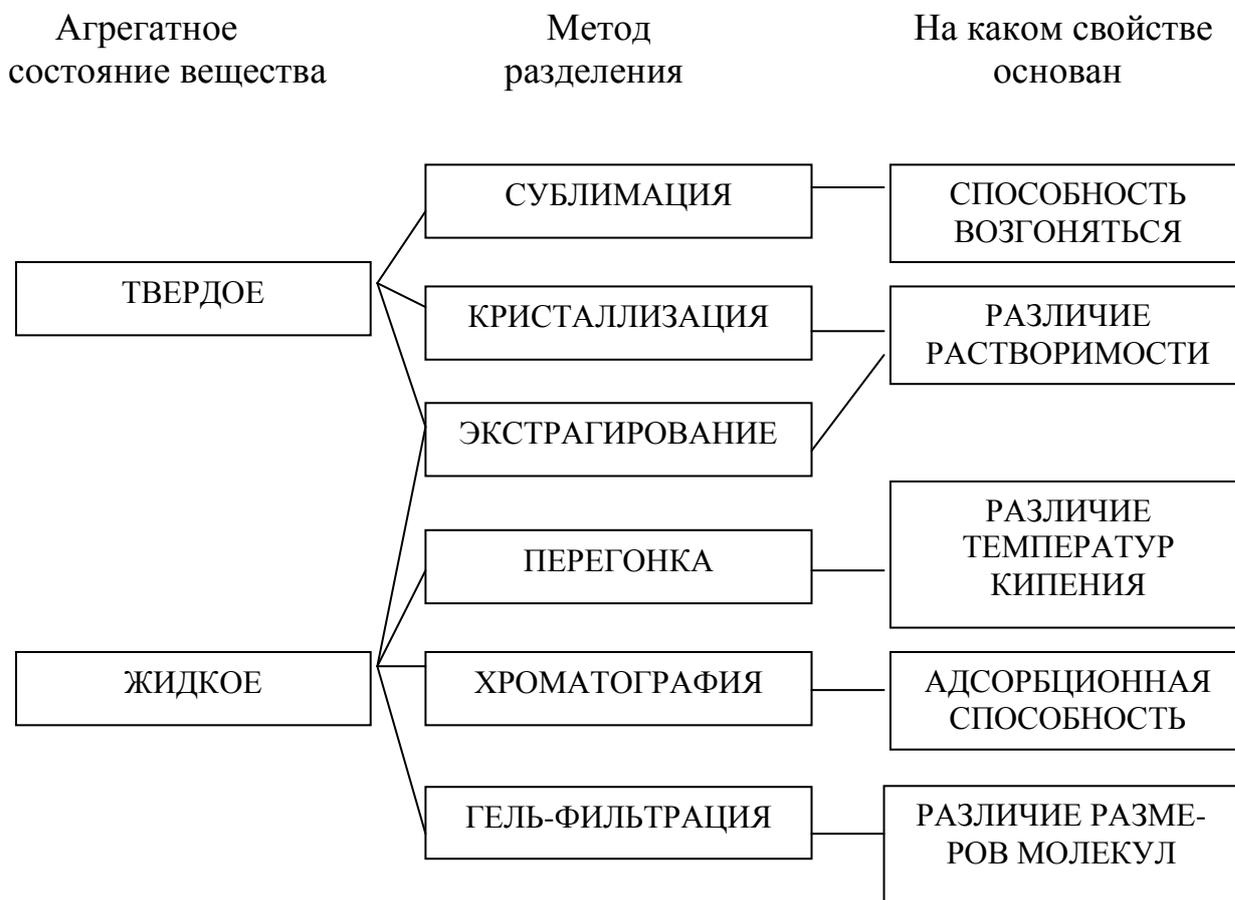
НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ПРОЯВЛЯЕМЫЕ
ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ

Заместитель	Индуктивный эффект (I)	Мезомерный эффект (M)	Соотношение I- и M-эффектов в сопряженных системах
Алкилы (-CH ₃ , -C ₂ H ₅ и т.д.)	+I	-	-
-O ⁻	+I	+M	электронодонор (+I,+M)
-NH ₂ , -NHAlk, -N(Alk) ₂ , -NH-C-CH ₃ O	-I	+M	электронодонор (+M>-I)
-OH, -OAlk, -O-C-CH ₃ O	-I	+M	электронодонор (+M>-I)
Галогены	-I	+M	электроноакцептор (-I>+M)
	-I	-M	электроноакцептор (-I,-M)
	-I	-M	электроноакцептор (-I,-M)
-C≡N	-I	-M	электроноакцептор (-I,-M)
-NO ₂	-I	-M	электроноакцептор (-I,-M)
-SO ₃ H	-I	-M	электроноакцептор (-I,-M)

ВЫДЕЛЕНИЕ, ОЧИСТКА И УСТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Граф 4

СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



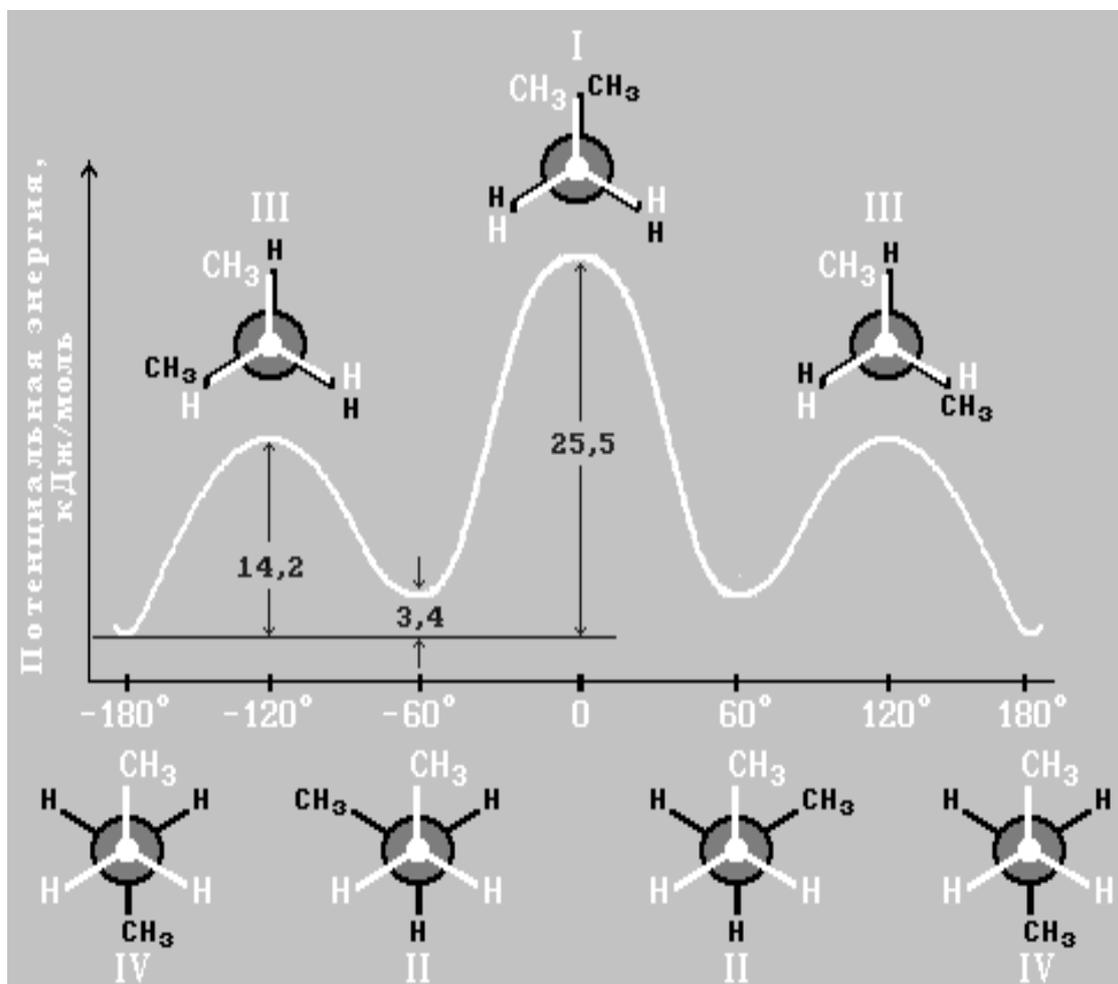
КАЧЕСТВЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЙ

Определяемый элемент	Минерализация	Критерий наличия элемента
C,H	CO ₂	Ba(OH) ₂ р-р BaCO ₃ белый осадок
	H ₂ O	CuSO ₄ безводный CuSO ₄ · 5H ₂ O голубой
N,S,Cl	NaCN	FeSO ₄ FeCl ₃ Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ синий
	Na ₂ S	Pb(NO ₃) ₂ р-р PbS черный осадок
	NaCl	AgNO ₃ р-р AgCl белый осадок
Cl	Cu, пламя CuCl ₂	пламя зеленого цвета

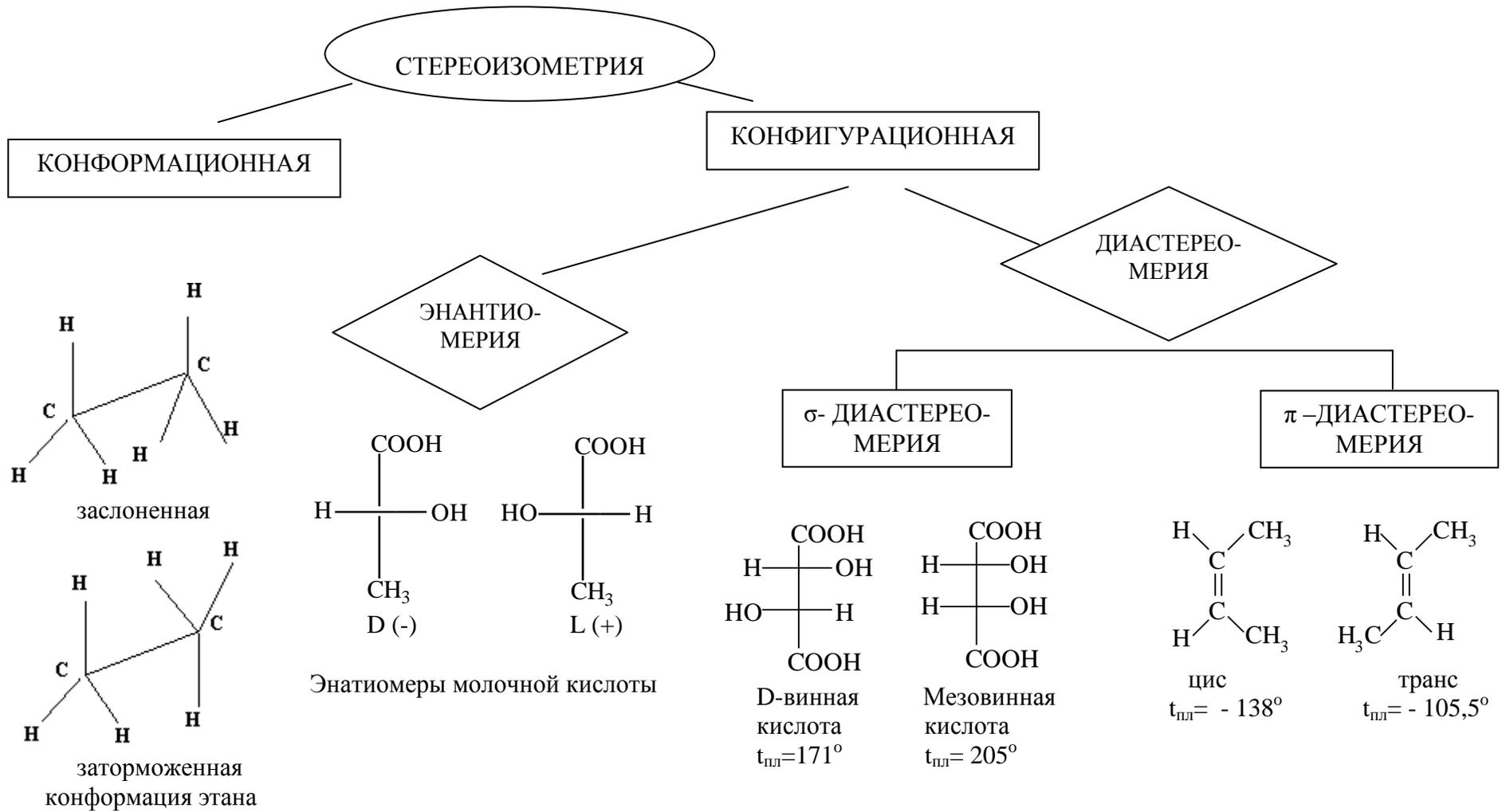
СТЕРЕОИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Рисунок 4

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭНЕРГИИ КОНФОРМАЦИЙ БУТАНА



ВИДЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗОМЕРИИ



СТРОЕНИЕ СТЕРЕОИЗОМЕРОВ БУТЕНА-2

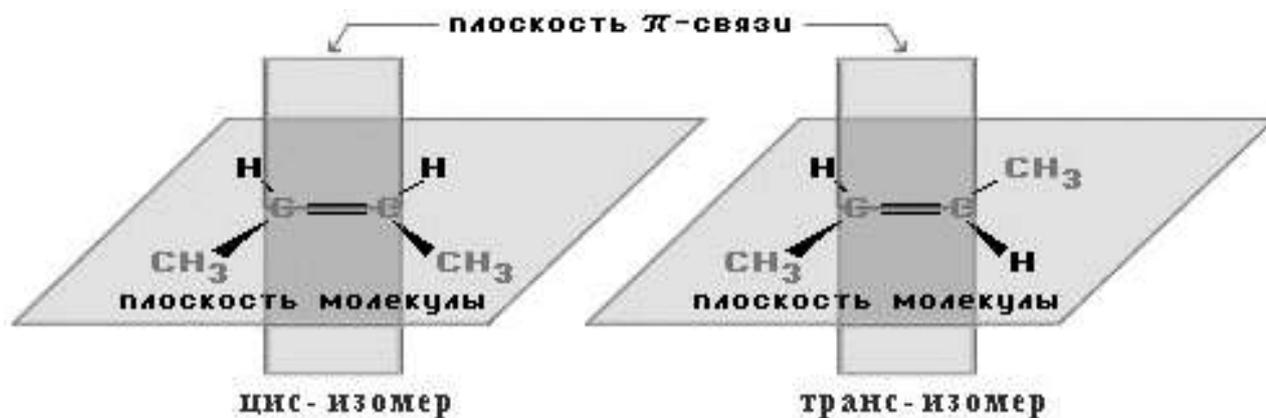
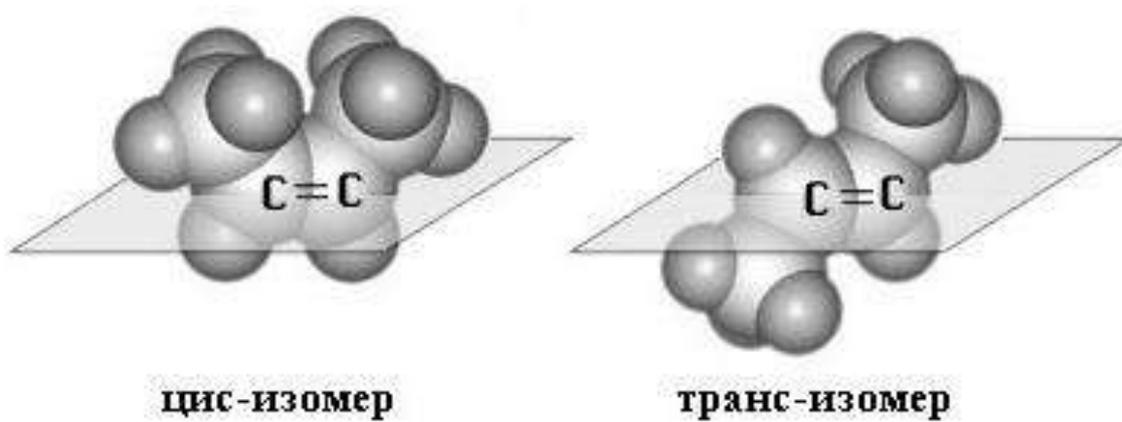


Рисунок 6

МОДЕЛИ МОЛЕКУЛ СТЕРЕОИЗОМЕРОВ БУТЕНА-2



КОНФОРМАЦИИ МОЛЕКУЛ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Структурная формула углеводорода	Название конформации	Перспективная формула	Проекционная формула Ньюмена
Этан $\text{CH}_3\text{-CH}_3$	заслоненная		
	заторможенная		
Бутан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (вращение вокруг связи $\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$)	заслоненная А		
	скошенная (гош-) Б		
	заслоненная В		
	заторможенная (транс-, анти-) Г		

Условное обозначение:  - метильная группа

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 10

КИСЛОТНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ КЛАСОВ СОЕДИНЕНИЙ

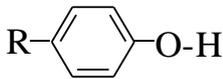
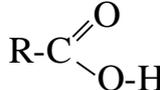
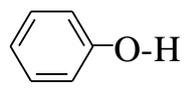
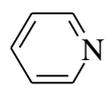
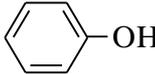
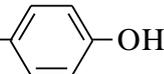
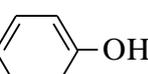
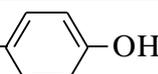
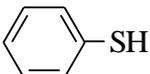
СН- кислоты	NH- кислоты	ОН-кислоты			SH- кислоты
R-CH ₂ -H алканы	R-NH-H амины	R-O-H спирты	 фенолы	 карбоновые кислоты	R-S-H тиолы
C ₂ H ₅ -H pKa 50,0	C ₂ H ₅ -NH-H pKa 30,0	C ₂ H ₅ -O-H pKa 18,0	 pKa 10,0	CH ₃ -COO-H pKa 4,7	C ₂ H ₅ -S-H pKa 12,0

Таблица 11

ЖЕСТКИЕ И МЯГКИЕ КИСЛОТЫ И ОСНОВАНИЯ

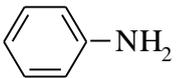
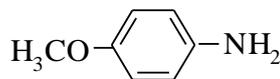
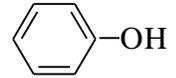
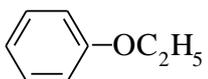
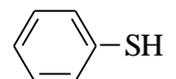
ОСНОВАНИЯ		КИСЛОТЫ	
жесткие	мягкие	жесткие	мягкие
H ₂ O, HO ⁻ , R-OH, R-O ⁻ , NH ₃ , NH ₂ ⁻ , R-NH ₂ , R-NH ⁻ , R-O-R, R-COO ⁻ , Cl ⁻ , F ⁻	R-S-R, R-SH, R-S ⁻ , H ⁻ , I ⁻ , R ₂ C=CR ₂ , 	H ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Mn ²⁺ , Al ³⁺ , AlCl ₃ , R-C ⁺ =O	Ag ⁺ , Cu ⁺ , Hg ²⁺ , I ⁺ , Br ⁺
промежуточные			
Br ⁻ , C ₆ H ₅ -NH ₂ , 		Cu ²⁺ , Fe ²⁺ , Zn ²⁺ , R ₃ C ⁺ , C ₆ H ₅ ⁺	

ЗНАЧЕНИЯ рKa НЕКОТОРЫХ КИСЛОТ БРЕНСТЕДА

Тип кислот	Кислоты		рKa (водный раствор)
	Название	Формула	
ОН	муравьиная кислота	H-COOH	3,75
	уксусная кислота	CH ₃ -COOH	4,76
	фенол		9,98
	п-крезол	H ₃ C- 	10,14
	п-метоксифенол	H ₃ CO- 	10,21
	п-нитрофенол	O ₂ N- 	7,15
	вода	H ₂ O	15,70
	метанол	CH ₃ OH	16,00
	этанол	CH ₃ CH ₂ OH	18,00
	трет-бутиловый спирт	(CH ₃) ₃ COH	19,00
	глицерин	HO-CH ₂ -CH(OH)-CH ₂ OH	14,40
SH	сероводородная кислота	HSH	7,00
	этантиол	C ₂ H ₅ SH	10,50
	тиофенол		8,46
NH	аммиак	H ₂ N-H	33,00*
	ацетамид	CH ₃ -C(=O)-NH ₂	15,10
СН	ацетон	CH ₃ -CO-CH ₃	20,00
	этан	H ₃ C-CH ₃	42,00*
	этилен	H ₂ C=CH ₂	36,50*
	ацетилен	HC≡CH	25,00*
	бензол		37,00*

* - косвенная оценка

ЗНАЧЕНИЯ pK_{BH^+} НЕКОТОРЫХ ОСНОВАНИЙ БРЕНСТЕДА

Тип основания	О с н о в а н и я		pK_{BH^+}
	Название	Формула	
а м м о н и е в о е	аммиак	NH_3	9,24
	метиламин	CH_3-NH_2	10,62
	диметиламин	$(CH_3)_2NH$	10,77
	триметиламин	$(CH_3)_3N$	9,80
	анилин		4,58
	п-метоксианилин		5,29
	п-нитроанилин		1,02
	дифениламин	$(C_6H_5)_2NH$	0,90
	трифениламин	$(C_6H_5)_3N$	<0
о к с о н и е в о е	метилловый спирт	CH_3OH	-2,20
	изопропиловый спирт	$(CH_3)_2CH-OH$	-3,20
	трет-бутиловый спирт	$(CH_3)_3C-OH$	-3,80
	фенол		-6,74
	диэтиловый эфир	$C_2H_5-O-C_2H_5$	-3,60
	дипропиловый эфир	$CH_3CH_2CH_2-O-CH_2CH_2CH_3$	-4,40
	фенетол		-6,44
с у л ь ф о - н и е в о е	метантиол	CH_3SH	-6,70
	диметилсульфид	CH_3-S-CH_3	-5,30
	тиофенол		-7,00

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 14

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТР

Излучение	Длина волны (λ), см	E, эв	Процессы, происходящие при поглощении или излучении
γ -лучи	10^{-11} – 10^{-8}	10^7	Изменения в энергетическом состоянии ядер (спектроскопия γ -резонанса)
Рентгеновское	10^{-8} – 10^{-6}	10^5	Изменения в энергетическом состоянии внутренних электронов атомов (рентгено-спектроскопия)
Ультрафиолетовое и видимое	10^{-6} – 10^{-4}	10	Изменения энергетического состояния внешних электронов (электронные спектры)
Инфракрасное	10^{-4} – 10^{-2}	10^{-1}	Колебания атомов в молекуле (колебательные спектры)
Микроволновое	10^{-1} –10	10^{-3}	Колебания атомов в кристаллической решетке, изменения вращательного энергетического состояния
Радиоволны	> 100	$< 10^{-6}$	Изменения энергетического состояния спинов ядер и электронов (спектроскопия ЯМР, ЭПР).

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ ЧАСТОТЫ ПОГЛОЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СВЯЗЕЙ В ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ

Связь	Соединение	Диапазон частот ν , см ⁻¹	Интенсивность полосы
	Алканы	2960-2850	Сильная, средняя
	Алкены	3100-3010	Средняя
	Алкины	3300	Сильная
	Арены	3100-3000	Переменная
-O-H (неассоциированная)	Спирты, фенолы	3700-3600	Средняя
-S-H	Тиоспирты, тиофенолы	2600-2550	Слабая
 (неассоциированная)	Первичные и вторичные амины	3550-3350	Средняя
 	Спирты, фенолы	1200-1000	Сильная
	Алифатические альдегиды	1740-1720	Сильная
	Алифатические кетоны	1725-1705	Сильная
	Алифатические кислоты	1725-1700	Сильная
	Соли карбоновых кислот	1600-1590 1400	Сильная, слабая
	Алкены, ароматические соединения	1660-1500	Средняя
-C≡C-	Алкины	2250-2150	Слабая
-C≡N	Нитрилы	2250-2200	Слабая

ХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПРОТОНОВ

Тип протонов	δ , мд	τ , мд
Алифатические Алициклические	0-2,0	8,0-10,0
Ацетиленовые	2,0-3,0	7,0-8,0
Алифатические – замещенные	1,6-5,0	5,0-8,4
Олефиновые	4,5-7,6	2,4-5,5
Ароматические Гетероциклические	6,0-9,0	1,0-4,0
Альдегидные	9,0-10,0	0-1,0
Кислотные	8,0-10,0	2,0-0,0
Фенольные	7,6	2,4
Спиртовые (первичные и вторичные)	5,1	4,9
Спиртовые (третичные)	3,5	6,5
Аминные	1,7	8,3
Тетраметилсилан	0	10

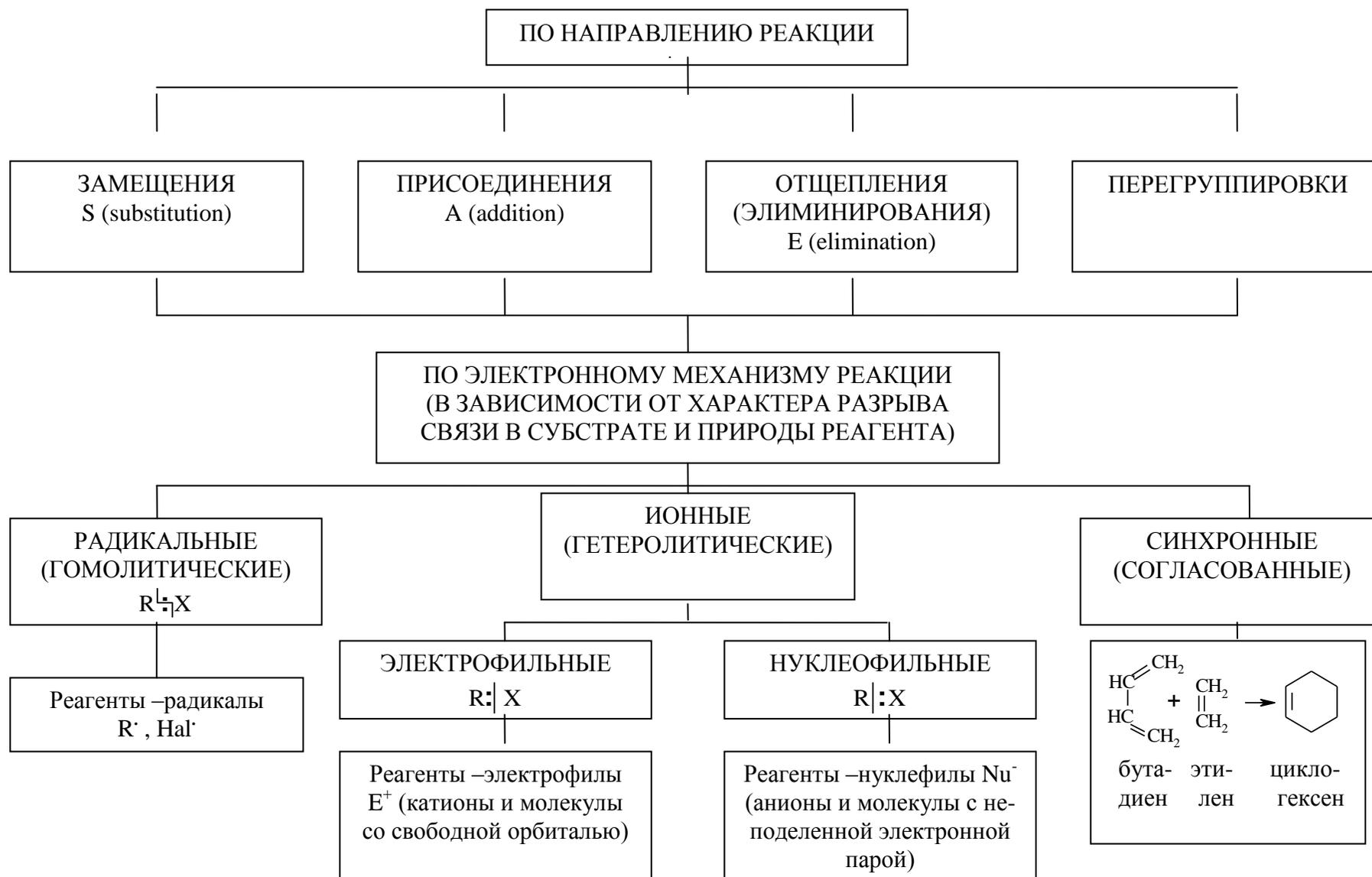
КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. АЛКАНЫ И ЦИКЛОАЛКАНЫ

Граф 7

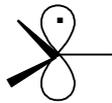
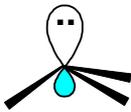
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Присоединение (A)	Отщепление (E)
$ \begin{array}{c} R & & R \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ R & & R \end{array} + A-B \longrightarrow \begin{array}{c} R & & R \\ & \diagdown & / \\ A-C & - & C-B \\ & / & \diagdown \\ R & & R \end{array} $	$ \begin{array}{c} R & & R \\ & \diagdown & / \\ X-C & - & C-Y \\ & / & \diagdown \\ R & & R \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R & & R \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ R & & R \end{array} + X-Y $
Замещение (S)	Перегруппировка
$ \begin{array}{c} R \\ \\ R-C-Y \\ \\ R \end{array} + Z \longrightarrow \begin{array}{c} R \\ \\ R-C-Z \\ \\ R \end{array} + Y $	$ \begin{array}{c} R & H \\ & \\ R-C & - & C-X \\ & \\ R & H \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R & H \\ & \\ R-C & - & C-R \\ & \\ X & H \end{array} $

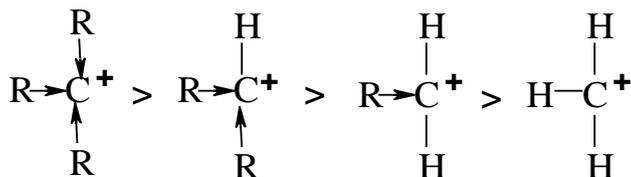
КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ



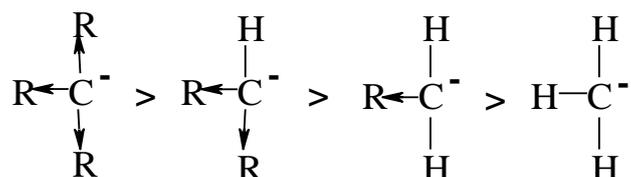
ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ АКТИВНЫХ ЧАСТИЦ

Свободный радикал	$\text{R}-\overset{\cdot}{\text{C}}\text{H}_2$ \swarrow sp^2		На p_z -атомной орбитали один электрон
Карбокатион	$\text{R}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$ \swarrow sp^2		На p_z -атомной орбитали нет электронов
Карбанион	$\text{R}-\overset{-}{\text{C}}\text{H}_2$ \swarrow sp^3		На sp^3 -гибридной орбитали, не участвующей в образовании σ -связи, неподделенная электронная пара

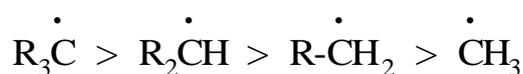
СТАБИЛЬНОСТЬ КАРБОКАТИОНОВ:



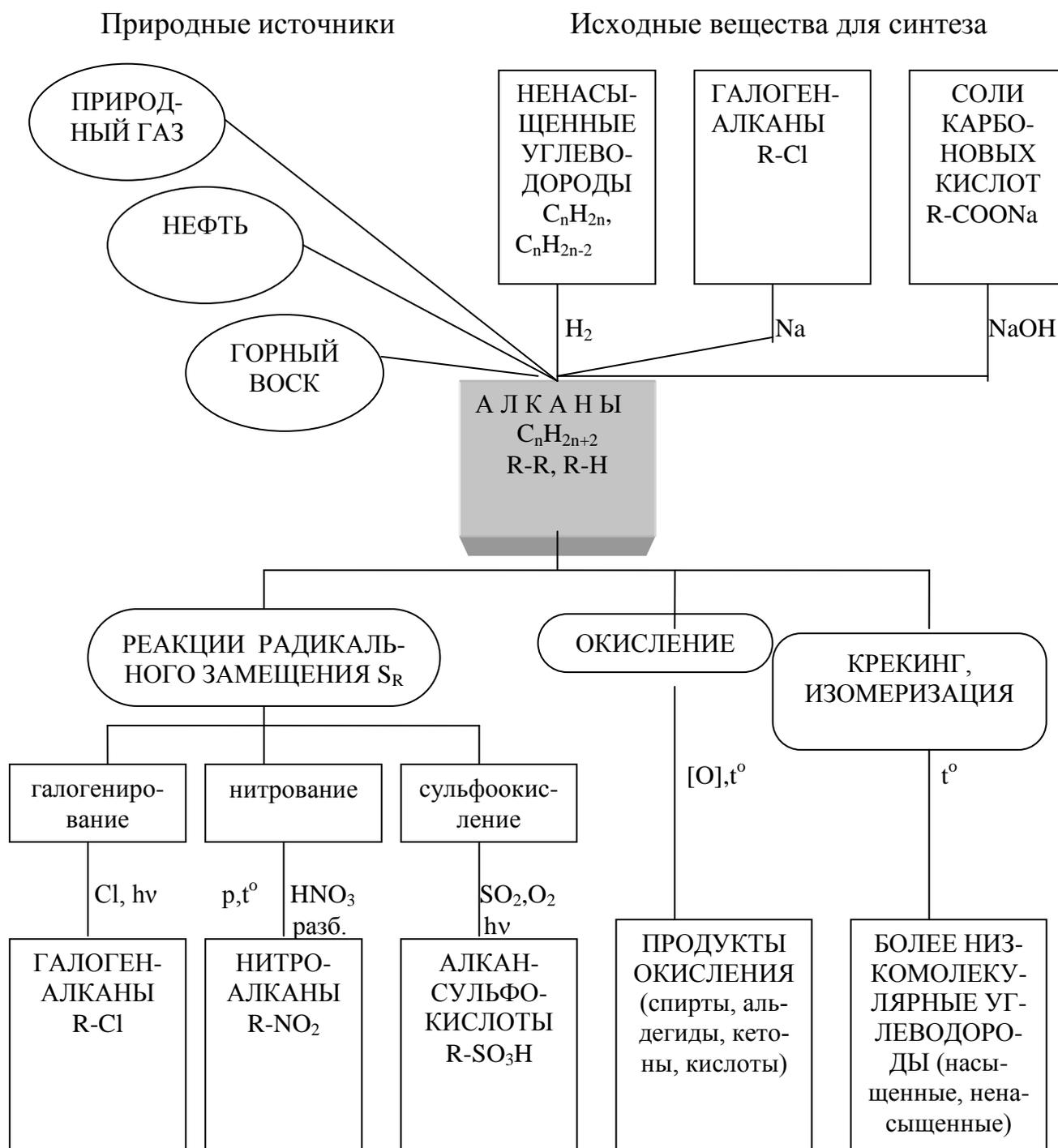
СТАБИЛЬНОСТЬ КАРБАНИОНОВ:



СТАБИЛЬНОСТЬ РАДИКАЛОВ:



ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НАСЫЩЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ (АЛКАНОВ)



ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АЛКАНОВ

Название	Формула	$t^{\circ}\text{пл.},$ °C	$t^{\circ}\text{кип.},$ °C	d_4^{20*}
Метан	CH_4	-182,5	-161,5	0,415 (при -164°C)
Этан	C_2H_6	-182,8	-88,6	0,561 (при -100°C)
Пропан	C_3H_8	-187,6	-42,1	0,583 (при -44,5°C)
Бутан	C_4H_{10}	-138,3	-0,5	0,500 (при 0°C)
Изобутан	$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$	-159,4	-11,7	0,563
Пентан	C_5H_{12}	-129,7	36,07	0,626
Изопентан	$(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$	-159,9	27,9	0,620
Неопентан	$\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_3$	-16,6	9,5	0,613

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ЦИКЛОАЛКАНОВ

Соединение	$t^{\circ}\text{пл.},$ °C	$t^{\circ}\text{кип.},$ °C	d_4^{20}
Циклопропан	-126,9	-33	0,688 ¹
Метилциклопропан	-177,2	0,7	0,6912 ²
Циклобутан	- 80	13	0,7038
Метилциклобутан	-149,3	36,8	0,6931
Циклопентан	- 94,4	49,3	0,7460
Метилциклопентан	-142,2	71,9	0,7488
Циклогексан	6,5	80,7	0,7781

¹ При температуре кипения.² При -20,0°C.

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЦИКЛОАЛКАНОВ $(\text{CH}_2)_n$

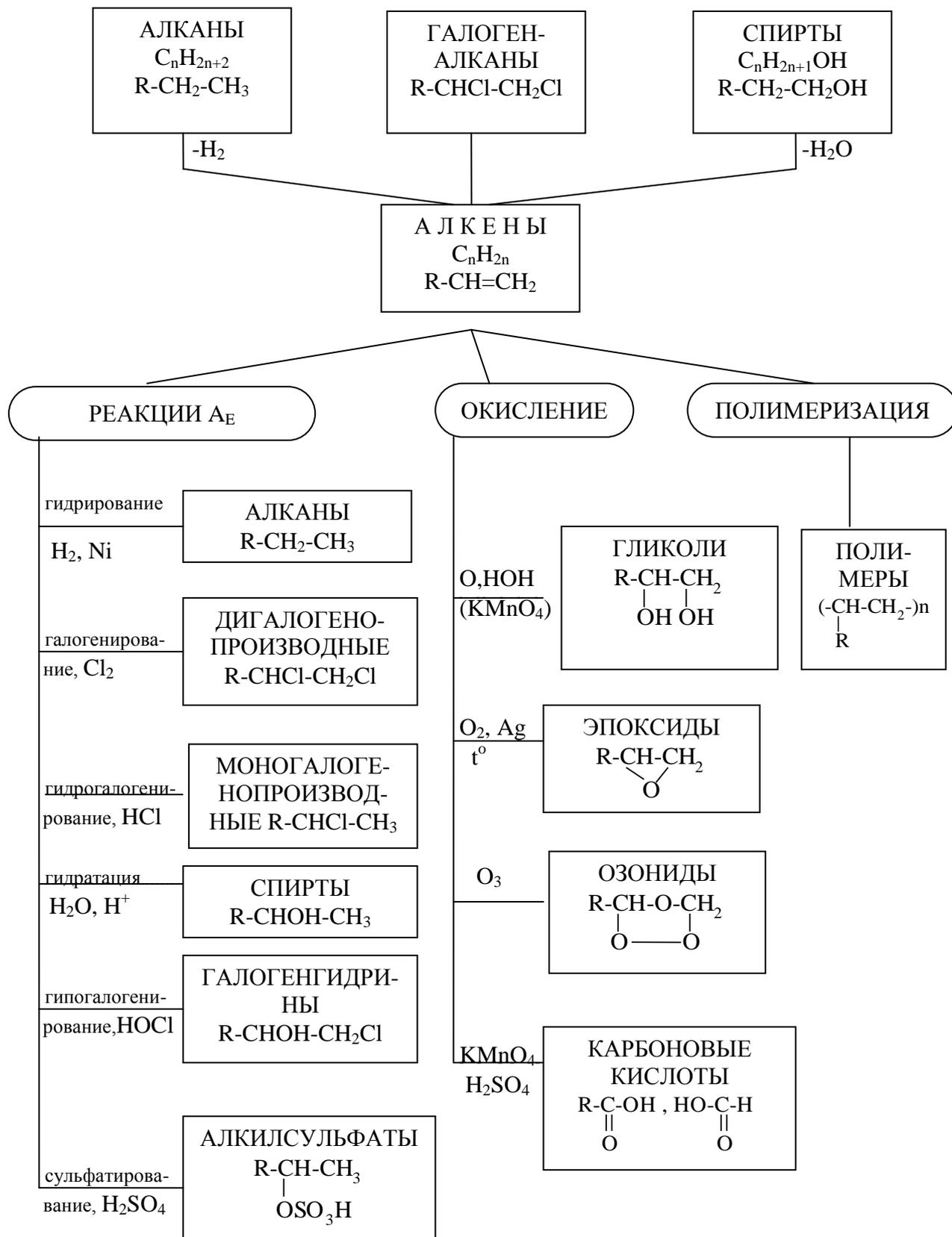
Реакция $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ (\text{CH}_2)_{n-2} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array} +$	Цикло- пропан $(\text{CH}_2)_3$	Цикло- бутан $(\text{CH}_2)_4$	Цикло- пентан $(\text{CH}_2)_5$	Цикло- гексан $(\text{CH}_2)_6$
$+ \text{Br}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Br} \\ / \quad \backslash \\ (\text{CH}_2)_{n-2} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2\text{Br} \end{array}$	медленно	очень медленно	инертен	инертен
$+ \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ / \quad \backslash \\ (\text{CH}_2)_{n-2} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2\text{OSO}_3\text{H} \end{array}$	энергично	очень медленно	инертен	инертен
$+ \text{KMnO}_4 \not\rightarrow$	Реакция не идет			
$+ \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ / \quad \backslash \\ (\text{CH}_2)_{n-2} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_3 \end{array}$	при 50°	при 200°	инертен	инертен

В медицине применяется вазелин – смесь жидких и твердых углеводородов (от C_{12} до C_{25}) в качестве основы для мазей, парафин (C_{15} и выше) для лечения теплом при невралгиях, циклопропан – для ингаляционного наркоза. Кольца циклопентана и циклогексана лежат в основе многих биологически активных соединений (простагландинов, терпенов, стероидов, алкалоидов).

АЛКЕНЫ, АЛКИНЫ, АЛКАДИЕНЫ

Граф 10

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НЕНАСЫЩЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ РЯДА ЭТИЛЕНА (АЛКЕНОВ)



МОДЕЛЬ МОЛЕКУЛЫ ЭТИЛЕНА

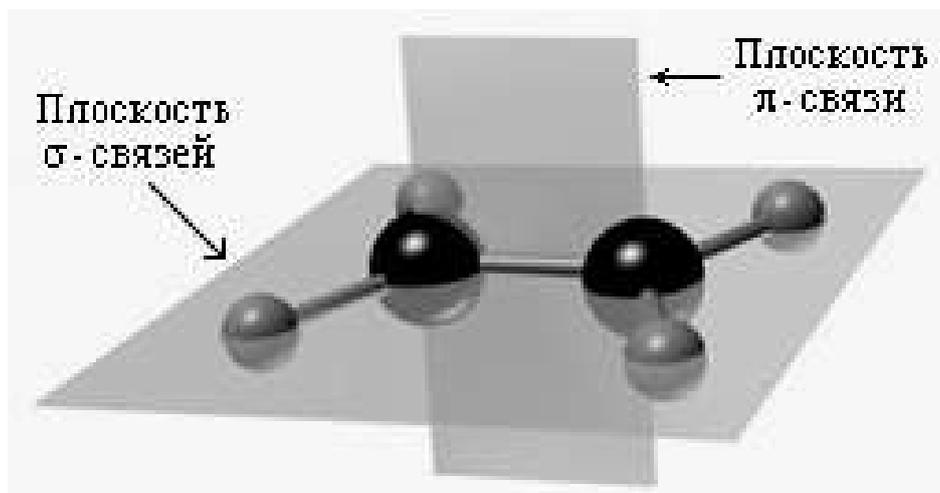
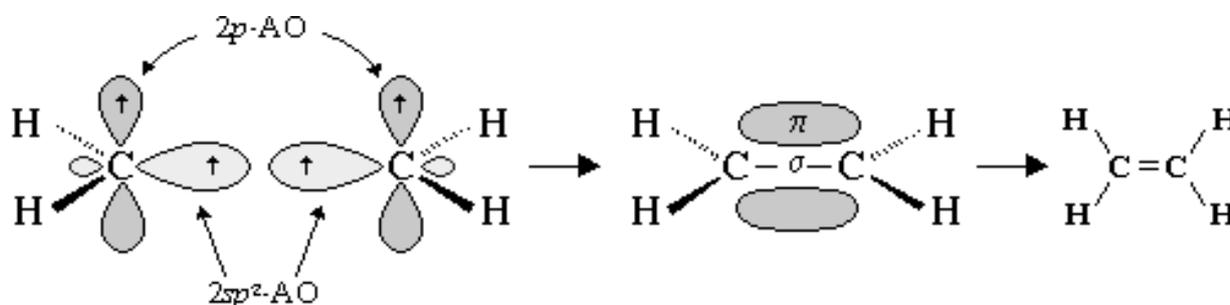


Рисунок 8

СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ МОЛЕКУЛЫ ЭТИЛЕНА



Наличие кратных связей (двойных) характерно для многих биологически активных соединений. Введение кратной связи может усилить или существенно изменить физиологическое действие вещества. Так, трихлорэтилен $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$ оказывает более выраженное наркотическое действие, чем хлороформ CHCl_3 и этилхлорид $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl}$.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АЛКЕНОВ

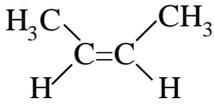
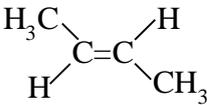
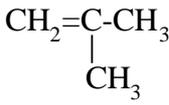
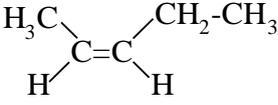
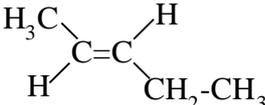
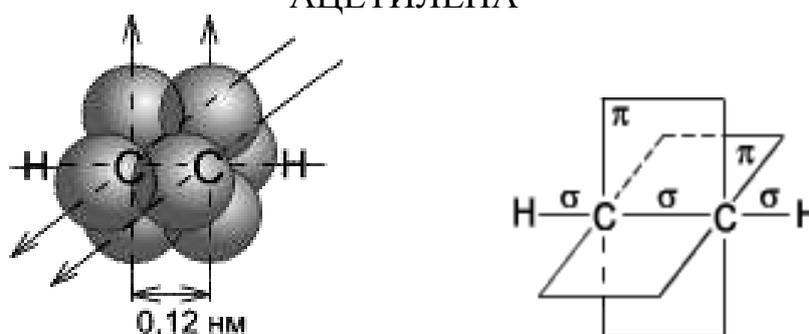
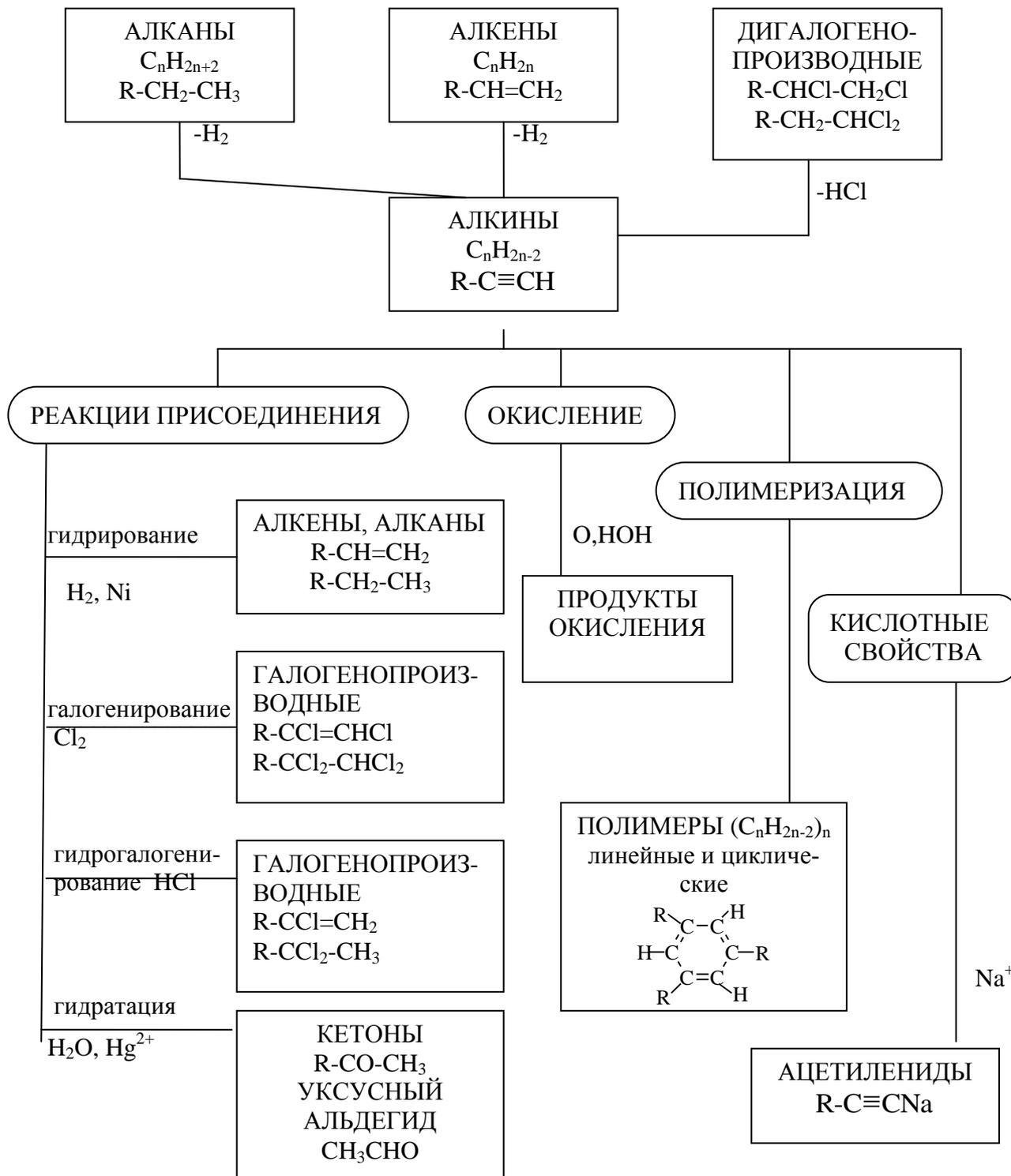
Название	Формула	$t^{\circ}\text{пл.},$ $^{\circ}\text{C}$	$t^{\circ}\text{кип.},$ $^{\circ}\text{C}$	d_4^{20}
Этилен	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	-169,2	-103,8	0,570 (при $-103,8^{\circ}\text{C}$)
Пропилен	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	-187,6	-47,7	0,610 (при $-47,7^{\circ}\text{C}$)
Бутен-1	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-185,3	-6,3	0,630 (при -10°C)
цис-Бутен-2		-138,9	3,5	0,644 (при -10°C)
транс-Бутен-2		-105,9	0,9	0,660 (при -10°C)
Изобутилен		-140,8	-6,9	0,631 (при -10°C)
Пентен-1	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-165,2	30,1	0,641 (при -25°C)
цис-Пентен-2		-151,4	37,0	0,656
транс-Пентен-2		-140,2	36,4	0,649

Рисунок 9

СХЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛЫ
АЦЕТИЛЕНА

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НЕНАСЫЩЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ
РЯДА АЦЕТИЛЕНА (АЛКИНОВ)



ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АЛКИНОВ

Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	d ₄ ²⁰
Ацетилен	HC≡CH	-80,8	-83,6	0,565 ¹
Метилацетилен	CH ₃ -C≡CH	-102,7	-23,3	0,670 ¹
Бутин-1	C ₂ H ₅ -C≡CH	-122,5	8,5	0,678 ²
Бутин-2	CH ₃ -C≡C-CH ₃	-32,3	27,0	0,691
Пентин-1	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -C≡CH	-98,0	39,7	0,691
Пентин-2	CH ₃ -CH ₂ -C≡C-CH ₃	-101,0	56,1	0,710
3-Метилбутин-1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-	28,0	0,665

¹ При температуре кипения.² При 0°C.

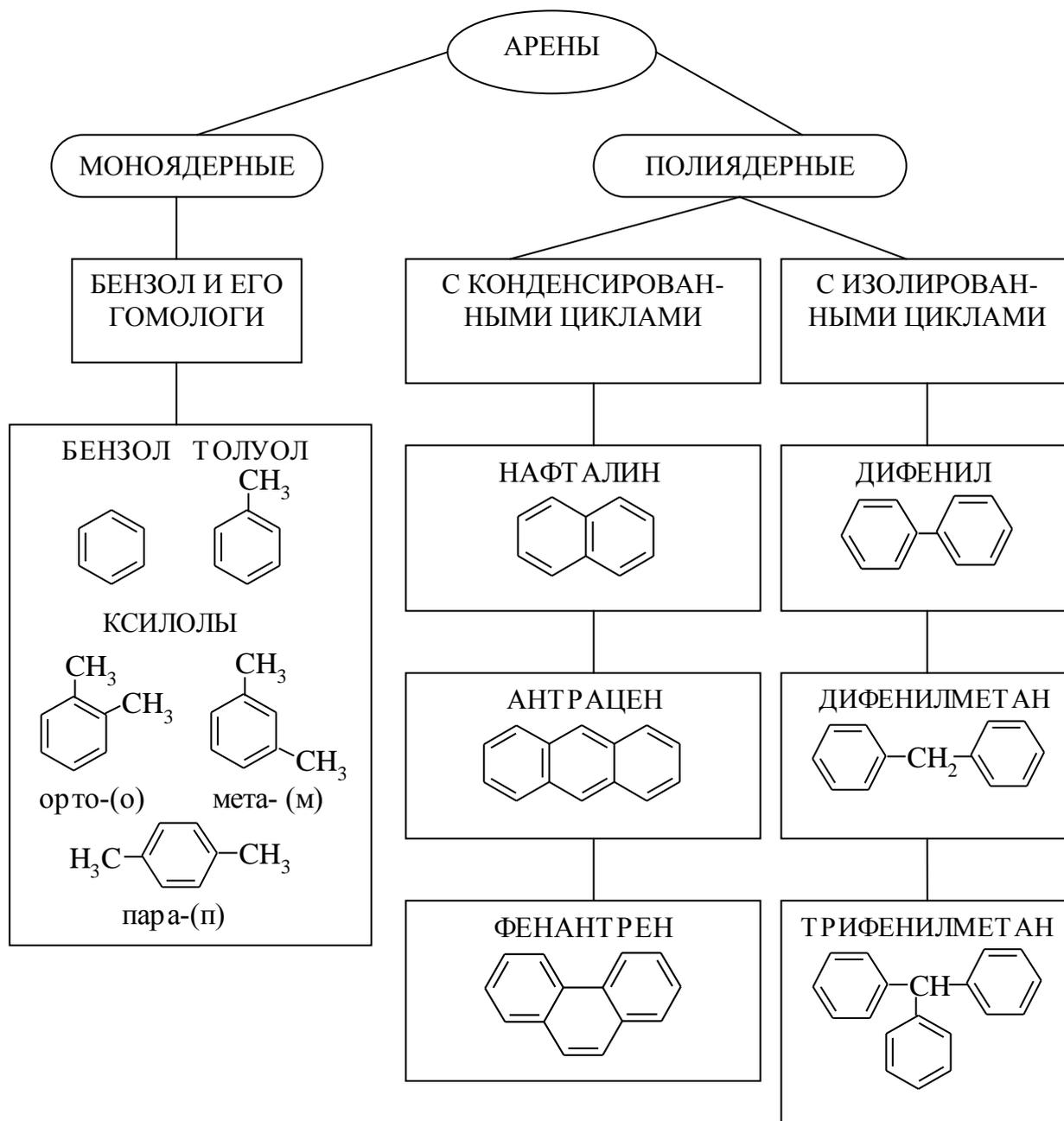
ГИБРИДИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОРБИТАЛЕЙ И ХАРАКТЕР СВЯЗЕЙ АТОМОВ В АЛКАНАХ, АЛКЕНАХ И АЛКИНАХ

Тип гибридизации	Примеры	Характеристика связи С-Н			Электроотрицательность атома углерода
		длина, нм	энергия, кДж/моль	дипольный момент, Д	
sp ³	H-CH ₂ -CH ₂ -H	0,112	414	0,31	2,50
sp ²	H-CH=CH-H	0,107	435	0,63	2,62
sp		0,106	460	1,05	2,75

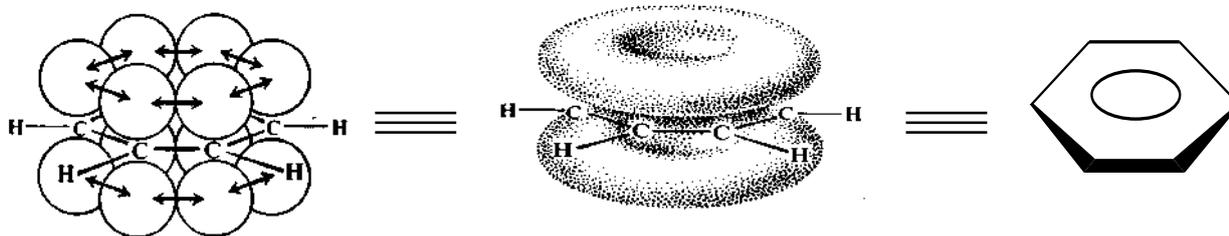
АРЕНЫ

Граф 12

КЛАССИФИКАЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

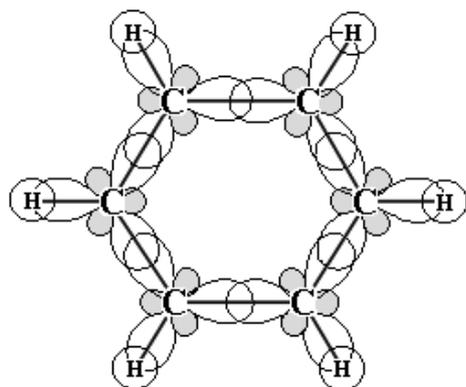


ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ БЕНЗОЛА



Перекрывание p_z -орбиталей

Образование ароматического облака



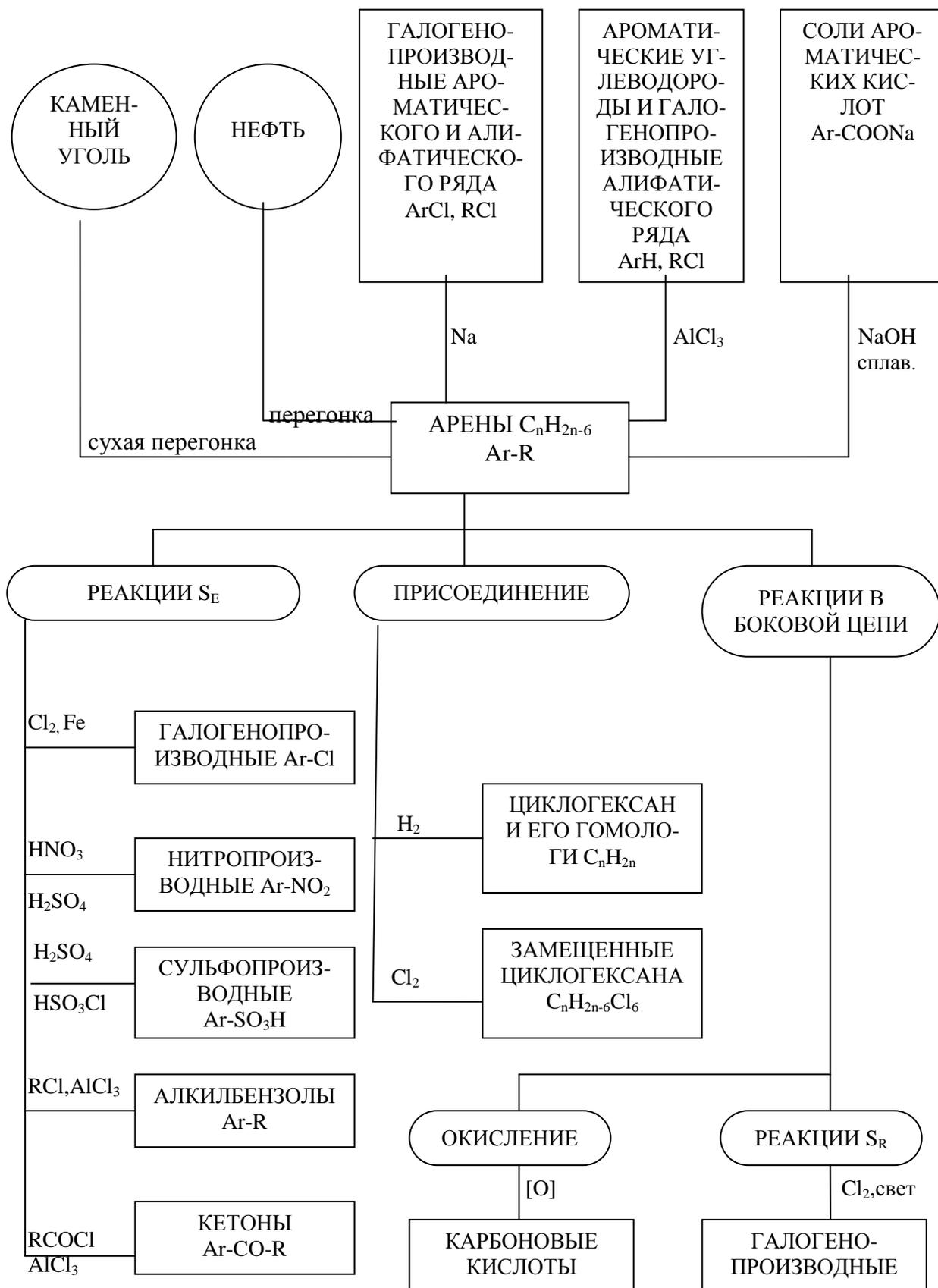
σ -скелет молекулы бензола

Таблица 24

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АРЕНОВ

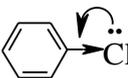
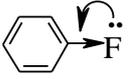
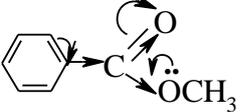
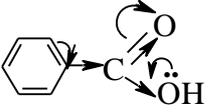
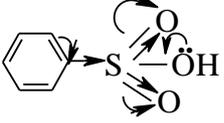
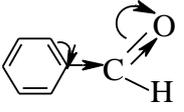
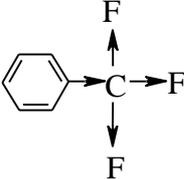
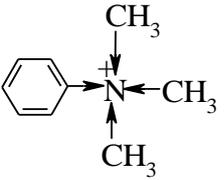
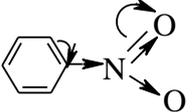
Название	Формула	t° пл., $^\circ\text{C}$	t° кип., $^\circ\text{C}$	d_4^{20}
Бензол	C_6H_6	+5,5	80,1	0,8790
Толуол (метилбензол)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	-95,0	110,6	0,8669
Этилбензол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$	-95,0	136,2	0,8670
Ксилол (диметилбензол)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$			
орто-		-25,18	144,41	0,8802
мета-		-47,87	139,10	0,8642
пара-		13,26	138,35	0,8611
Пропилбензол	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	-99,0	159,20	0,8610
Кумол (изопропилбензол)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	-96,0	152,39	0,8618
Стирол (винилбензол)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	-30,6	145,2	0,9060

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МОНОЯДЕРНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ
УГЛЕВОДОРОДОВ



ЭЛЕКТРОННОЕ ВЛИЯНИЕ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ В АРОМАТИЧЕСКОМ
КОЛЬЦЕ

Формула заместителя	Пример соединения и графическое изображение эффектов	Знак и характер индуктивного эффекта	Знак и характер мезомерного эффекта	Результирующее влияние
$-O^-$		+ I очень сильный	+ М очень сильный	очень сильный ЭД
$-N(CH_3)_2$		I ~ 0 за счет компенсации электроотрицательности азота +I метильных групп	+ М очень сильный	очень сильный ЭД
$-NH_2$		- I слабый	+ М очень сильный	сильный ЭД
$-O-CH_3$		- I слабый	+ М сильный	сильный ЭД
$-OH$	 неполярный растворитель	- I средний	+ М сильный	сильный ЭД
$-S-CH_3$		- I слабый	+М слабый	слабый ЭД
$-NH-CO-CH_3$		- I средний	+ М сильный	средний ЭД
$-CH_3$		+ I слабый	+М очень слабый (σ,π-сопряжение)	слабый ЭД
$-C(CH_3)_3$		+ I средний	нет	слабый ЭД
$-I$		- I слабый	+ М слабый	очень слабый ЭД

-Cl, -Br		- I средний	+ M слабый	слабый ЭА
-F		-I сильный	+ M средний	средний ЭА
-COOCH ₃		- I средний	- M слабый	средний ЭА
-CN		- I сильный	- M средний	сильный ЭА
-COOH		- I средний	- M средний	сильный ЭА
-SO ₃ H		- I сильный	- M средний	сильный ЭА
-CHO		- I средний	- I очень сильный	сильный ЭА
-CF ₃		- I очень сильный	нет	сильный ЭА
-N ⁺ (CH ₃) ₃		- I очень сильный	нет	очень сильный ЭА
-NO ₂		- I сильный	- M сильный	очень сильный ЭА
-N ⁺ ≡N		- I очень сильный	-M очень сильный	очень сильный ЭА

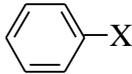
ВЛИЯНИЕ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ НА ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ
ЗАМЕЩЕНИЕ В АРОМАТИЧЕСКОМ ЯДРЕ

Орто-, пара-ориентанты		Мета-ориентанты	
электронные эффекты	заместители I рода	электронные эффекты	заместители II рода
	активирующие		дезактивирующие
+ M > -I	-OH	-I, -M	$-\text{C}\equiv\text{N}$
+ M > -I	$-\text{NH}_2, -\text{NHR}, -\text{NR}_2$	-I, -M	$-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$
+ M > -I	-OR		
+ M > -I	$-\text{NH}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{O} \end{matrix}-\text{R}$	-I, -M	$-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OR} \end{matrix}$
+I	-алкил ($-\text{CH}_3, -\text{C}_2\text{H}_5$)	-I, -M	$-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$
+I	-арил (-Ar)		
+ M < -I	дезактивирующие галогены ($-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$)	-I, -M	$-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{R} \end{matrix}$
		-I, -M	$-\text{NO}_2$
		-I	$-\overset{+}{\text{N}}\text{R}_3$
		-I, -M	$-\text{SO}_3\text{H}$

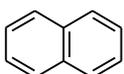
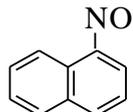
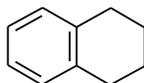
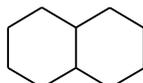
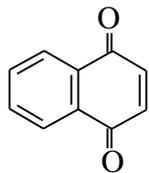
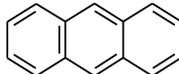
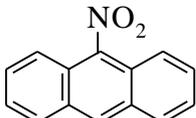
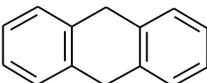
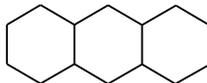
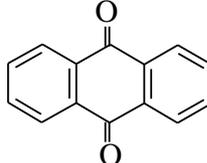
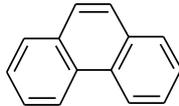
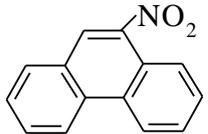
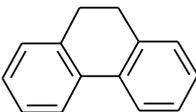
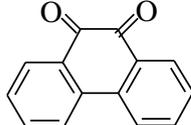
Медико-биологическое значение аренов

Бензол и его гомологи (толуол и ксилолы) – исходные вещества для синтеза лекарственных соединений. Многоядерные арены и их производные родственны многим природным биологически важным соединениям и используются для их синтеза (структура 1,4-нафтохинона лежит в основе витамина К, фенантрена – стероидов, нафталина - тетрациклиновых антибиотиков). Некоторые многоядерные конденсированные углеводороды обладают канцерогенным действием (3,4 –бензпирен).

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ БЕНЗОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ
В РЕАКЦИИ НИТРОВАНИЯ

Заместитель X 	Дипольный момент молекулы, Д	Направление диполя	Относительная скорость реакции нитрования
-ОН	1,6	← +	1000
-CH ₃	0,3		25
-H	0		1
-Cl	1,6	+ →	0,03
-NO ₂	3,9		0,0001

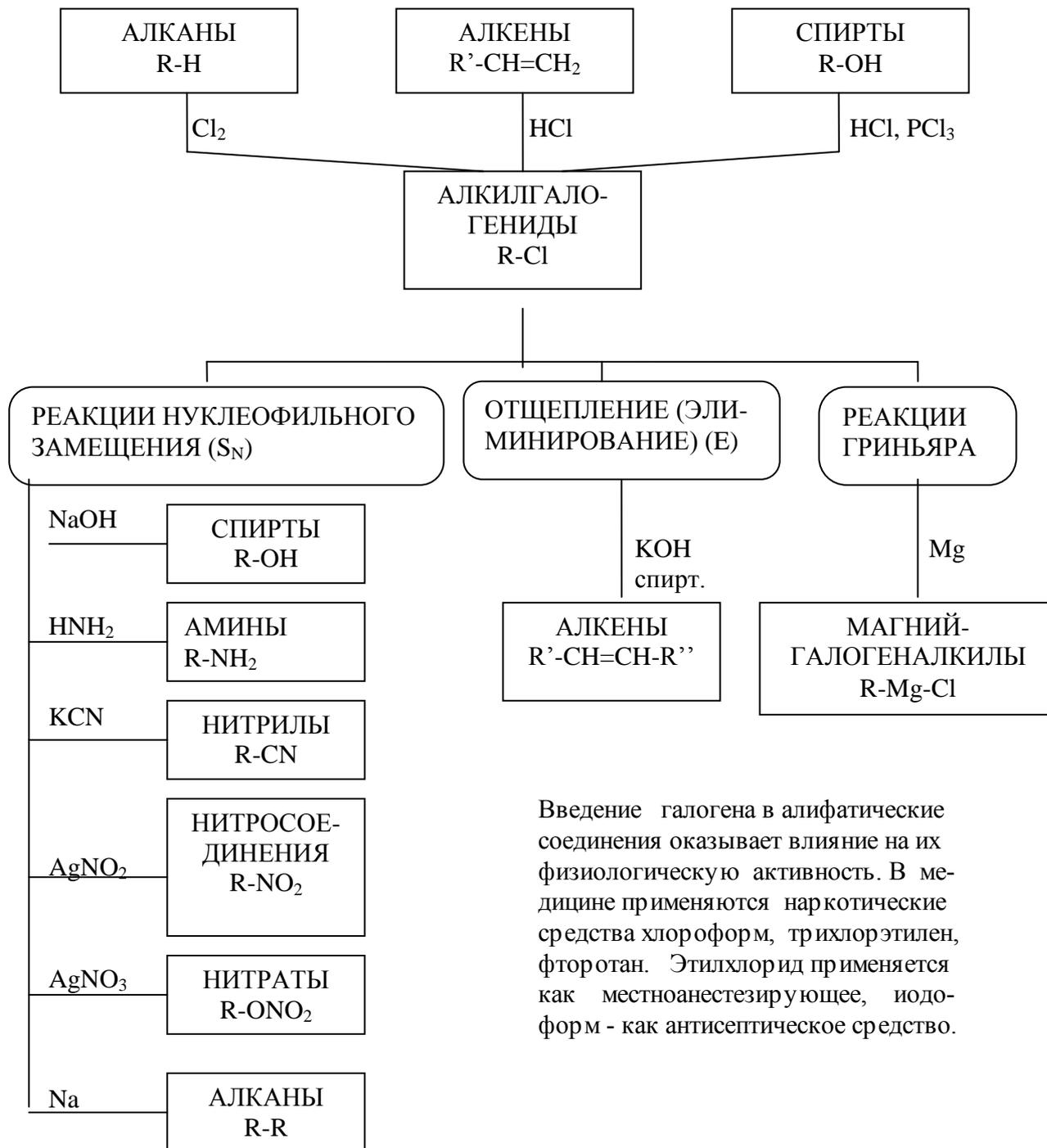
СВОЙСТВА МНОГОЯДЕРНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
С КОНДЕНСИРОВАННЫМИ ЦИКЛАМИ

Арены	Продукты реакций			
	замещения	восстановления		Окисления
нафталин 	нитронафталин 	тетралин 	декалин 	нафтохинон 
антрацен 	нитроантрацен 	дигидроантрацен 	пергидроантрацен 	антрахинон 
фенантрен 	нитрофенантрен 	дигидрофенантрен 	пергидрофенантрен 	фенантрахинон 

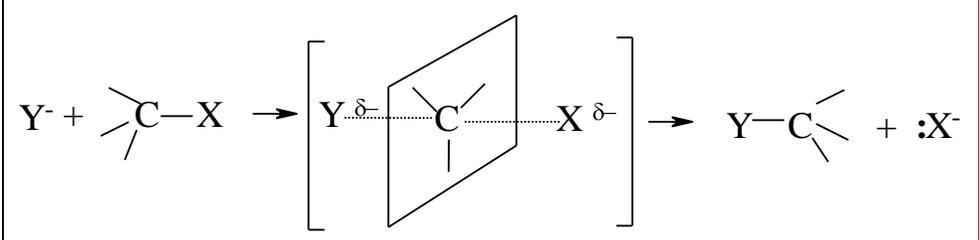
ГАЛОГЕНУГЛЕВОДОРОДЫ

Граф 14

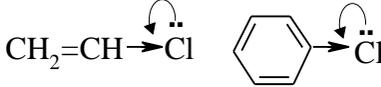
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АЛКИЛГАЛОГЕНИДОВ



МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ

МОНОМОЛЕКУЛЯРНАЯ (S _N 1)	БИМОЛЕКУЛЯРНАЯ (S _N 2)
<p>Стадия 1</p> $R-X \xrightleftharpoons{\text{медленно}} R^+ + :X^-$ <p>Стадия 2</p> $R^+ + :Y^- \xrightarrow{\text{быстро}} R-Y$ <p>Характерен для третичных и частично вторичных алкилгалогенидов при наличии слабого нуклеофила и полярного растворителя. Сопровождается рацемизацией для соединений с хиральным атомом.</p>	 <p>Характерен для первичного и частично вторичного алкилгалогенида при наличии сильного нуклеофила и неполярного растворителя. Сопровождается обращением конфигурации.</p>

Галоген прочно связан с атомом углерода, находящегося в состоянии sp^2 -гибридизации (около двойной связи) в результате положительного мезомерного эффекта (в винил- и арилгалогенидах), однако проявляет электроноакцепторные свойства в результате значительного отрицательного индуктивного эффекта ($-I > +M$)



Устойчивость карбокатионов, определяющих способность к реакциям S_N1:

$$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2 > \text{CH}_2=\text{CH}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2 > \text{R}_2-\overset{\text{R}_1}{\underset{\text{R}_3}{\text{C}}}\overset{+}{\text{C}} > \text{R}_2-\overset{\text{R}_1}{\underset{+}{\text{C}}}\text{H} > \text{R}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$$

**ТИПИЧНЫЕ РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ
В АЛКИЛГАЛОГЕНИДАХ**

Нуклеофильный агент	Продукт	Название продукта
$R\ddot{X} + :Y^- \longrightarrow R:Y + :X^-$		
Cl ⁻ I ⁻ HO ⁻ H ₃ C-O ⁻ H ₃ CS ⁻ CH ₃ -COO ⁻ ⁻ CN HC≡C ⁻ H ₂ N ⁻ O ₂ N ⁻	R-Cl R-I R-OH R-O-CH ₃ R-S-CH ₃ R-O-CO-CH ₃ R-C≡N R-C≡CH R-NH ₂ R-NO ₂	} галогенуглеводороды спирты простые эфиры тиоэфиры сложные эфиры нитрилы алкины первичные амины нитросоединения
$R\ddot{X} + H\ddot{Y} \longrightarrow R:\overset{+}{Y}:H + :X^- \longrightarrow R:Y + H:X$		
H ₂ O CH ₃ OH CH ₃ -COOH NH ₃ R-NH ₂ R-NH-R	R-OH R-O-CH ₃ R-O-CO-CH ₃ R-NH ₂ R-NH-R R ₃ N	спирты простые эфиры сложные эфиры первичные амины вторичные амины третичные амины

Введение галогена в ароматическое ядро увеличивает токсичность соединения, а введение галогена в боковую цепь рядом с ароматическим кольцом приводит к проявлению слезоточивых свойств, например, в случае бензилгалогенидов.

**ОТНОСИТЕЛЬНАЯ РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НУКЛЕОФИЛОВ
(В МЕТАНОЛЕ)**

Характеристика нуклеофилов	Нуклеофилы
Очень активные	иодид (I^-), гидросульфид (HS^-), алкилсульфид (RS^-)
Активные	бромид (Br^-), гидроксид (HO^-), алкоксид (RO^-), цианид (CN^-)
Довольно активные	аммиак (NH_3), хлорид (Cl^-), фторид (F^-), карбоксилат ($RCOO^-$)
Слабые	вода (H_2O), спирты (ROH)
Очень слабые	карбоновые кислоты ($RCOOH$)

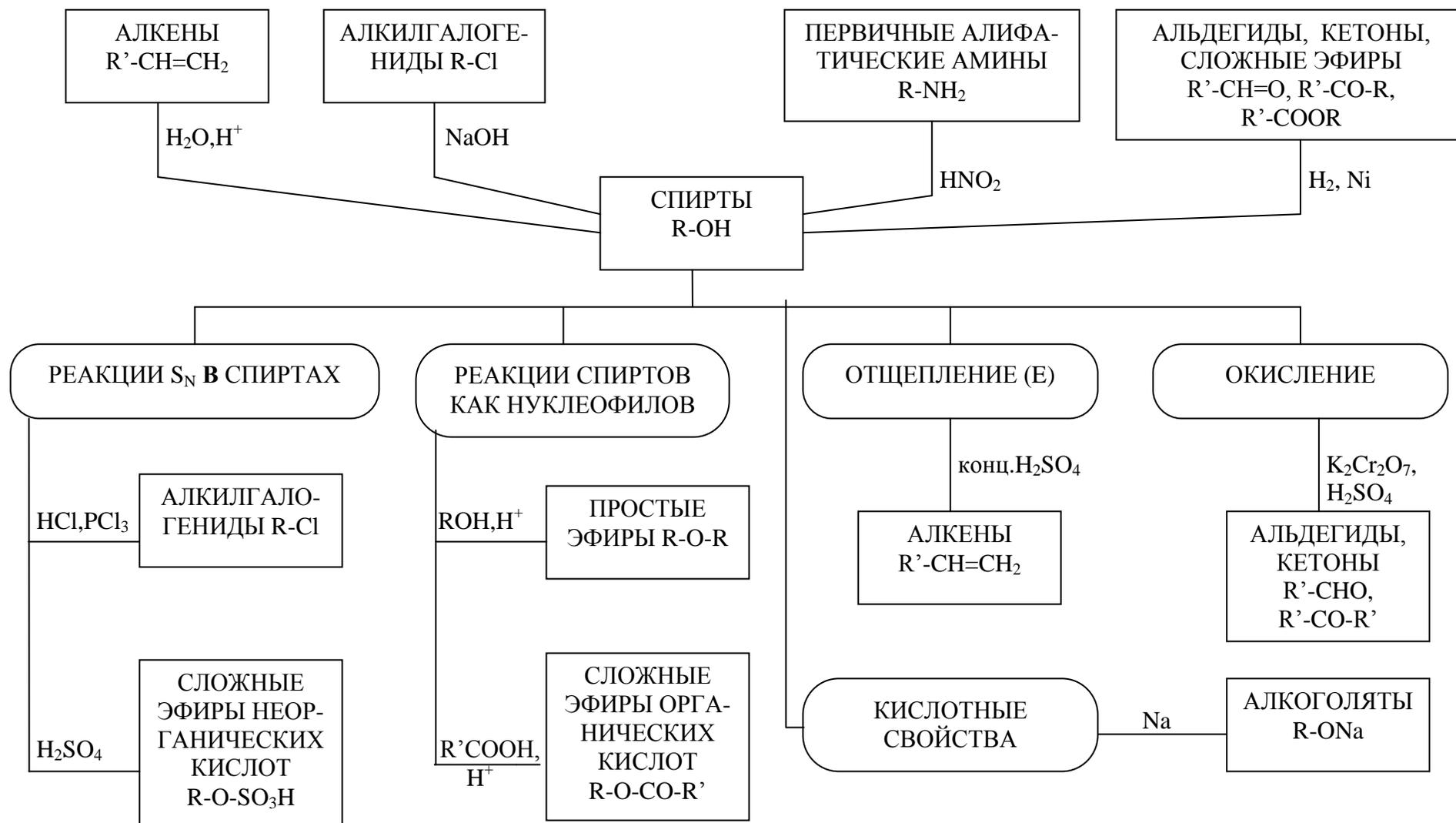
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ УХОДЯЩИХ ГРУПП

Характеристика уходящих групп	Уходящие группы
Отличные	вода (H_2O), аммиак (NH_3)
Очень хорошие	иодид (I^-)
Хорошие	бромид (Br^-)
Довольно хорошие	хлорид (Cl^-)
Плохие	фторид (F^-)
Очень плохие	гидроксид (HO^-), амид (NH_2^-), алкоксид (RO^-)

СПИРТЫ, ФЕНОЛЫ, ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ И ИХ ТИОАНАЛОГИ

Граф 15

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА СПИРТОВ

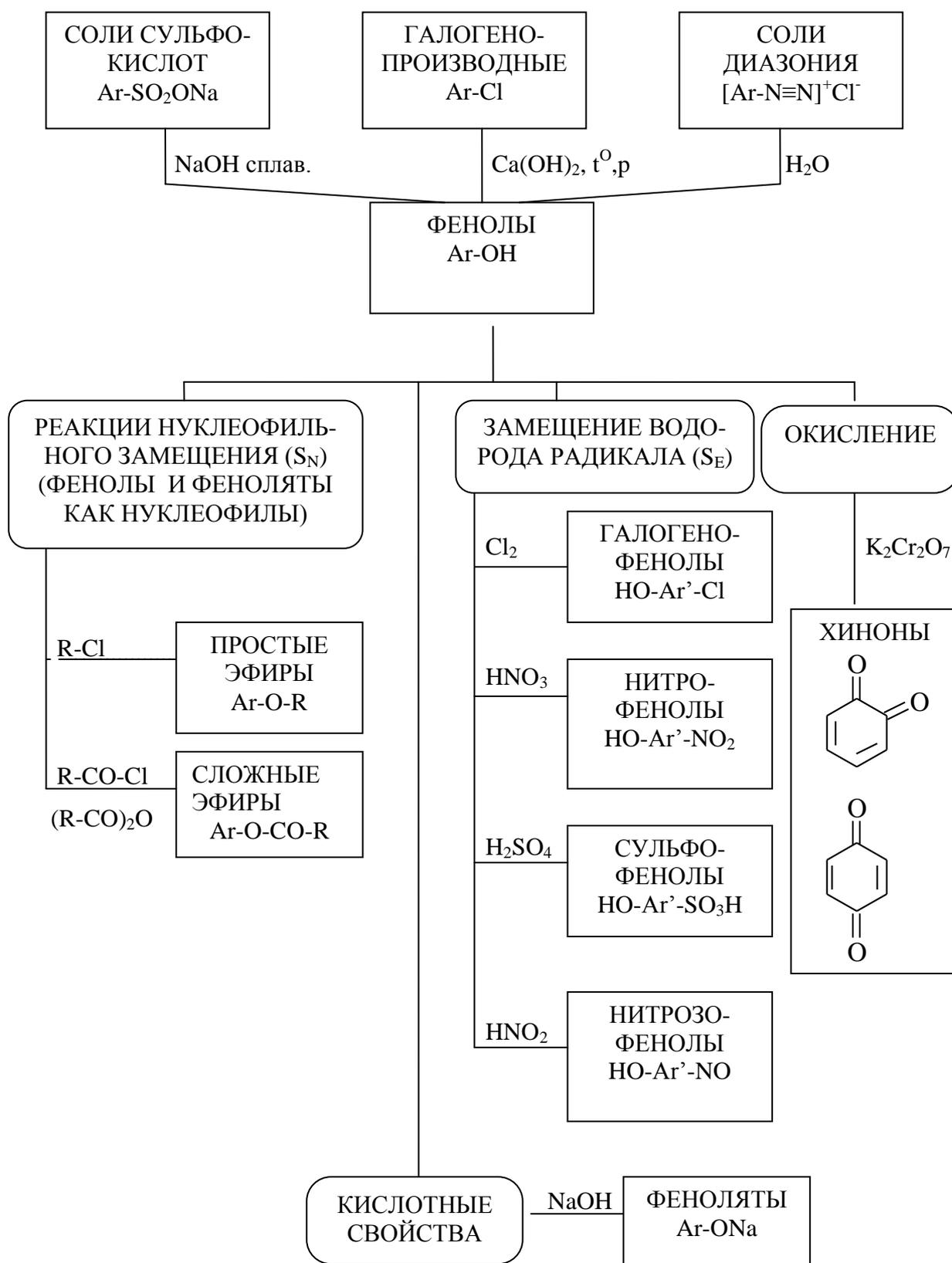


ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПИРТОВ И ФЕНОЛОВ

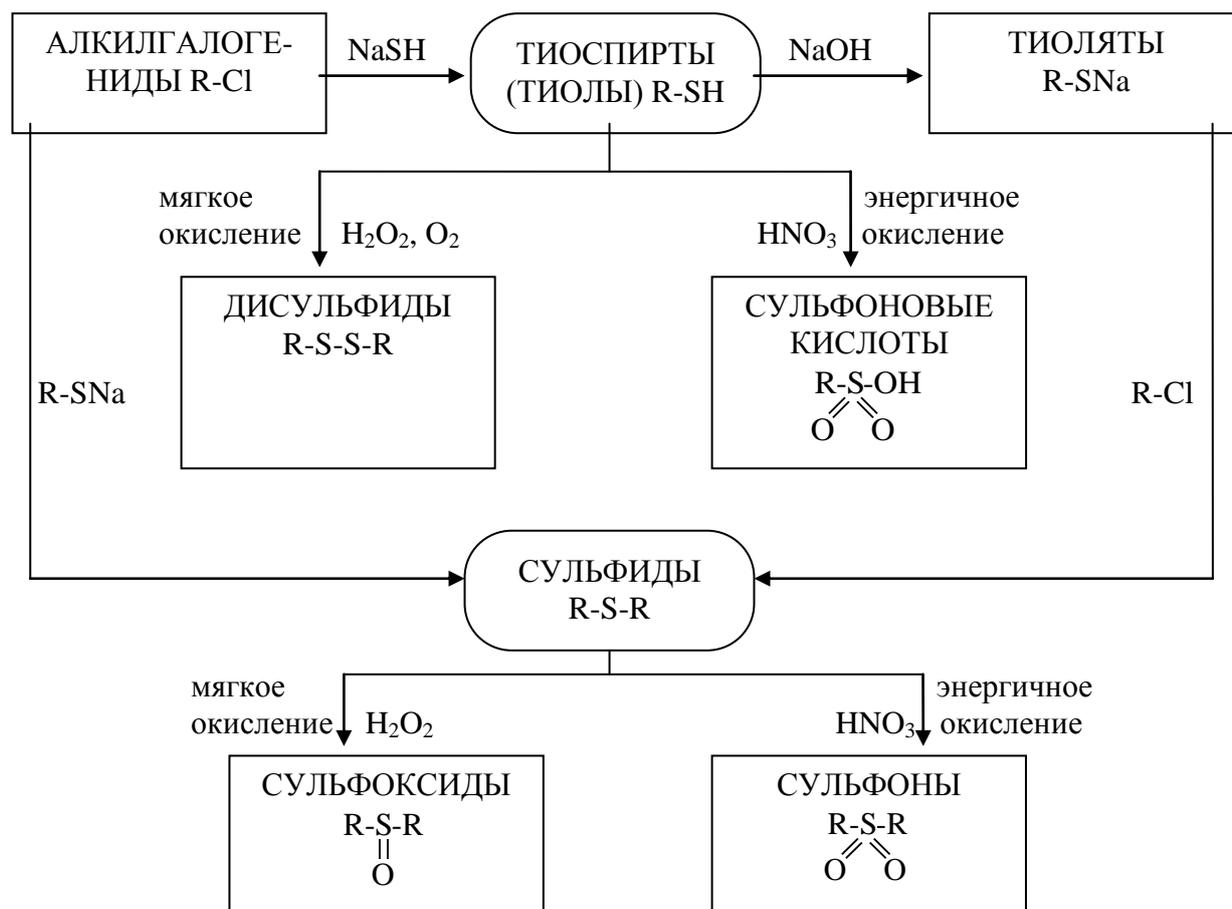
Название	Формула	d_4^{20}	$t_{пл}^{\circ C}$	$t_{кип}^{\circ C}$
Спирты				
Метиловый	CH_3OH	0,792	-97	64
этиловый	C_2H_5OH	0,790	-114	78
пропиловый	$CH_3CH_2CH_2OH$	0,804	-120	92
изопропиловый	$CH_3-CH(OH)-CH_3$	0,786	-88	82
бутиловый	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	0,810	-90	118
вторбутиловый	$CH_3CH_2CH(CH_3)OH$	0,808	-115	99
третбутиловый	$(CH_3)_3C-OH$	0,790	+25	83
циклогексанол	$C_6H_{11}OH$	0,962	-24	161
бензиловый	$C_6H_5CH_2OH$	1,046	-15	205
этиленгликоль	$HOCH_2CH_2OH$	1,113	-15,5	198
глицерин	$HO-CH_2-CH(OH)-CH_2OH$	1,261	-18,2	290
Фенолы				
фенол	C_6H_5OH	1,05(43°)	43	180
пирокатехин	o - $C_6H_4(OH)_2$	–	105	245
резорцин	m - $C_6H_4(OH)_2$	–	110	281
гидрохинон	p - $C_6H_4(OH)_2$	–	170	285

В медицине имеет применение этиловый спирт, используемый для приготовления настоек и в качестве обеззараживающего средства. Трехатомный спирт глицерин применяется в качестве компонента мазей для смягчения кожи, его остаток входит в структуру липидов (жиров и фосфолипидов). Диэтиловый эфир – средство для наркоза. Фенол и крезолы применяют как дезинфицирующие средства, а тимол – как антисептик и противоглистное средство.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ФЕНОЛОВ



ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ТИОСПИРТОВ И ТИОЭФИРОВ



Кислотность: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{C}_2\text{H}_5\text{SH} > \text{H}_2\text{O} > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Основность: $\text{R-O-R} > \text{R-OH} > \text{R-SH}$

Нуклеофильность: $\text{CH}_3\text{-S}^- > \text{CH}_3\text{-O}^- > \text{HO}^- > \text{C}_6\text{H}_5\text{-O}^-$

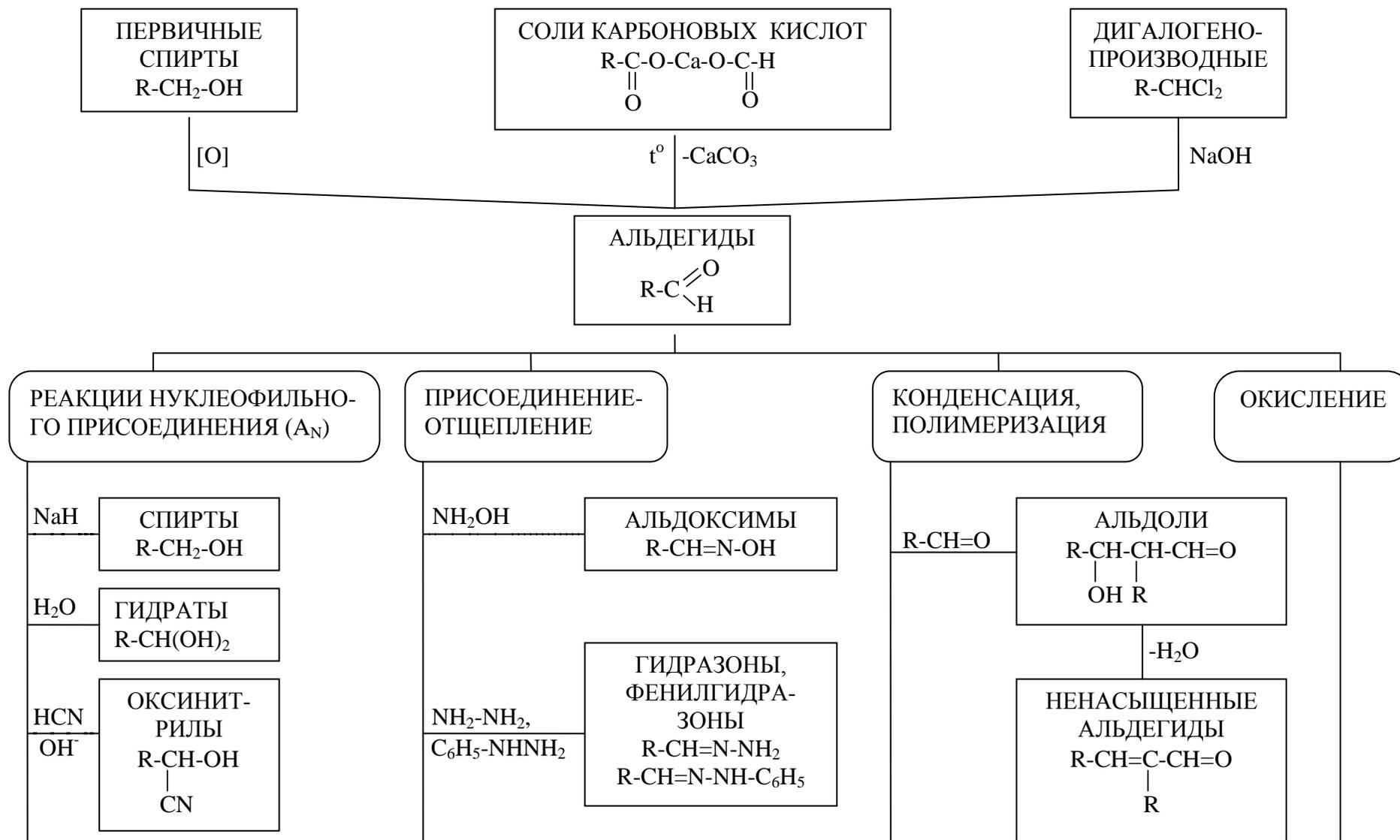
$\text{CH}_3\text{-SH} > \text{CH}_3\text{-OH} > \text{HOH} > \text{C}_6\text{H}_5\text{-OH} ; \text{R-S-R} > \text{R-O-R}$

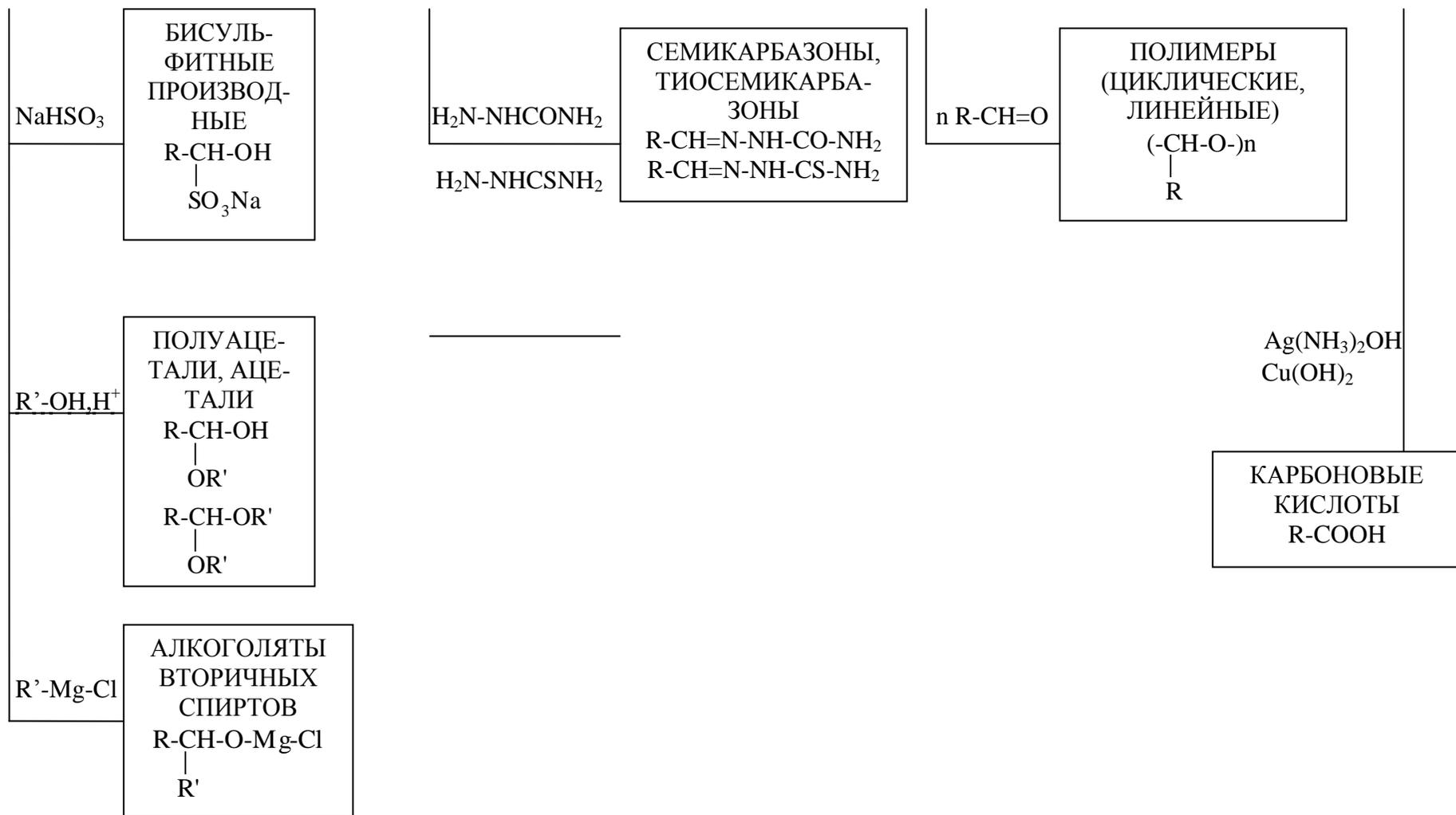
Тиольная группа содержится в некоторых лекарственных соединениях, применяющихся в качестве антидотов при отравлениях соединениями тяжелых металлов (унитиол, пенициламин), для профилактики лучевой болезни. Обратимая реакция окисления тиолов в дисульфиды играет важную роль в биологических процессах.

АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

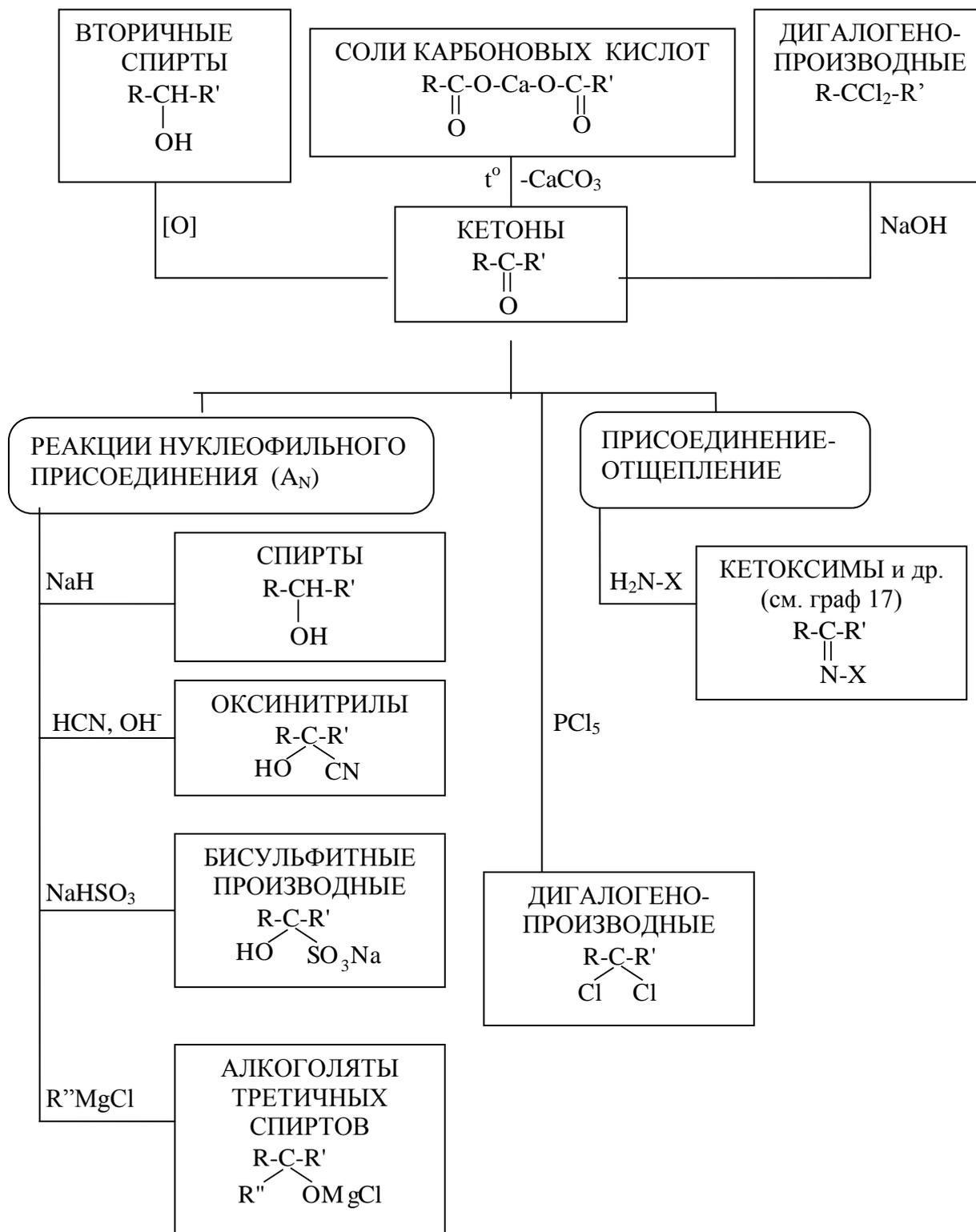
Граф 18

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АЛЬДЕГИДОВ





ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КЕТОНОВ



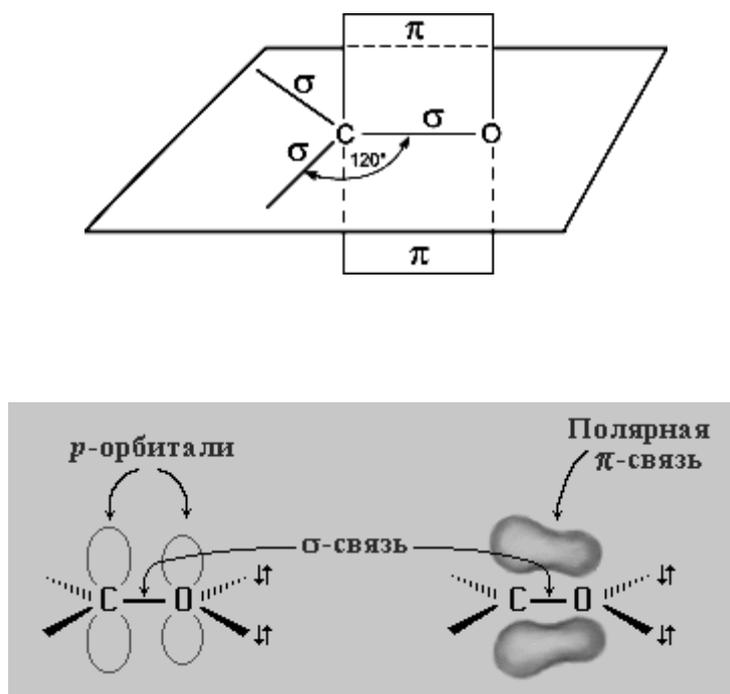
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АЛЬДЕГИДОВ

Название	Формула	t°кип., °C	t°пл., °C	d ₄ ²⁰
Муравьиный альдегид	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	-92,0	-21,0	0,815 (при 20°C)
Уксусный альдегид	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	-123,5	21,0	0,780
Пропионовый альдегид	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	-102,0	48,8	0,807
Масляный альдегид	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	-99,0	75,7	0,817
Изомасляный альдегид	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	-65,9	64,0	0,794

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ КЕТОНОВ

Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	d ₄ ²⁰
Ацетон (диметилкетон)	$\text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	-95,35	56,2	0,790
Метилэтилкетон	$\text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-86,4	79,6	0,805
Метилпропилкетон	$\text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-77,8	101,7	0,809
Диэтилкетон	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-42,0	102,7	0,816

СХЕМА СТРОЕНИЯ КАРБОНИЛЬНОЙ ГРУППЫ



Реакционная способность оксосоединений в реакциях нуклеофильного присоединения: $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} > \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} > \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$

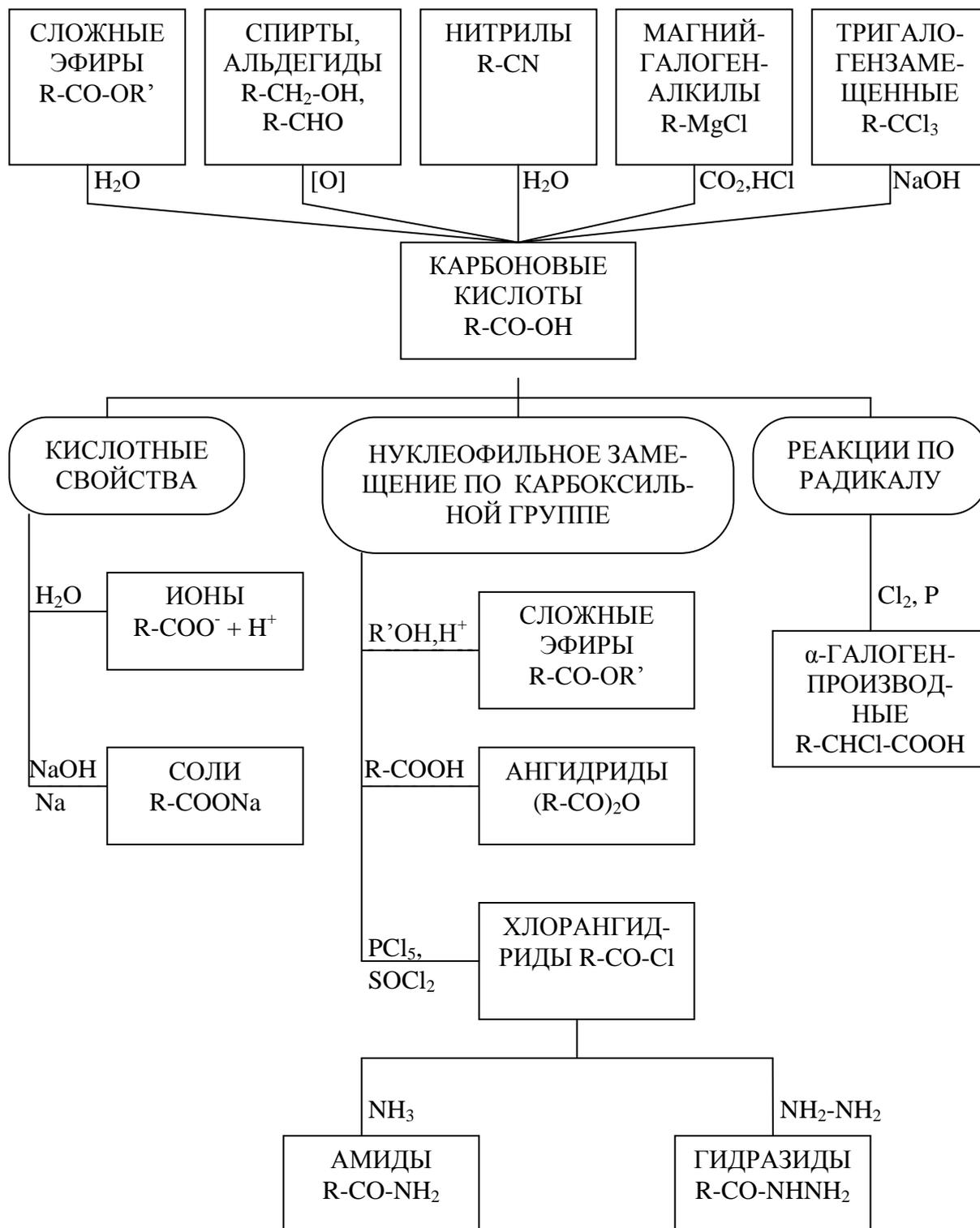
Альдегиды и кетоны – продукты для синтеза лекарственных средств. Оксогруппа содержится в ряде биологически активных соединений и лекарств (кортикостероиды, цитраль и др.).

40%-ный раствор формальдегида (формалин) – дезинфицирующее средство, денатурирует белки. Хлоралгидрат $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})_2$ оказывает успокаивающее, снотворное действие на организм. Гексаметиленetetрамин (уротропин) $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ применяется при воспалении мочевых путей.

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Граф 20

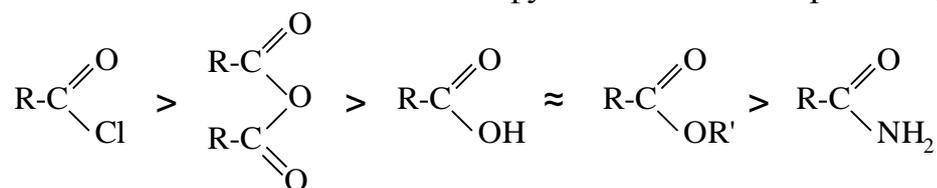
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НАСЫЩЕННЫХ МОНОКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ



СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ КАРБОНОВЫХ
КИСЛОТ (РЕАКЦИИ S_N)

Функциональное производное	Реагент	Продукты реакции
Галогенангидрид $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{Cl} \end{array}$	H_2O гидролиз	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array} + \text{HCl}$
	NH_3 аммонолиз	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{HCl}$
	$\text{R}'\text{-OH}$ алкоголиз	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OR}' \end{array} + \text{HCl}$
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}'-\text{C} \\ \backslash \\ \text{ONa} \end{array}$ ацилолиз	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O} \end{array} + \text{NaCl}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}'-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O} \end{array}$
Ангидрид $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O} \end{array}$	H_2O	$2 \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
	NH_3	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
	$\text{R}'\text{-OH}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OR}' \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
Сложный эфир $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OR}' \end{array}$	$\text{H}_2\text{O} (\text{H}^+ \text{ или } \text{HO}^-)$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array} + \text{R}'\text{OH}$
	NH_3	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{R}'\text{OH}$
Амид $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\text{H}_2\text{O} (\text{H}^+ \text{ или } \text{HO}^-)$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array} + \text{NH}_3$

Реакционная способность кислот и их функциональных производных:



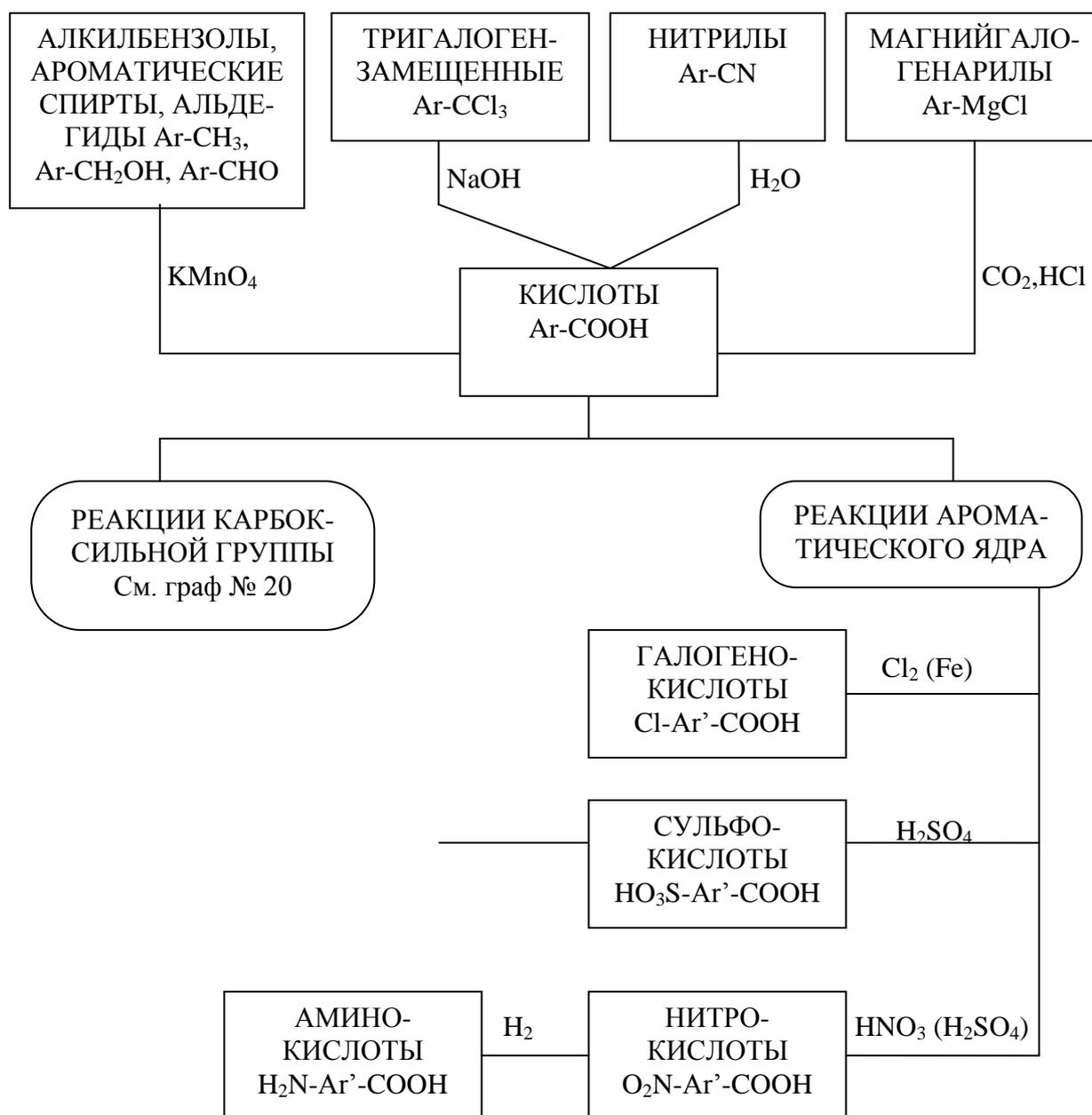
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Название			Формула кислоты	tпл. °С	tкип. °С	ρ г/см ³	Растворимость (г/100мл Н ₂ О;25°С)	Ka (при 25°С)
Кислота		её соли (эфиры)						
муравьиная	Метановая	формиат	НСООН	8,3	100,5	1,22	∞	1,77·10 ⁻⁴
уксусная	Этановая	Ацетат	СН ₃ СООН	16,8	118	1,05	∞	1,7·10 ⁻⁵
пропионовая	Пропановая	пропионат	СН ₃ СН ₂ СООН	-21	141	0,99	∞	1,64·10 ⁻⁵
масляная	Бутановая	бутират	СН ₃ (СН ₂) ₂ СООН	-6	164	0,96	∞	1,54·10 ⁻⁵
валериановая	Пентановая	Валерат	СН ₃ (СН ₂) ₃ СООН	-34	187	0,94	4,97	1,52·10 ⁻⁵
капроновая	Гексановая	гексанат	СН ₃ (СН ₂) ₄ СООН	-3	205	0,93	1,08	1,43·10 ⁻⁵
каприловая	Октановая	октаноат	СН ₃ (СН ₂) ₆ СООН	17	239	0,91	0,07	1,28·10 ⁻⁵
каприновая	Декановая	деканоат	СН ₃ (СН ₂) ₈ СООН	32	269	0,89	0,015	1,43·10 ⁻⁵
акриловая	Пропеновая	Акрилат	СН ₂ =СН-СООН	13		1,05		
бензойная	Бензойная	Бензоат	С ₆ Н ₅ СООН	122	250	1,27	0,34	1,43·10 ⁻⁵
щавелевая	Этандиовая	Оксалат	НООС-СООН	189,5 (с разп.)		1,65		K ₁ =5,9·10 ⁻² K ₂ =6,4·10 ⁻⁵
пальмитиновая	гексадекановая	пальмитат	СН ₃ (СН ₂) ₁₄ СООН	63	219 (17мм)		0,0007	3,46·10 ⁻⁷
стеариновая	октадекановая	Стеарат	СН ₃ (СН ₂) ₁₆ СООН	70	383		0,0003	

Муравьиная кислота обладает раздражающим действием на кожу. Уксусная кислота – центральный продукт обмена веществ в организме. В медицине применяется в виде солей: CH_3COOK – умеренное диуретическое средство; $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – вяжущее средство, применяется при воспалительных заболеваниях кожи и слизистых оболочек. Изовалериановая кислота присутствует в корнях валерианы, входит в состав валидола, настойки валерианы, оказывает успокаивающее действие. Бензоат натрия – отхаркивающее и слабое дезинфицирующее средство. Карбоновые кислоты и их функциональные производные широко применяются в синтезе лекарственных средств. Многие природные биологически активные соединения являются производными карбоновых кислот.

Граф 21

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ



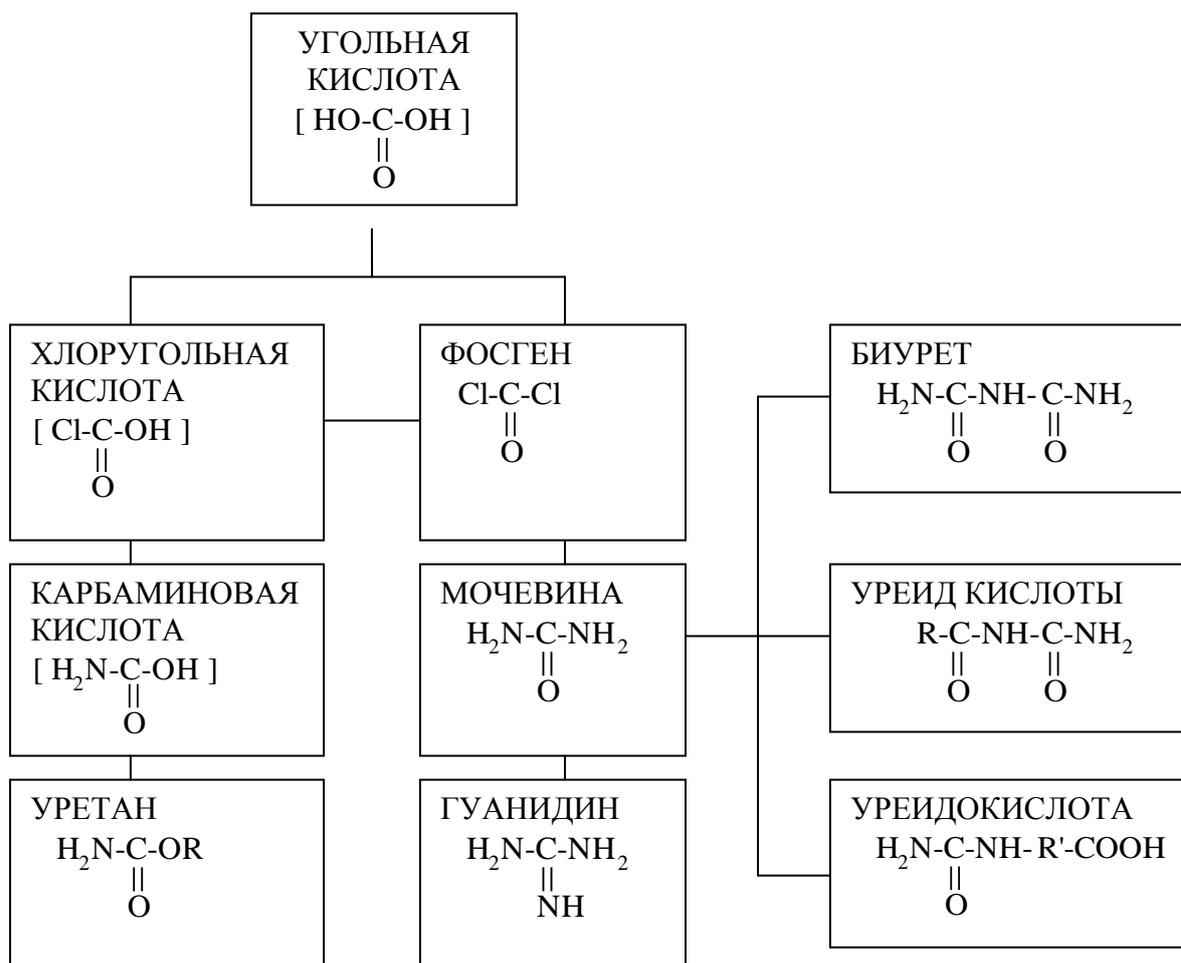
КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Кислота	pKa	Кислота	pKa ₁	pKa ₂
H-COOH	3,75	HOOC-COH	1,23	4,19
CH ₃ -COOH	4,75	HOOC-CH ₂ -COOH	2,83	5,69
CH ₃ -CH ₂ -COOH	4,87	HOOC-(CH ₂) ₂ -COOH	4,19	5,48
CH ₂ =CH-COOH	4,25	HOOC-C=C(H)-COOH	3,02	4,38
ClCH ₂ -COOH	2,85	HOOC-C=C(H)-COOH	1,92	6,23
Cl ₂ CH-COH	1,48			
Cl ₃ C-COOH	0,70			

КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ
(pKa бензойной кислоты = 4,21)

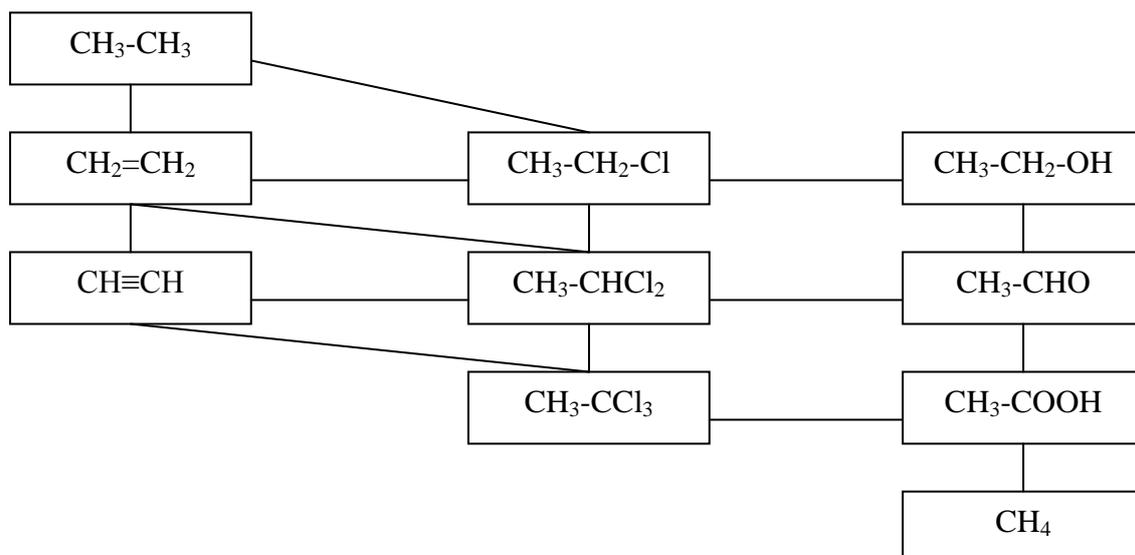
Заместитель	pKa	Заместитель	pKa	Заместитель	pKa
п-NO ₂	3,43	м-NO ₂	3,49	о-NO ₂	2,17
п-F	4,14	м-F	3,87	о-F	3,27
п-Cl	3,98	м-Cl	3,83	о-Cl	2,92
п-Br	3,96	м-Br	3,81	о-Br	2,85
п-I	3,92	м-I	3,86	о-I	2,85
п-CH ₃	4,37	м-CH ₃	4,27	о-CH ₃	3,91
п-OCH ₃	4,47	м-OCH ₃	4,09	о-OCH ₃	3,09
п-OH	4,59	м-OH	4,08	о-OH	2,98
п-NH ₂	4,85	м-NH ₂	4,72	о-NH ₂	4,80

ПРОИЗВОДНЫЕ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ



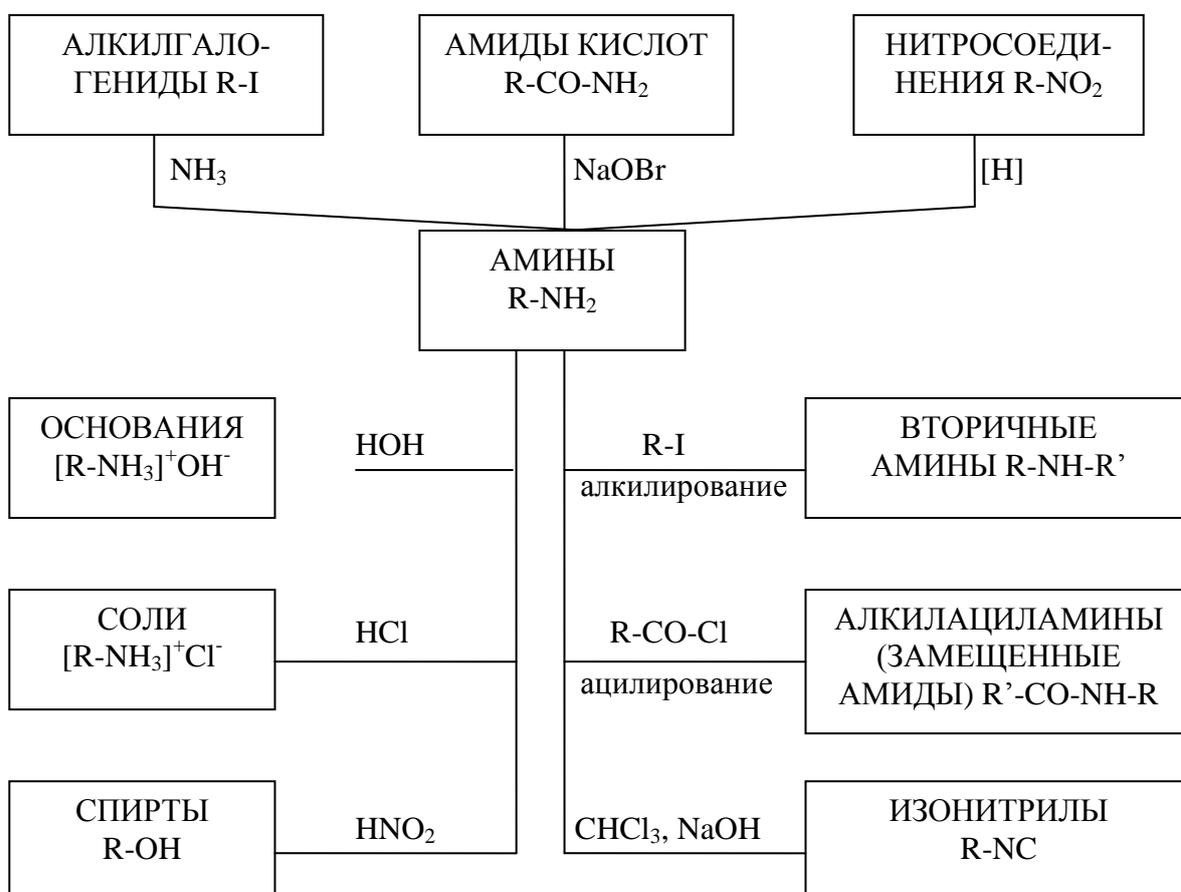
Некоторые уретаны обладают психотропным действием (мепротан, мепробамат – дикарбамат 2-метил-2-пропил-пропандиола-1,3). Уреид α -бромизовалериановой кислоты (бромурал, бромизовал) используется как снотворное средство.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ ГАЛОГЕН- И КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ

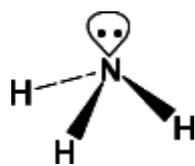


АМИНЫ

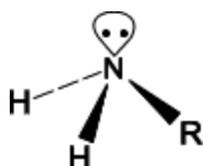
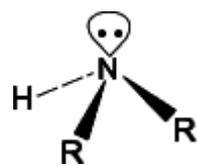
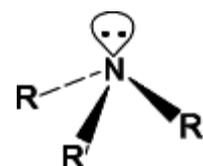
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПЕРВИЧНЫХ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОВ



СТРОЕНИЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОВ



аммиак

первичный
аминвторичный
амин

третичный амин

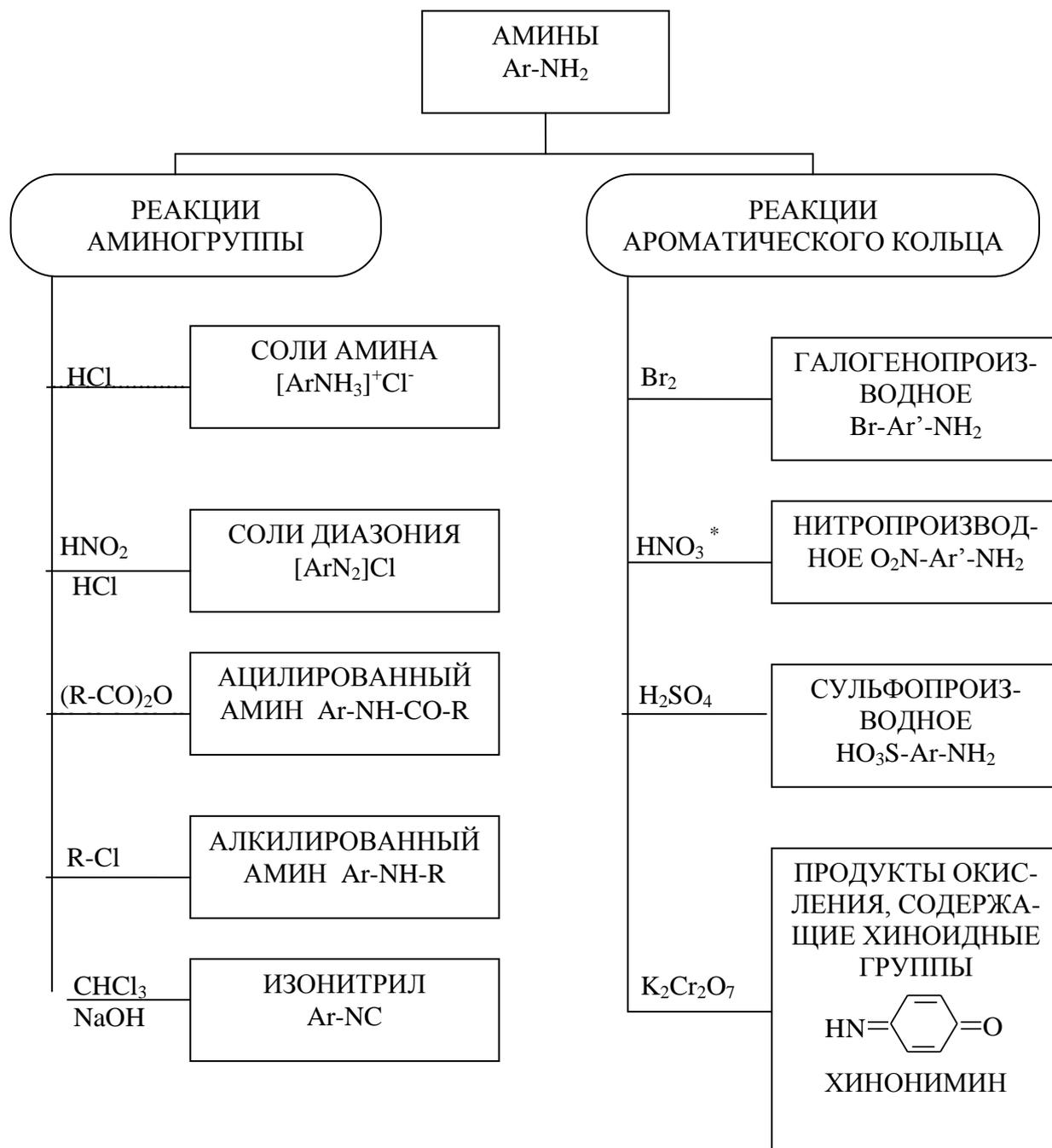
Таблица 40

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АМИНОВ

Название амина	Формула	d_4^{20}	t° пл., $^\circ\text{C}$	t° кип., $^\circ\text{C}$	K_b (H_2O ; 25°C)
Аммиак	NH_3	0,68 в жид.сост.	-77	-33	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Метиламин	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	0,66 в жид.сост.	-92	-6	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Этиламин	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	0,68	-81	+16	$5,6 \cdot 10^{-4}$
Диметиламин	$\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$	0,68	-96	+7	$9,0 \cdot 10^{-4}$
Пропиламин	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	0,72	-83	+50	$5,7 \cdot 10^{-4}$
Диэтиламин	$(\text{CH}_3\text{-CH}_2)_2\text{NH}$	0,70	-50	+55	$9,6 \cdot 10^{-4}$
Триэтиламин	$(\text{CH}_3\text{-CH}_2)_3\text{N}$	0,71	-115	+89	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Циклогексиламин		0,87	-18	+134	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Этилендиамин	$\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	0,90	+8	+116	$8,5 \cdot 10^{-5}$
Анилин		1,02	-6	+184	$3,8 \cdot 10^{-10}$
p-Толуидин		1,05	+44	+200	$1,4 \cdot 10^{-9}$
o-Толуидин		0,99	-24	+200	$2,4 \cdot 10^{-10}$
m-Толуидин		0,99	-31	+203	$4,9 \cdot 10^{-10}$
p-Нитроанилин		1,48	+147	+331	$1,3 \cdot 10^{-12}$

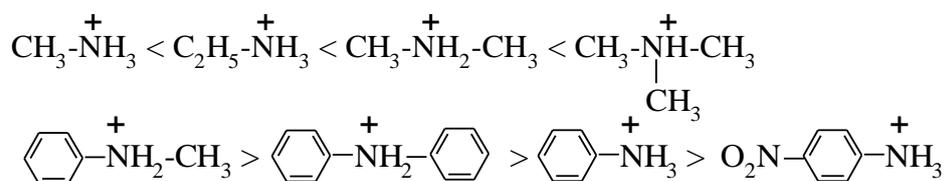
Амины проявляют нуклеофильность благодаря наличию неподеленной электронной пары на атоме азота. Они являются исходными соединениями для получения многих лекарственных средств. Анилин служит сырьем для производства сульфаниламидных препаратов. Ряд жаропонижающих, обезболивающих и др. препаратов содержит в структуре аминогруппу (см. стр. 77, 78). Ароматические амины (анилин и др.) – кровавые и нервные яды.

СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ



* нитруют после защиты аминогруппы

Амины – органические основания. Их собственная основность (в газовой фазе) определяется стабильностью образующейся сопряженной кислоты, зависящей от природы и количества радикалов, заместителей:



В водном растворе основность зависит еще и от способности к гидратации катионов – возможности образования и прочности водородных связей, уменьшающейся с увеличением размера иона сопряженной кислоты (таблица № 13).

ДИАЗО- И АЗОСОЕДИНЕНИЯ

Граф 26

СВОЙСТВА СОЛЕЙ ДИАЗОНИЯ

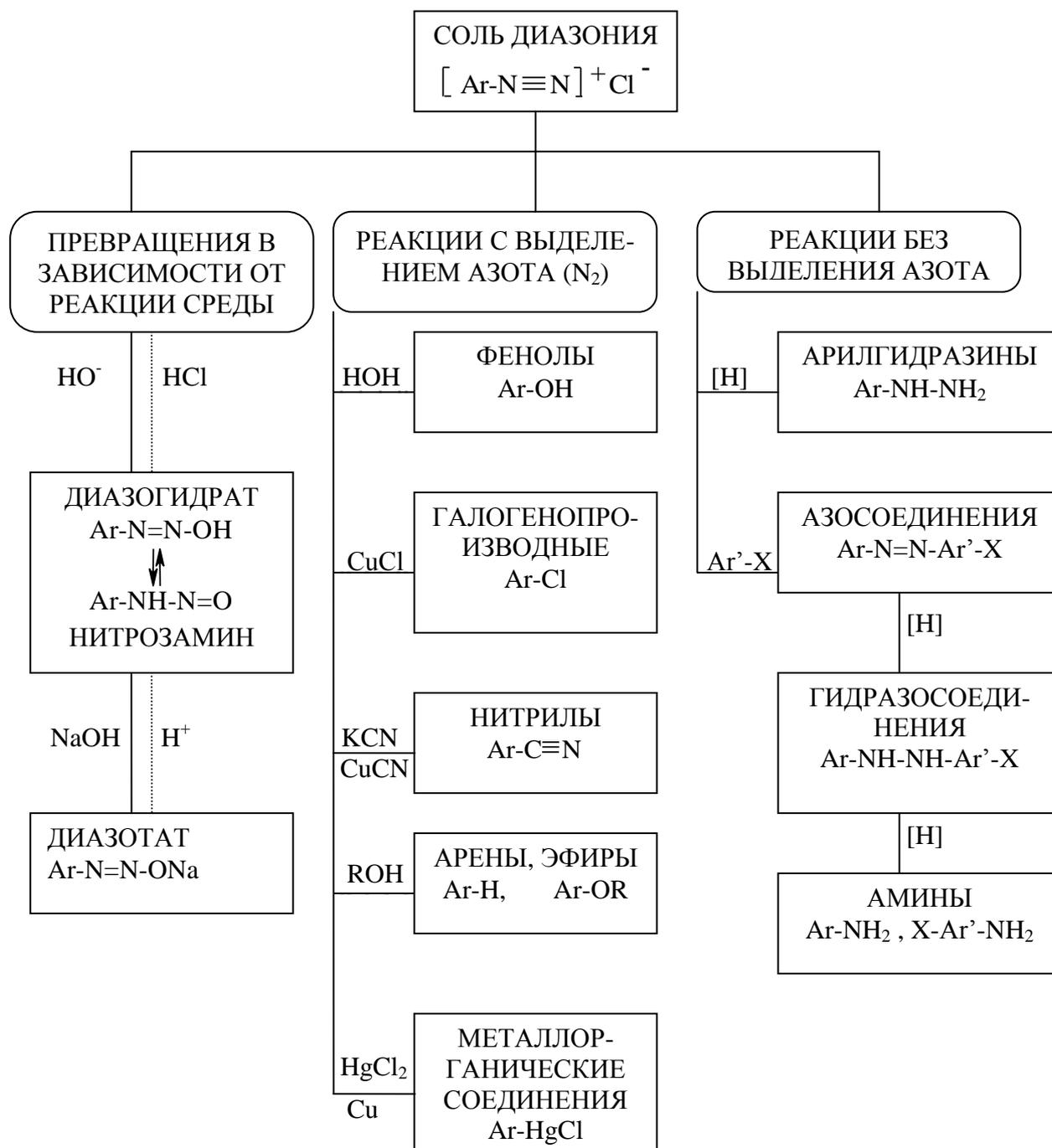
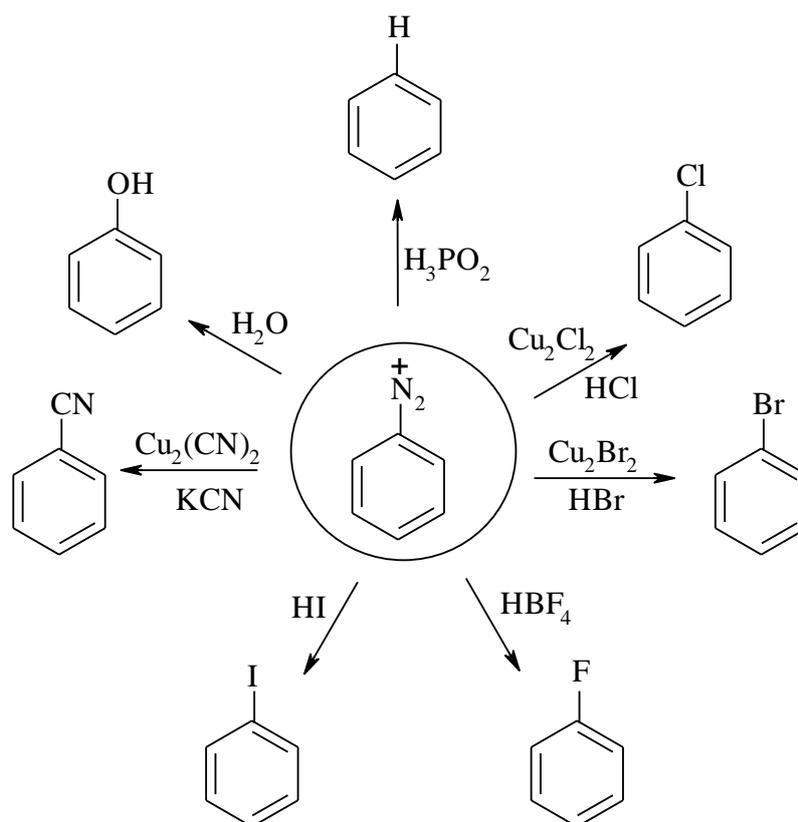


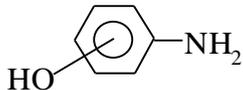
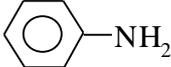
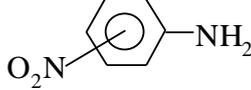
СХЕМА ПРЕВРАЩЕНИЙ СОЛЕЙ ДИАЗОНИЯ



Дiazосоединения – продукты взаимодействия первичных ароматических аминов с азотистой кислотой, используются в химии синтетических лекарственных средств как полупродукты, позволяющие получить разнообразные классы соединений, а также для идентификации фенолов и ароматических аминов в фармацевтическом анализе, в химии красителей и индикаторов. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, могут иметь механизм S_N^1 (замена на OH , CN , OR , галоген) и S_R (замена на водород, галоген, алкил, арил и др.).

Реакции азосочетания протекают по механизму S_E (электрофилом является диазокатион).

**ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ РЕАКЦИЙ
ДИАЗОТИРОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ**

Название	Формула	Константа скорости для изомеров		
		пара-	орто-	мета-
Аминофенолы		0,52	1,13	0,96
Толуидины		0,62	1,18	1,0
Анилин *		1,0	-	-
Аминобензол-сульфо-кислоты		6,67	нет данных	3,65
Аминобензойные кислоты		7,66	6,50	2,93
Нитроанилины		13,86	1,73	4,14

* Константа скорости диазотирования анилина при 5°C в солянокислой среде принята за 1,0

ЦВЕТА И ДЛИНЫ ВОЛН ПОГЛОЩАЕМОГО ЦВЕТА

Длина волны поглощаемого цвета, нм	Поглощаемый цвет	Пропускаемый цвет (наблюдаемый)
400	фиолетовый	желто-зеленый
480	синий	желтый
530	зеленый	пурпурный (фуксиново-красный)
580	желтый	синий
610	оранжевый	сине-зеленый
660	красный	сине-зеленый
720	пурпурно-красный	зеленый

ЗАВИСИМОСТЬ ОКРАСКИ СОЕДИНЕНИЙ ОТ ДЛИНЫ СОПРЯЖЕННОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЕ

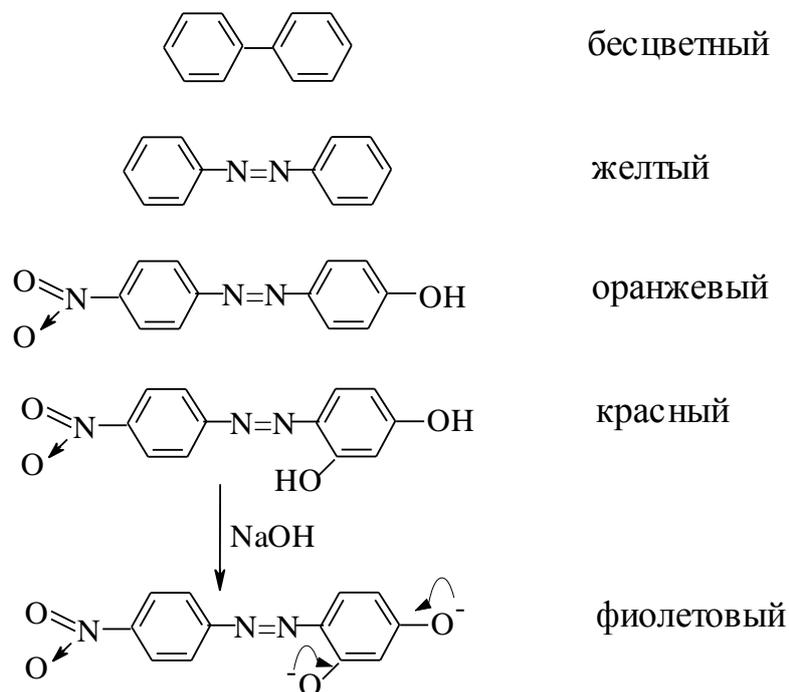
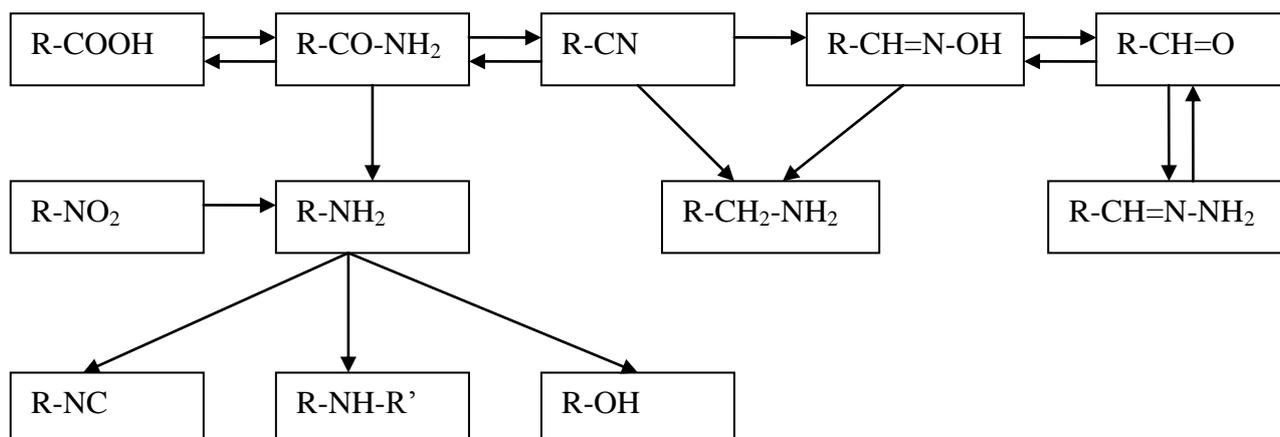


Таблица 43

ЗАВИСИМОСТЬ ОКРАСКИ СОЕДИНЕНИЙ ОБЩЕЙ ФОРМУЛЫ $C_6H_5-(CH=CH)_n-C_6H_5$ ОТ ДЛИНЫ СОПРЯЖЕННОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗЕЙ

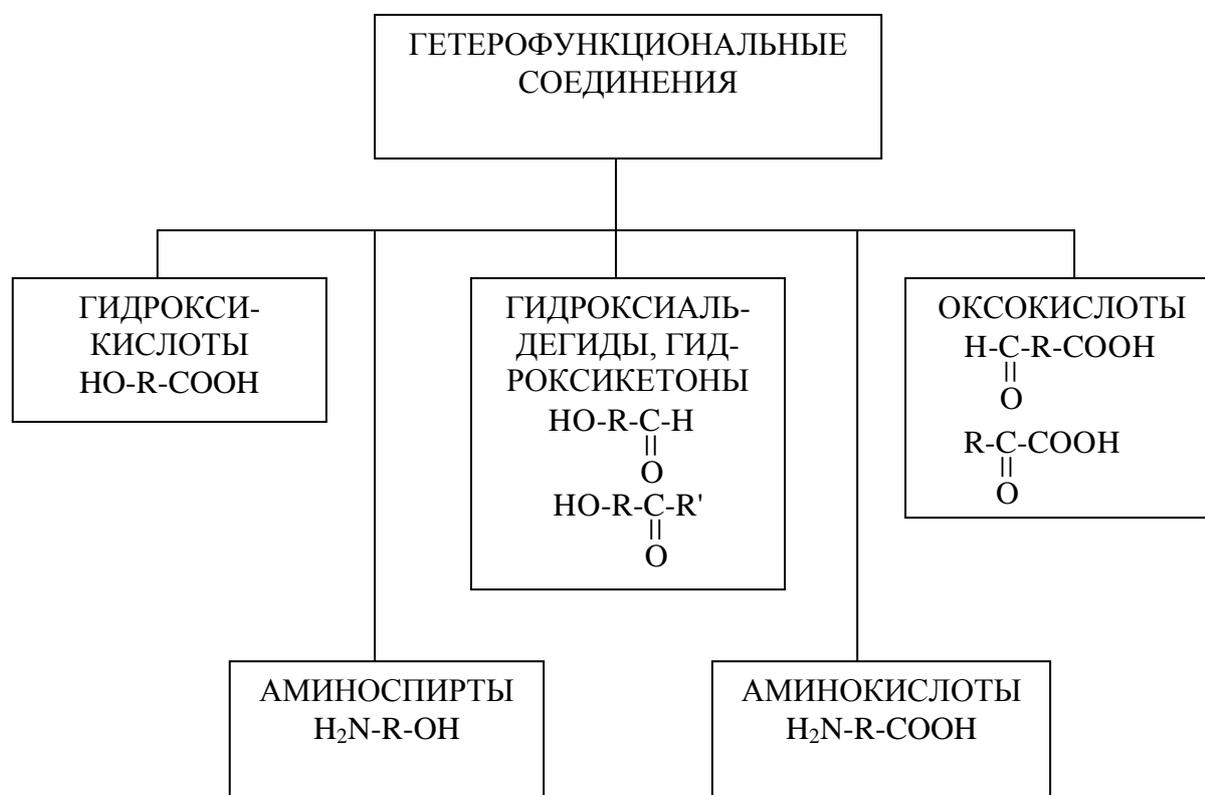
n	Длина волны максимума полосы поглощения λ, нм	Цвет соединения
1	319	не окрашено
3	377	желтый
5	424	оранжевый
7	465	красный
11	530	пурпурный
15	570	сине-зеленый

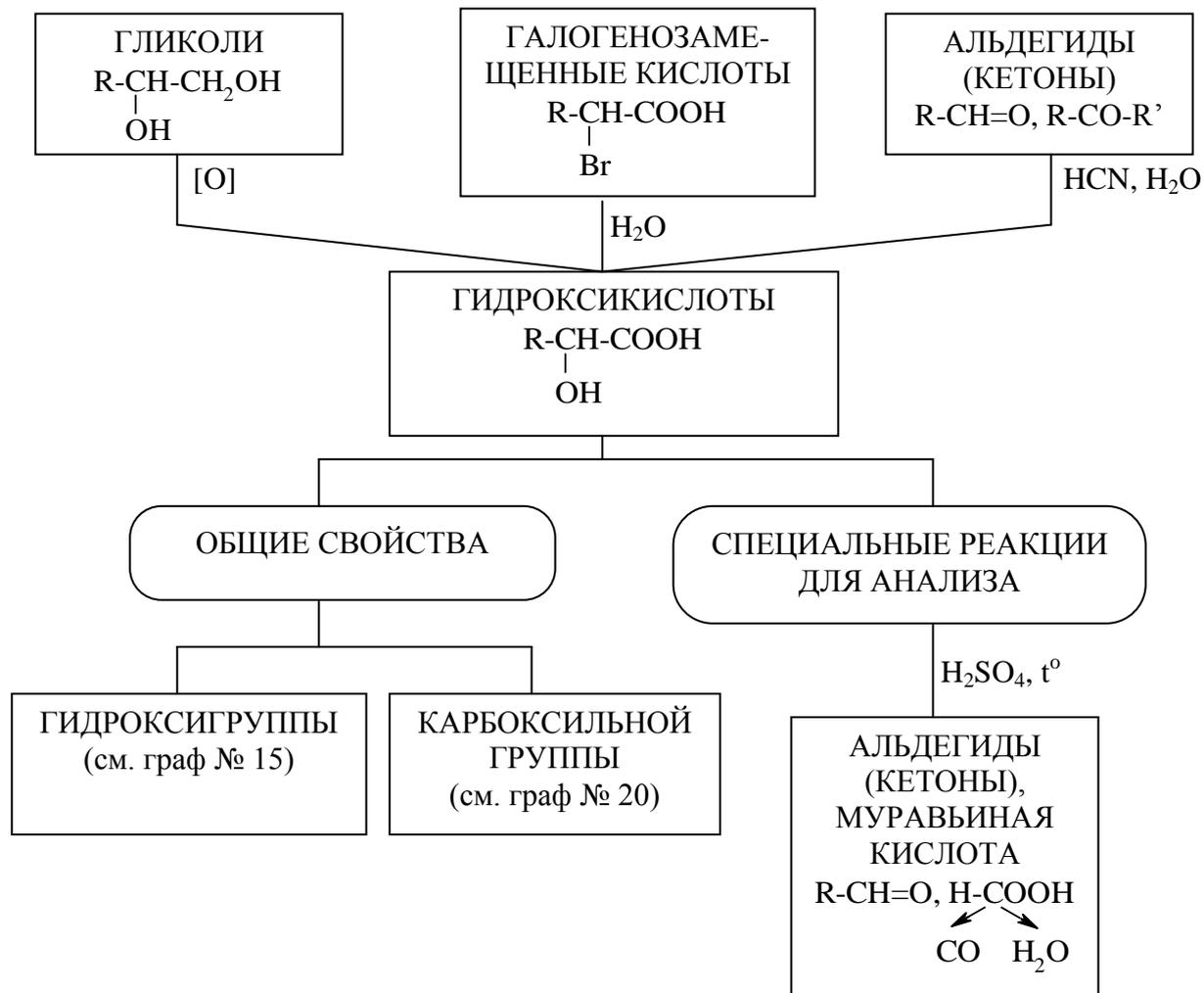
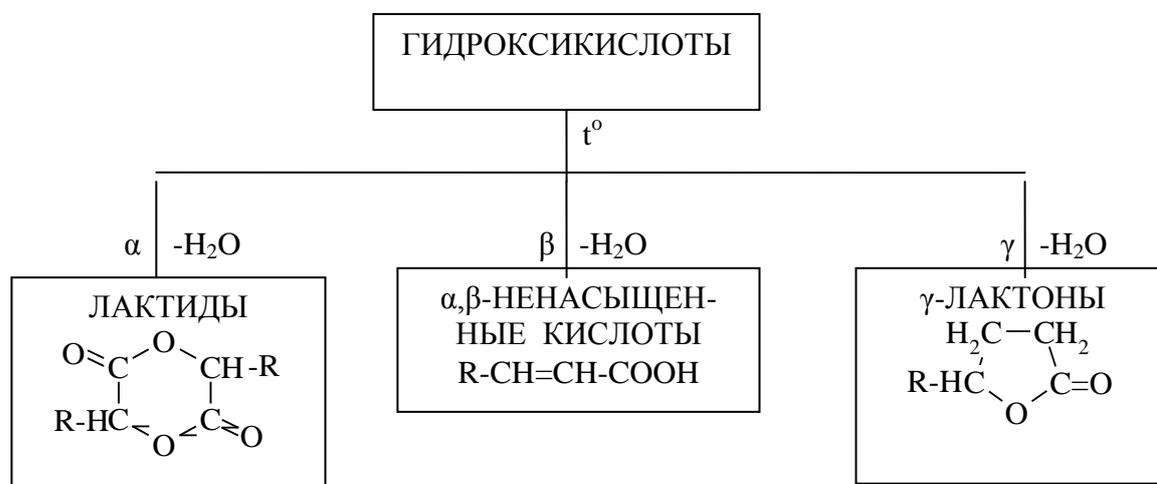
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ КИСЛОРОД- И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

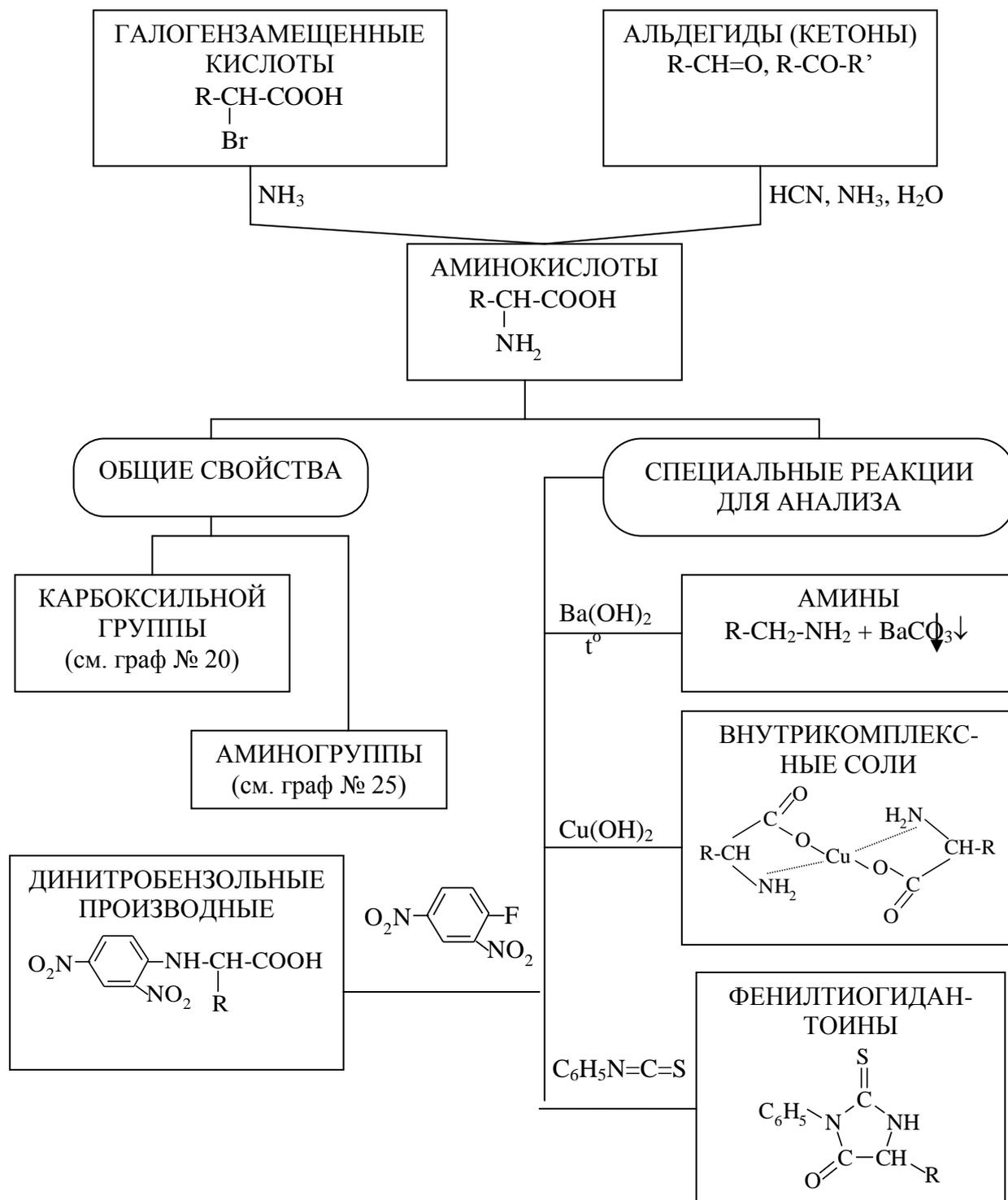


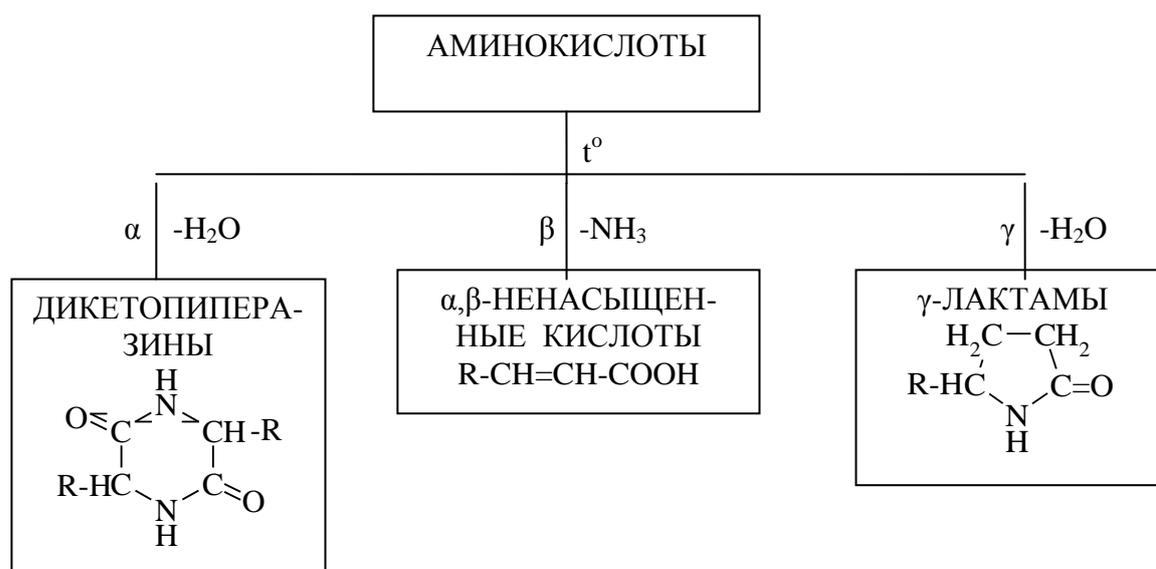
ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АЛИФАТИЧЕСКОГО РЯДА

КЛАССИФИКАЦИЯ КИСЛОРОД- И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА α -ГИДРОКСИКИСЛОТСПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА α -, β -, γ -ГИДРОКСИКИСЛОТ

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА α -АМИНОКИСЛОТ

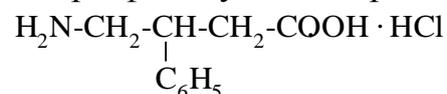
СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА α -, β -, γ -АМИНОКИСЛОТ

Гидроксикислоты – продукты обмена веществ.

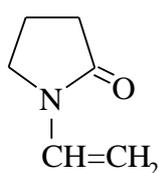
α -Аминокислоты – составная часть пептидов и белков.

γ -Аминомасляная кислота (ГАМК) принимает участие в обменных процессах головного мозга, является нейромедиатором. В медицинской практике под названием гаммалон или аминалон она применяется при лечении нервно-психических заболеваний.

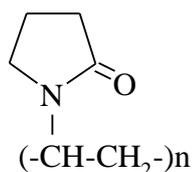
Структура ГАМК лежит в основе транквилизатора фенибута – гидрохлорида γ -амино- β -фенилмасляной кислоты:



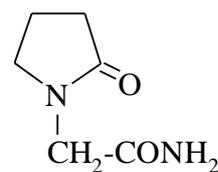
Важное значение для медицины имеют производные «циклической формы ГАМК» - ее лактама (γ -бутиролактама, или пирролидон-2):



1-Винилпирролидон-2



Поливинилпирролидон



Пирацетам

Полимер 1-винилпирролидона-2 – поливинилпирролидон – эффективный заменитель плазмы крови, амид (1-пирролидон-2-ил)-уксусной кислоты (пирацетам, ноотропил) рассматривается как первый представитель «ноотропных», т.е. влияющих на мышление веществ.

Лактамы входят в структуру некоторых антибиотиков (пенициллины).

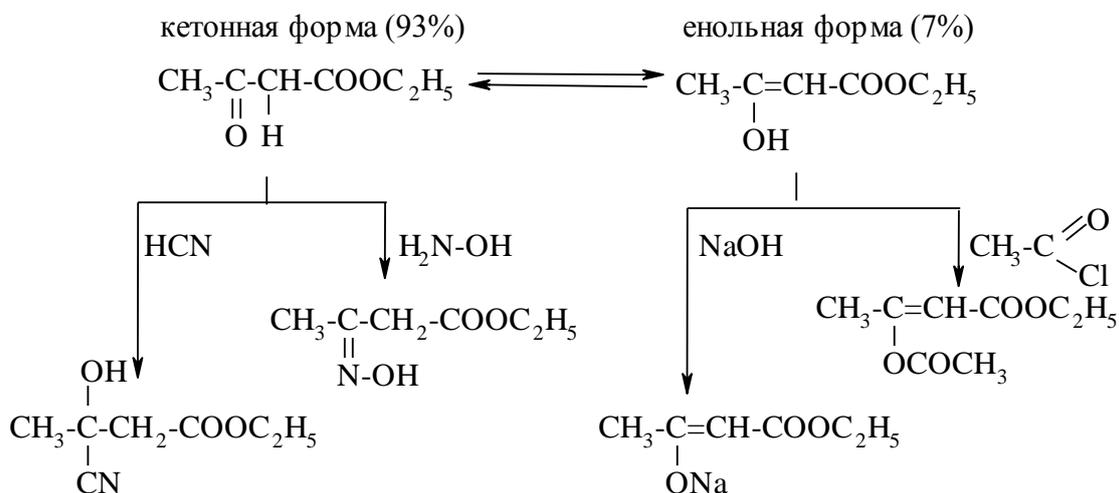
ϵ -Аминокапроновая кислота оказывает кровоостанавливающее действие.

ВАЖНЕЙШИЕ ПРИРОДНЫЕ ОКСОКИСЛОТЫ

Тривиальное название	Название по IUPAC	Структурная формула
Глиоксалевая (глиоксиловая)	оксоэтановая	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$
Пировиноградная	2-оксопропановая	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$
Ацетоуксусная	3-оксобутановая	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$
Щавелевоуксусная	3-оксобутандиовая	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$
α -Кетоглутаровая	2-оксопентандиовая	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$

Схема 3

КЕТО-ЕНОЛЬНАЯ ТАУТОМЕРИЯ АЦЕТОУКСУСНОГО ЭФИРА

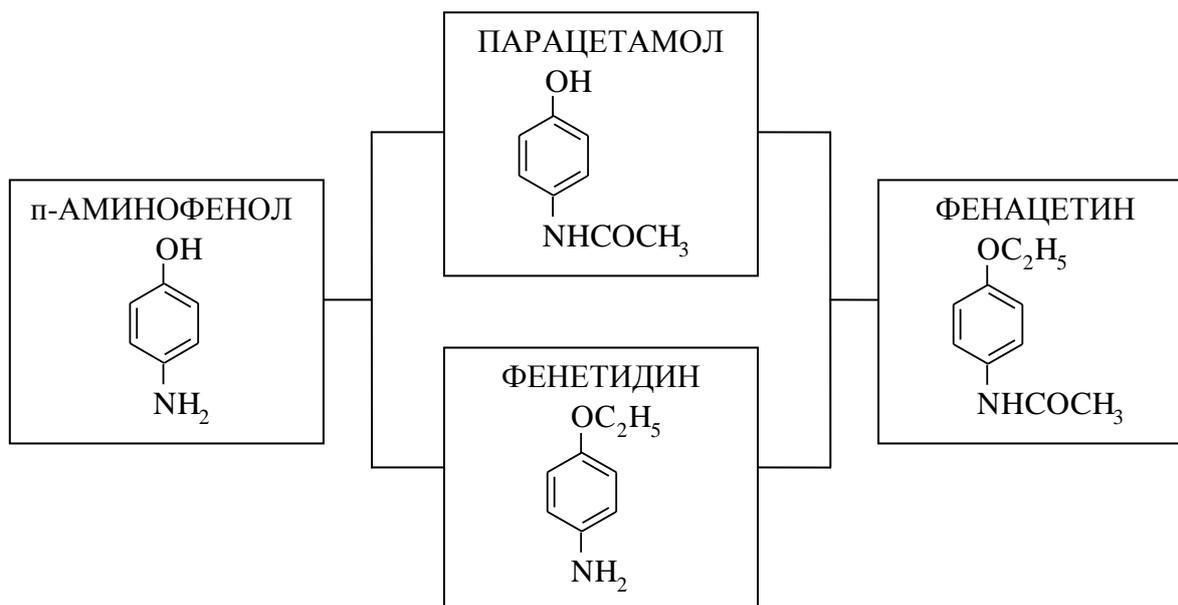


с FeCl₃ – фиолетовая окраска,
обесцвечивание бромной воды

ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА – ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА

Граф 33

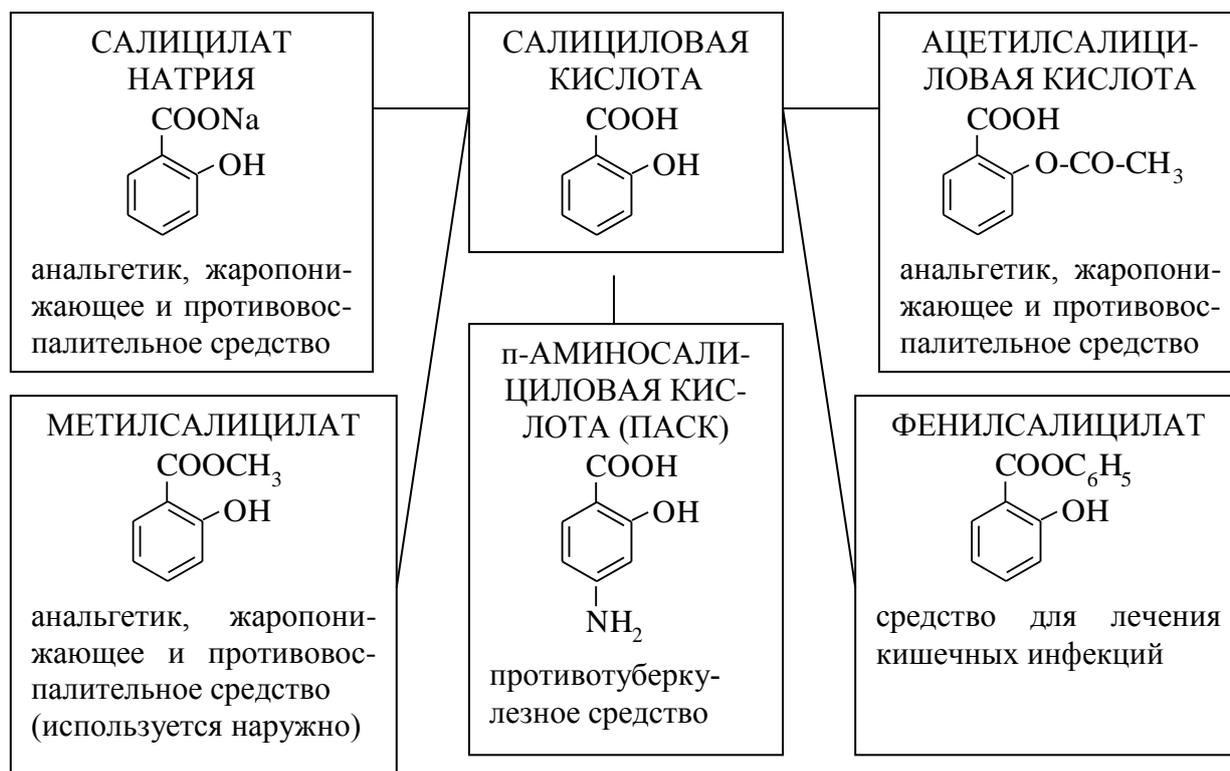
ПРОИЗВОДНЫЕ п-АМИНОФЕНОЛА



Парацетамол и фенацетин применяются как анальгетики и жаропонижающие средства.

Граф 34

ПРОИЗВОДНЫЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ



ПРОИЗВОДНЫЕ п-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ
(МЕСТНОАНЕСТЕЗИРУЮЩИЕ СРЕДСТВА)

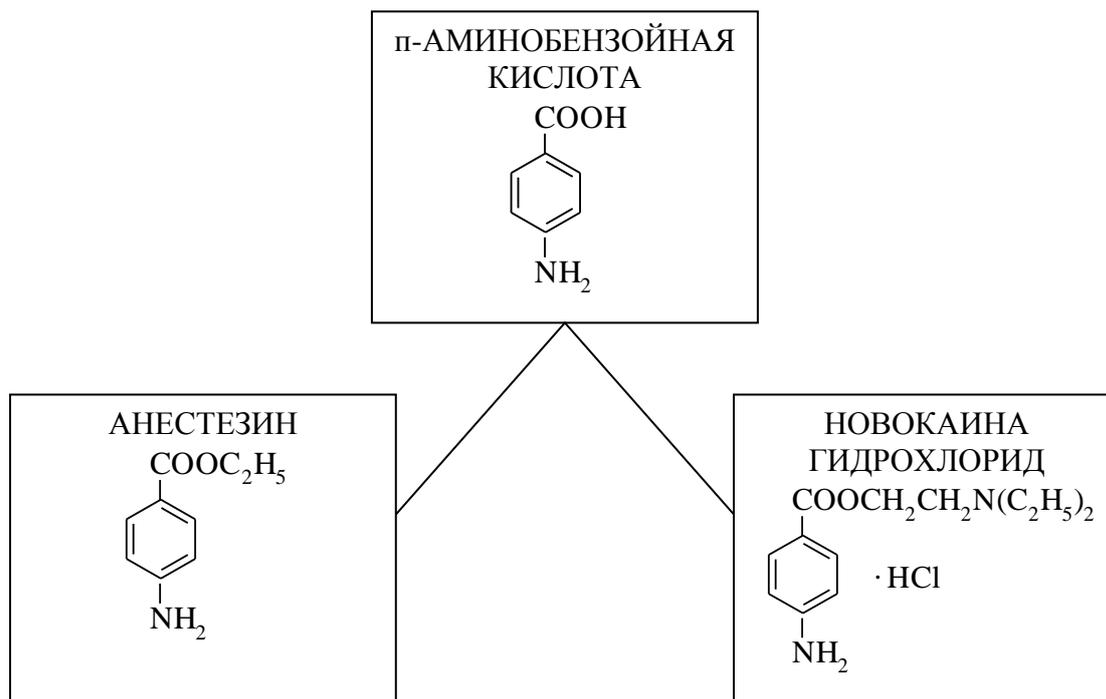
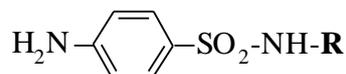
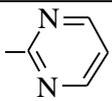
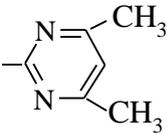
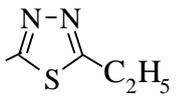
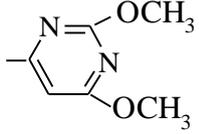
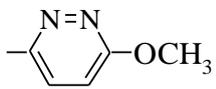
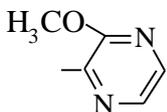


Таблица 45

ПРОИЗВОДНЫЕ СУЛЬФАНИЛОВОЙ КИСЛОТЫ – СУЛЬФАНИЛАМИДЫ
(АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА)

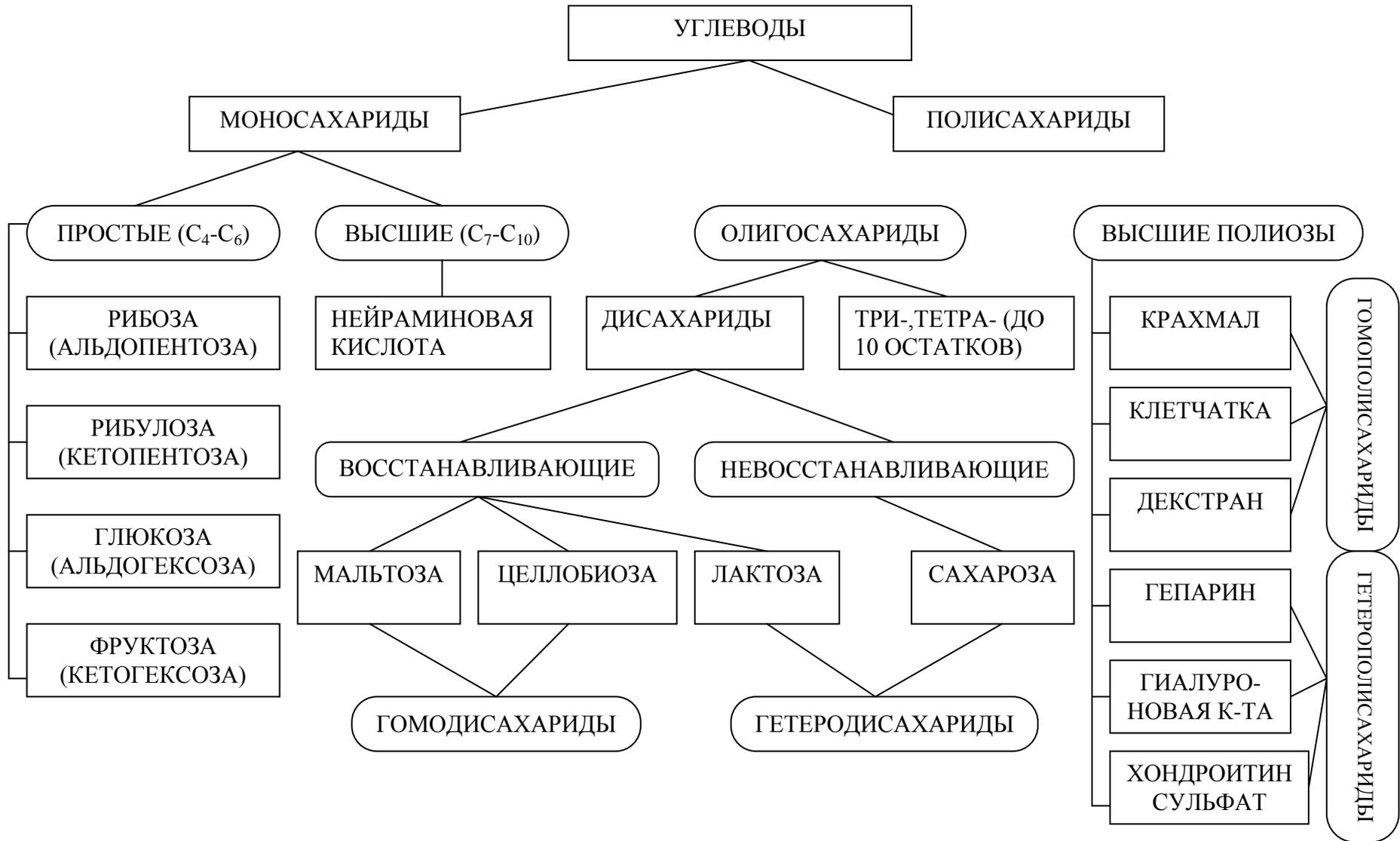


Препарат	R	Препарат	R
Стрептоцид	H	Сульфазин	
Норсульфазол		Сульфадимезин	
Этазол		Сульфадиметоксин	
Сульфапиридазин		Сульфален	

УГЛЕВОДЫ

Граф 36

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕВОДОВ



Углеводы – самые распространенные вещества живой природы. Они входят в состав всех растительных и животных клеток, выполняют специфические функции и отличаются высокой биологической активностью. На основе углеводов готовятся мази, эмульсии, гели, которые с успехом применяются в фармацевтической промышленности и практике. Многие углеводы участвуют в процессах, препятствующих свертыванию крови, повышают устойчивость организмов к бактериальным и вирусным инфекциям, возникновению и развитию опухолей, действию рентгеновских лучей. Широко применяется в медицине гепарин как антикоагулянт, бактериальный декстран как плазмозаменитель. На основе гетерополисахаридов растительного происхождения созданы отечественные лекарственные препараты «Плантаглюцид», «Мукалтин», «Ламинарид» и др.

Схема 4

ТАУТОМЕРИЯ ГЛЮКОЗЫ

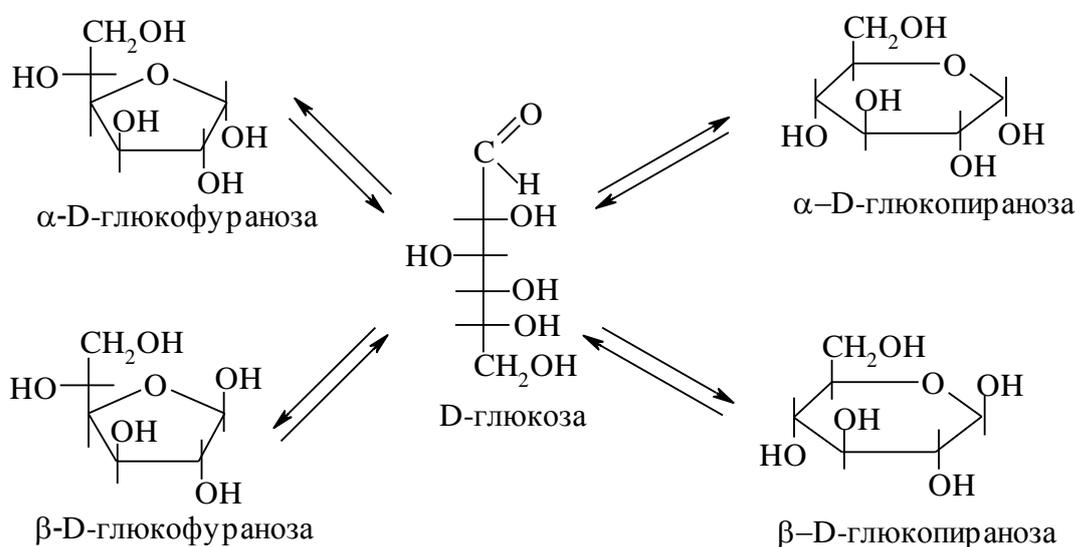
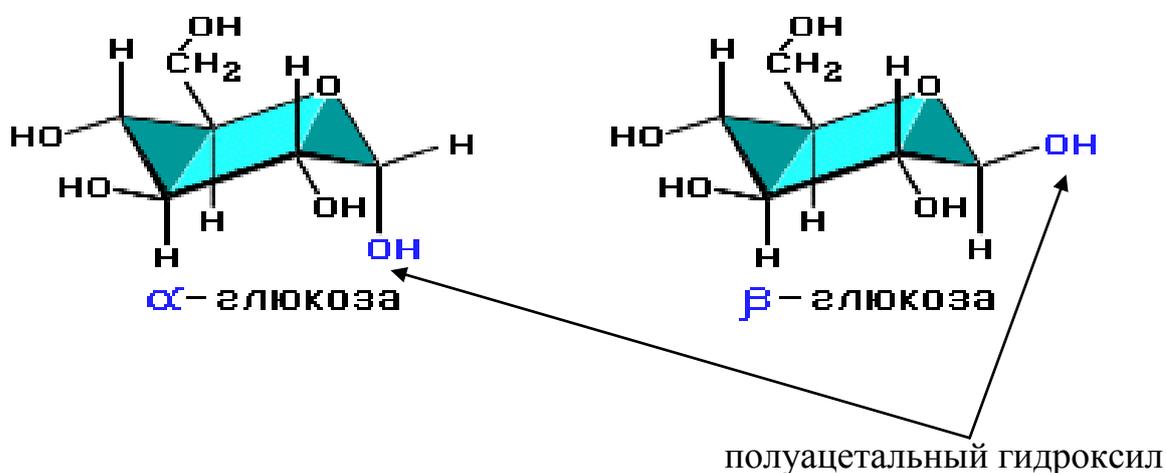
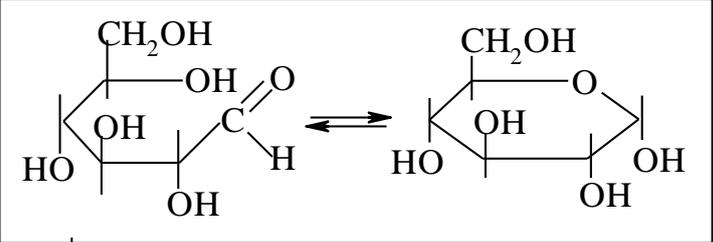


Рисунок 14

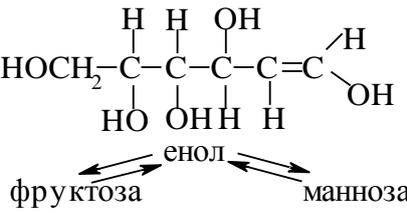
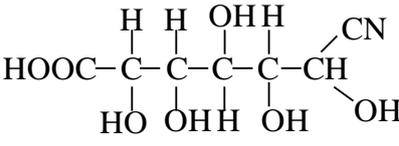
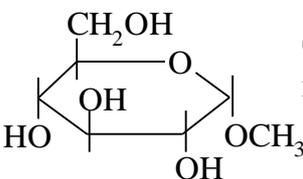
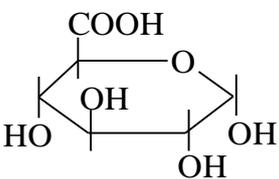
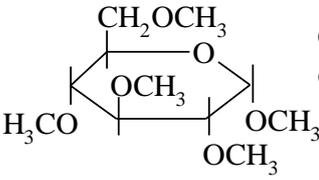
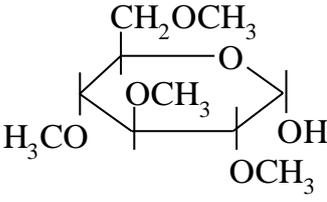
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ α - И β - ГЛЮКОПИРАНОЗЫ



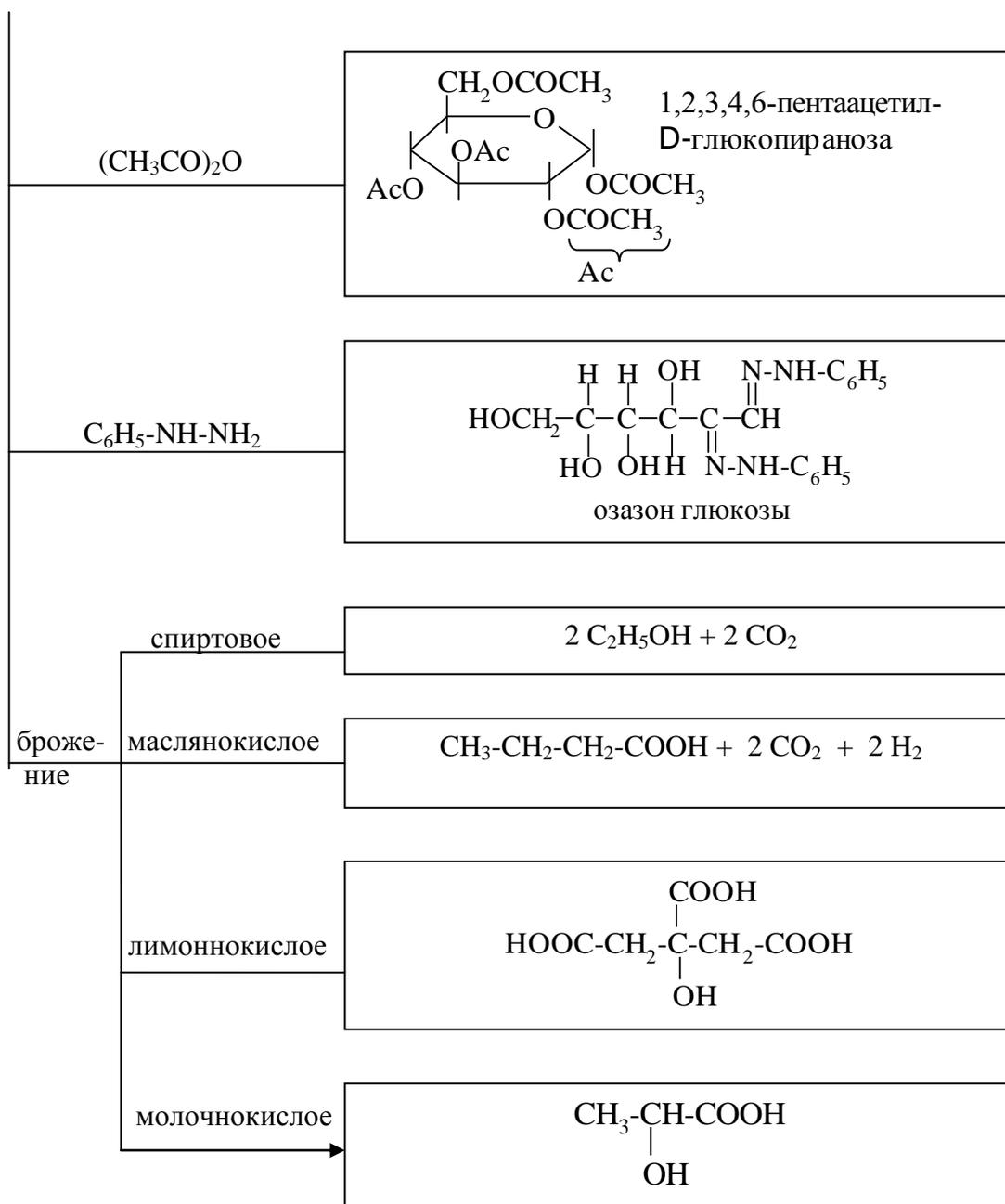
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛЮКОЗЫ

	
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ (реактив Толленса)	$\text{Ag} \downarrow$ + продукты расщепления и окисления моносахарида
$\text{Cu}(\text{OH})_2, t^\circ$ (реактив Фелинга)	$\text{Cu}_2\text{O} \downarrow$ + продукты расщепления и окисления моносахарида кирпично-красный
разб. HNO_3	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{OH} & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{HOOC} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{COOH} \\ & & & & & & \\ & \text{HO} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} & & \\ & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{array} $ D-глюконовая кислота
$\text{Br}_2, \text{H}_2\text{O}$	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{OH} & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{HOCH}_2 & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{COOH} \\ & & & & & & \\ & \text{HO} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} & & \\ & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{array} $ D-глюконовая кислота
H_2, Pd	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{OH} & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{HOCH}_2 & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{CH}_2\text{OH} \\ & & & & & & \\ & \text{HO} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} & & \\ & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{array} $ сорбит
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \quad \text{Cu} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \quad \text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \quad \text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $ хелат (синий раствор)

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛЮКОЗЫ (продолжение)

NaOH	 <p style="text-align: center;">фруктоза енол манноза</p>
HCN	 <p style="text-align: center;">оксинитрил</p>
CH ₃ OH (HCl сухой)	 <p style="text-align: right;">O-метил-α-D-глюко- пиранозид</p>
	Br ₂ (H ₂ O) и гидролиз (H ⁺)
	 <p style="text-align: right;">α-D-глюкуроновая кислота</p>
CH ₃ I (KOH)	 <p style="text-align: right;">O-метил-2,3,4,6-тетраметил- α-D-глюкопиранозид</p>
	гидролиз (H ⁺)
	 <p style="text-align: right;">2,3,4,6-тетраметил- α-D-глюкопираноза</p>

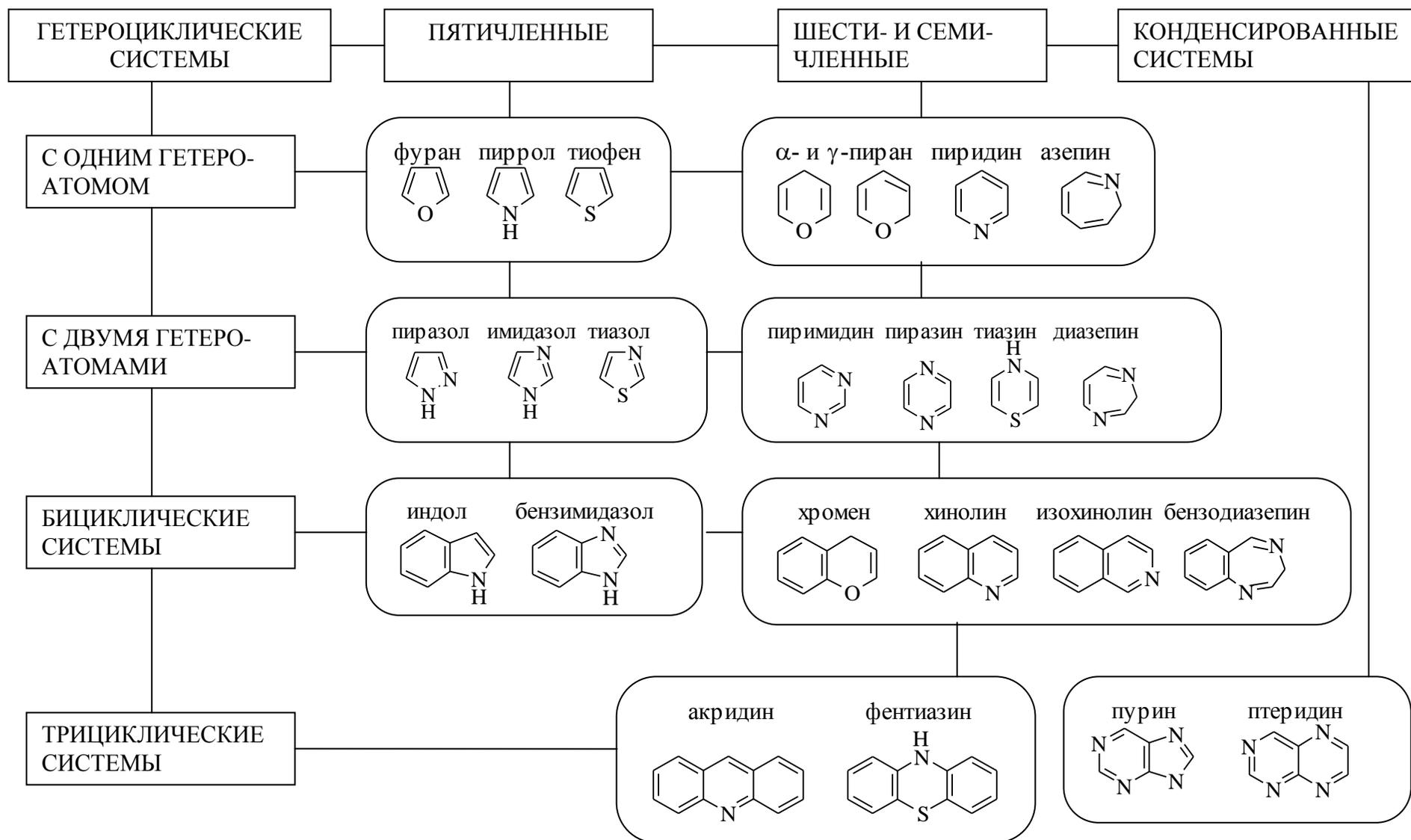
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛЮКОЗЫ (продолжение)



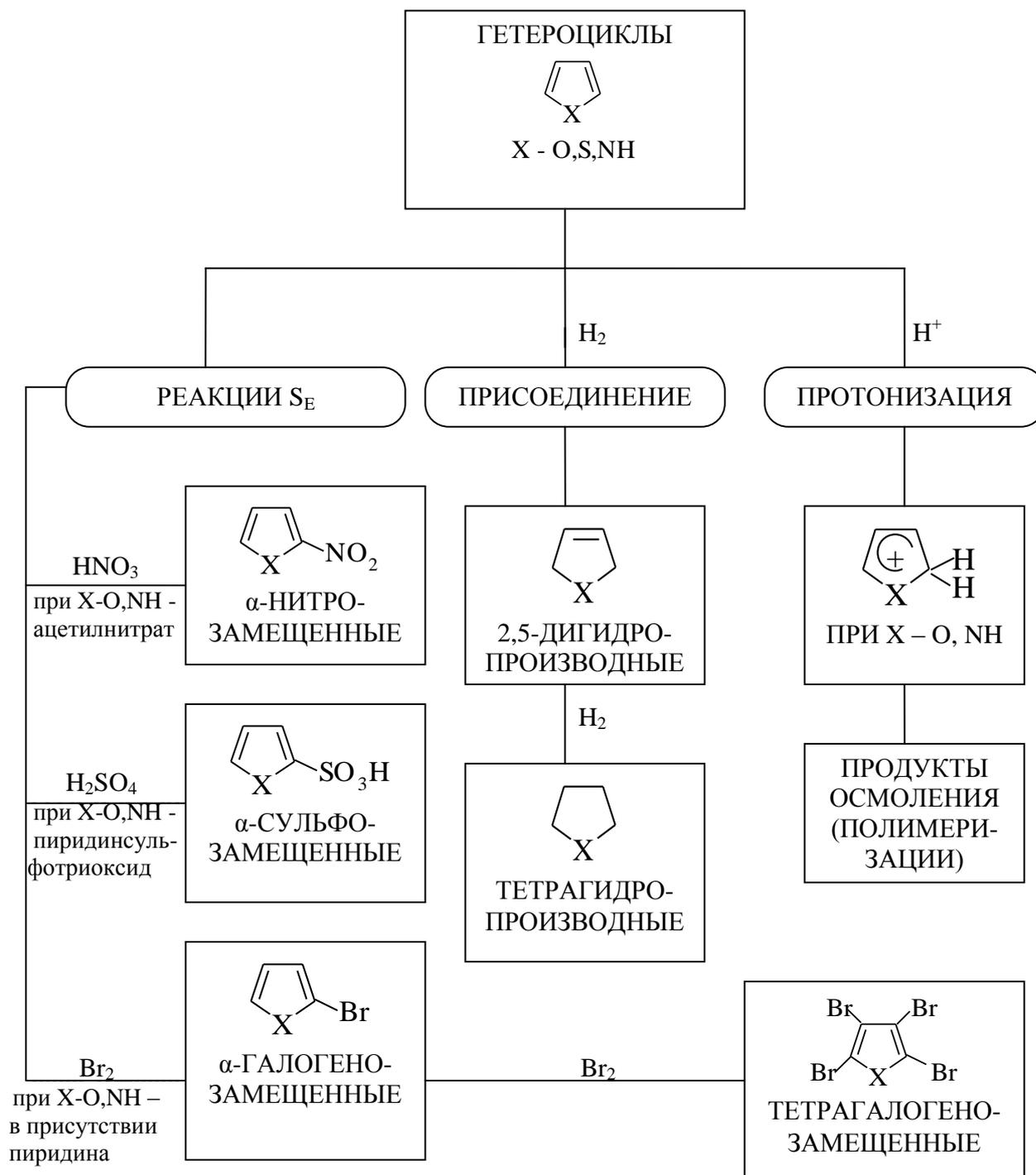
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Гетероциклические соединения имеют особое значение для организма: участвуют в передаче наследственных признаков, обеспечивают работу ферментативного аппарата, поддерживают энергетику организма. Более половины всех синтетических и природных лекарственных препаратов являются производными гетероциклов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕТЕРОЦИКЛОВ



СВОЙСТВА ПЯТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ С ОДНИМ
ГЕТЕРОАТОМОМ (π -ИЗБЫТОЧНЫХ СИСТЕМ)



СВОЙСТВА ПЯТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ С ДВУМЯ ГЕТЕРОАТОМАМИ

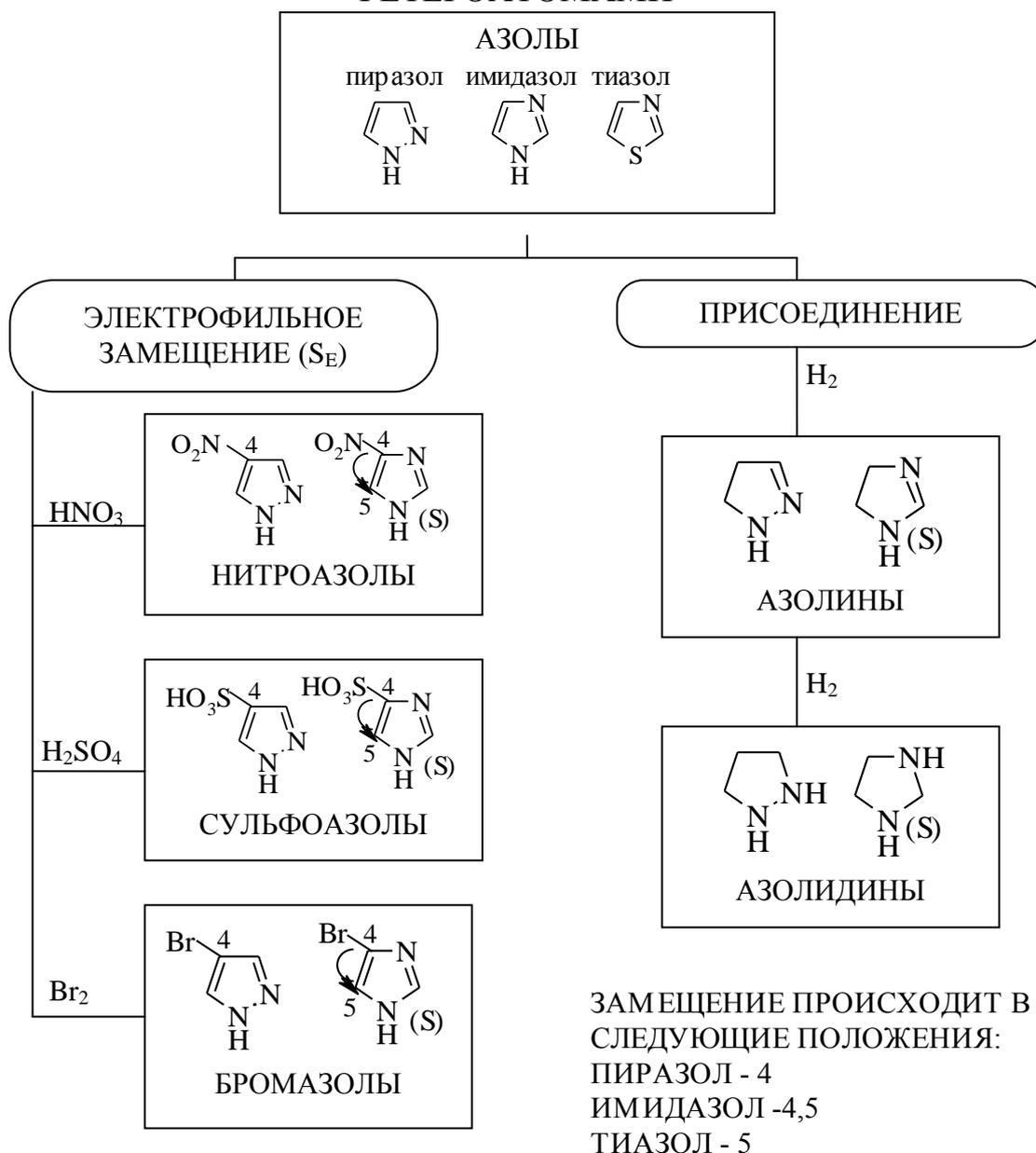
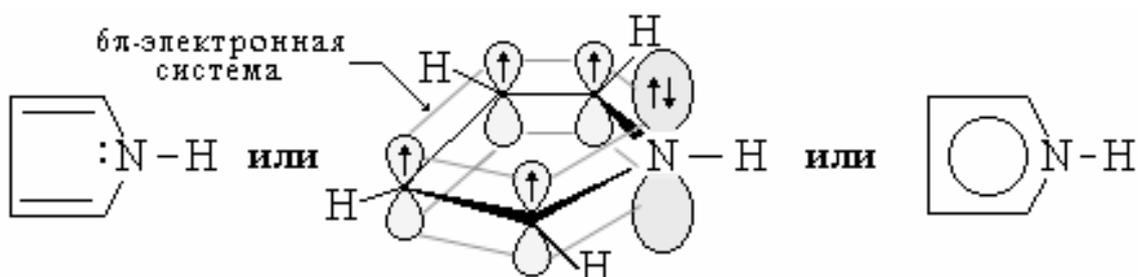


Рисунок 15

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ПИРРОЛА



СВОЙСТВА ШЕСТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ
(π -НЕДОСТАТОЧНЫХ СИСТЕМ)

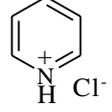
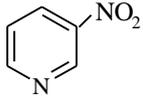
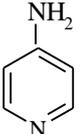
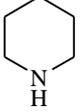
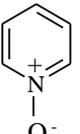
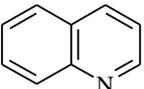
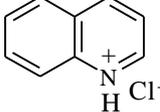
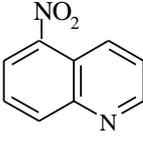
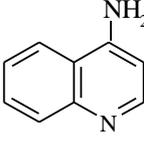
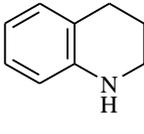
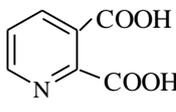
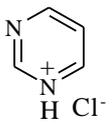
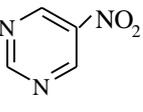
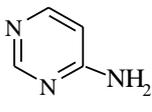
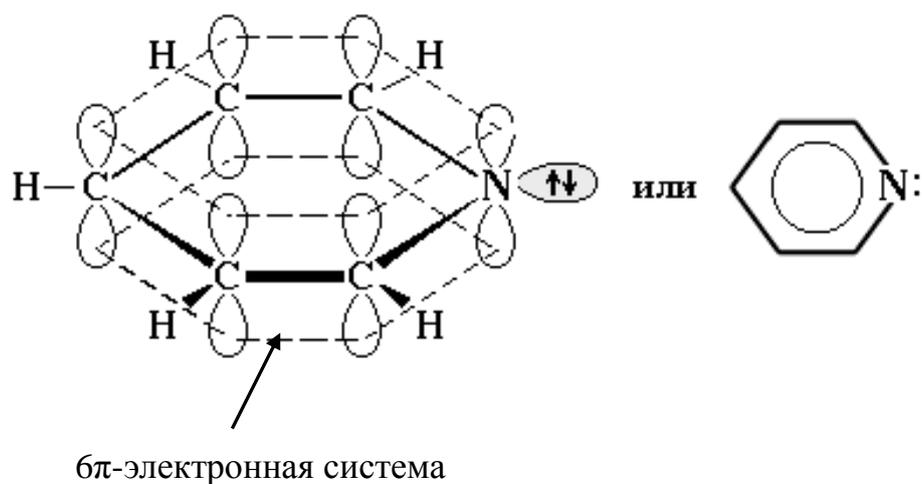
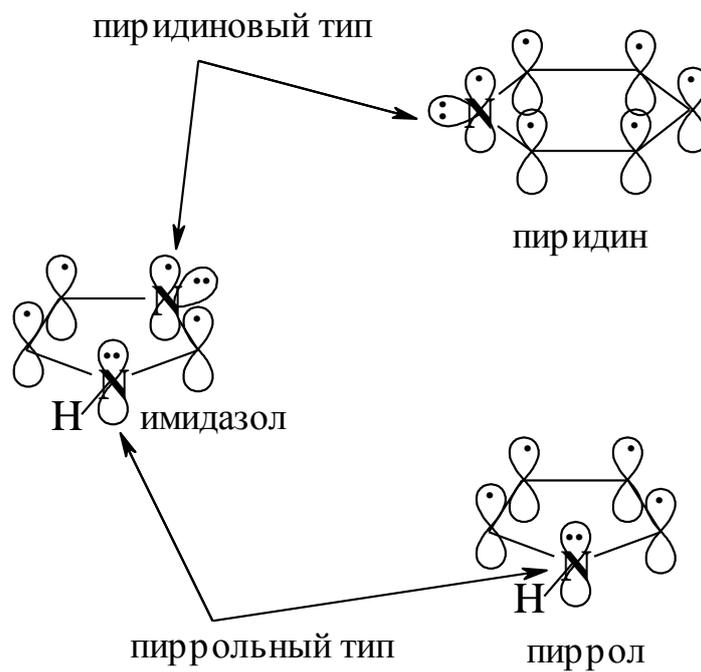
Гетероцикл	Продукты реакций				
	солеоб- разования	замещения		восста- новления	окисления
		S_E	S_N		
пиридин 					
хинолин 					
пиримидин 					

Рисунок 16

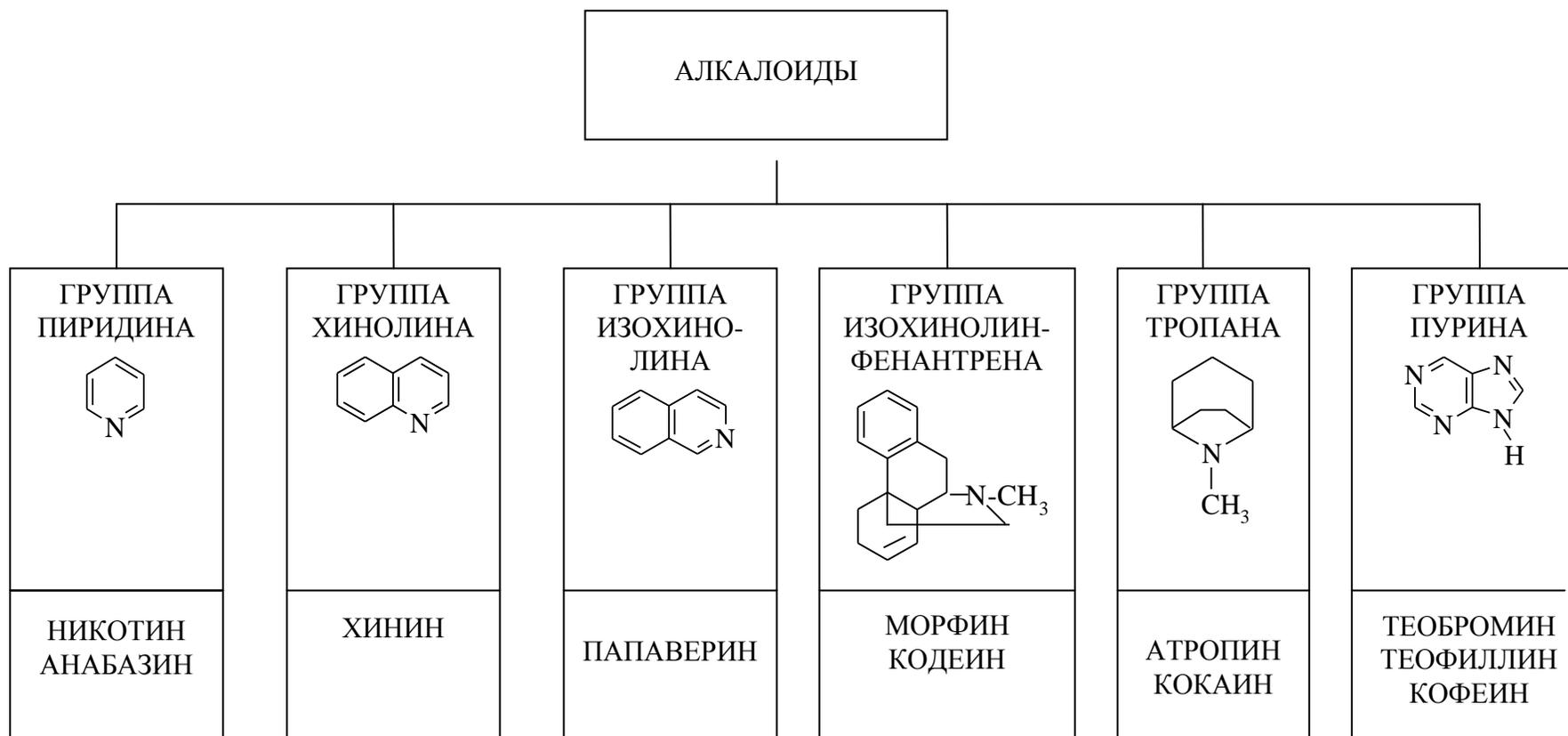
ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ПИРИДИНА



ТИПЫ АТОМОВ АЗОТА В ГЕТЕРОЦИКЛАХ



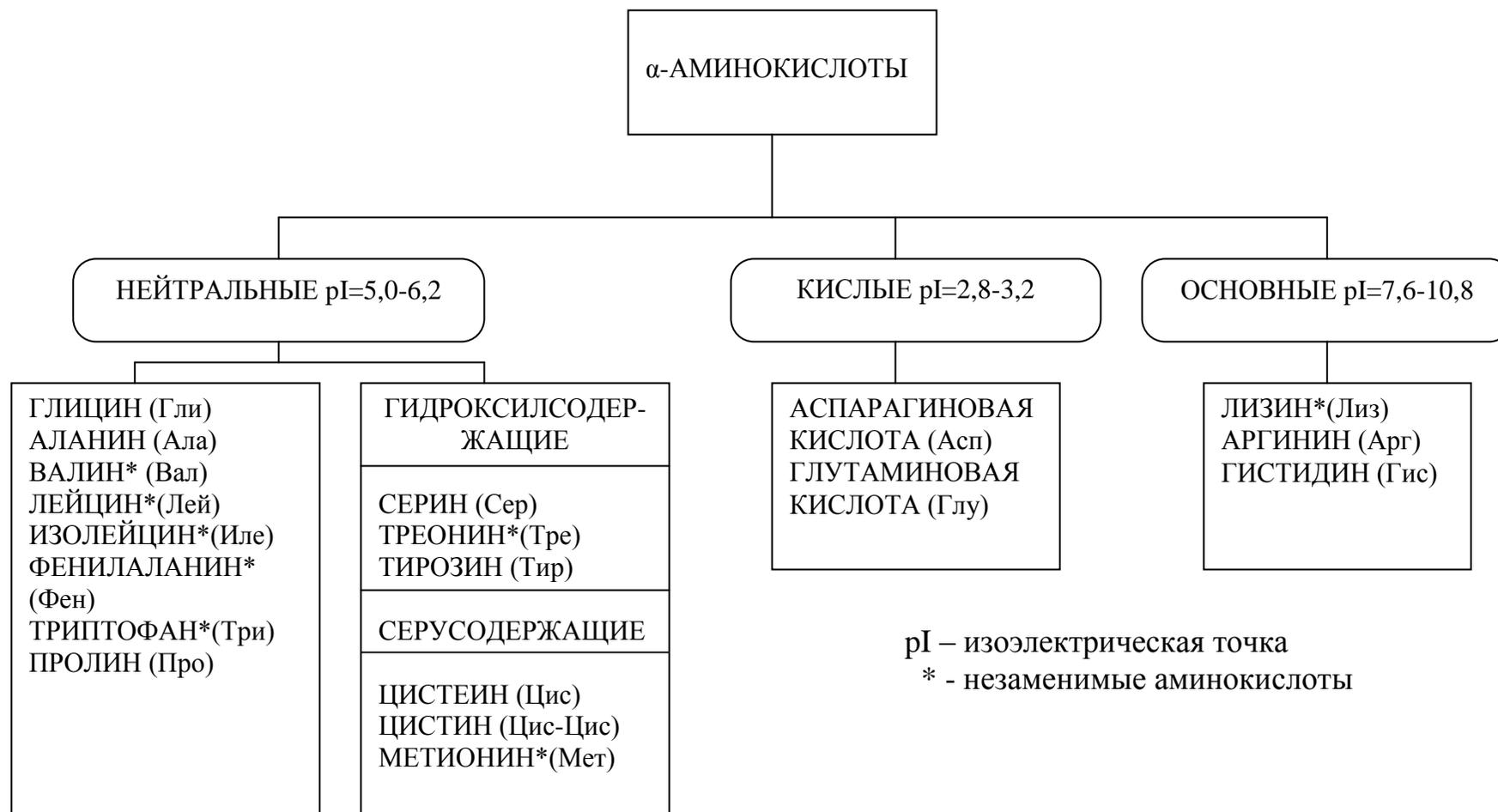
КЛАССИФИКАЦИЯ АЛКАЛОИДОВ



БИОПОЛИМЕРЫ. БЕЛКИ И НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Граф 42

КЛАССИФИКАЦИЯ АМИНОКИСЛОТ БЕЛКОВ

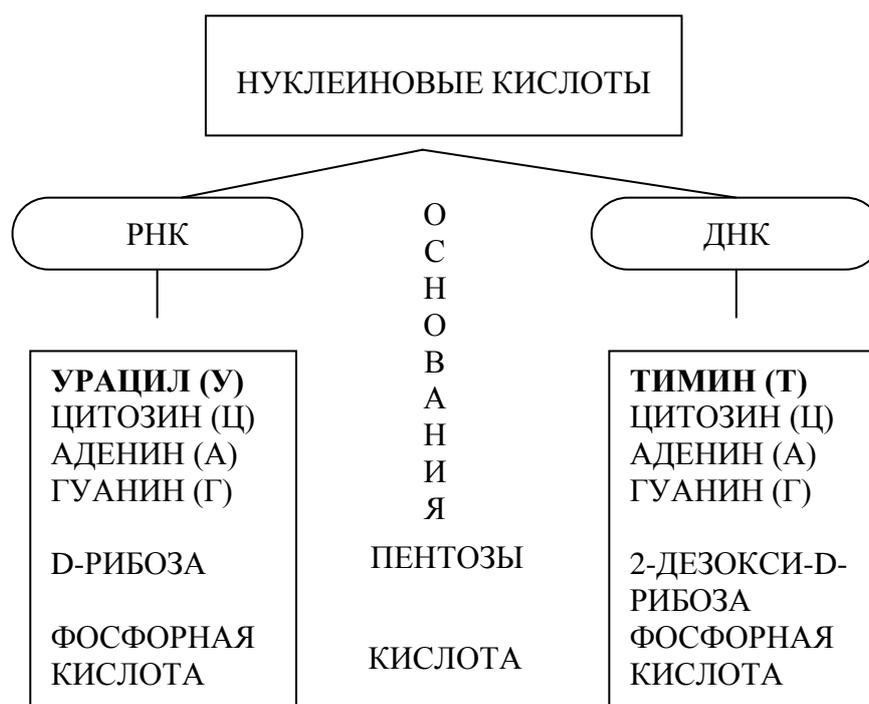


ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ, ФИКСИРУЮЩИХ ВТОРИЧНУЮ И ТРЕТИЧНУЮ СТРУКТУРУ ПЕПТИДОВ И БЕЛКОВ

КОВАЛЕНТНЫЕ	НЕКОВАЛЕНТНЫЕ	
ДИСУЛЬФИДНЫЕ СВЯЗИ	ИОННЫЕ СВЯЗИ	ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ
Между пространственно сближенными цистеиновыми остатками	Образуются за счет притяжения между разноименно заряженными группами $-\overset{+}{\text{N}}\text{H}_3 \quad \overset{-}{\text{O}}\text{OC}-$	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">между пептидными группами</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">межцепочечные</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">внутрицепочечные</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">β-складчатая структура</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">α-спираль</div> </div> </div>
Стабилизируют третичную структуру	Стабилизируют вторичную и третичную структуру	

Граф 43

СОСТАВ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ



СТРОЕНИЕ ПОЛИНУКЛЕОТИДА

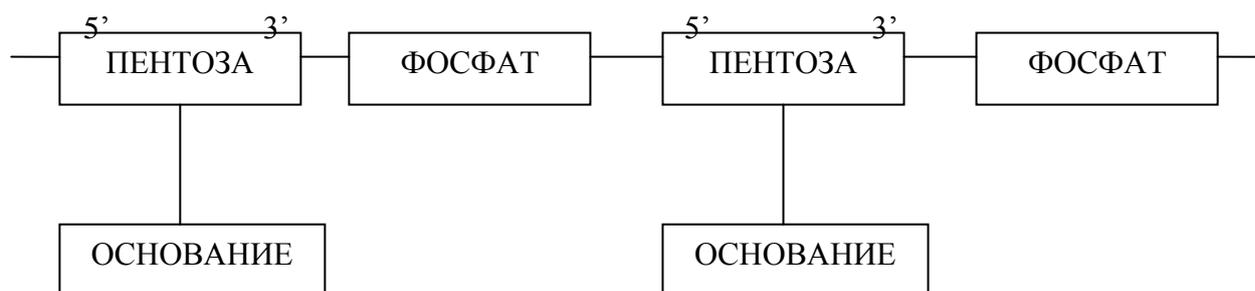
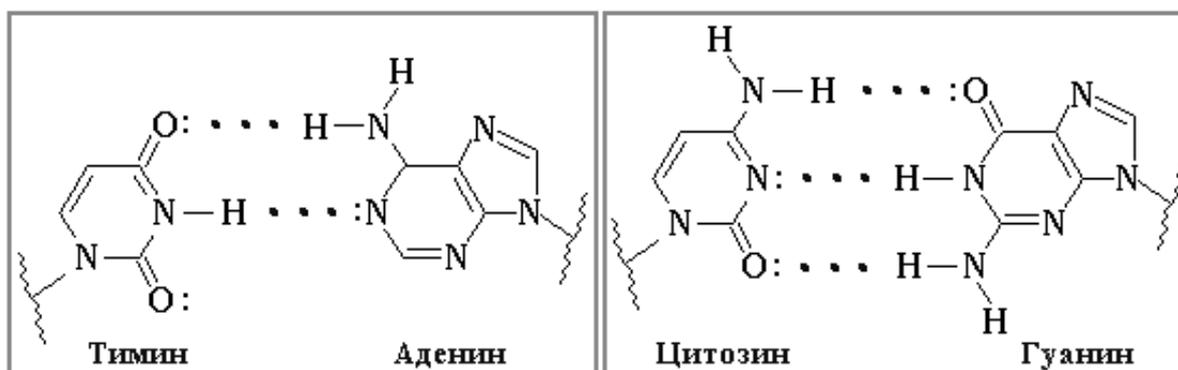


Рисунок 18

ОБРАЗОВАНИЕ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КОМПЛЕМЕНТАРНЫМИ ОСНОВАНИЯМИ

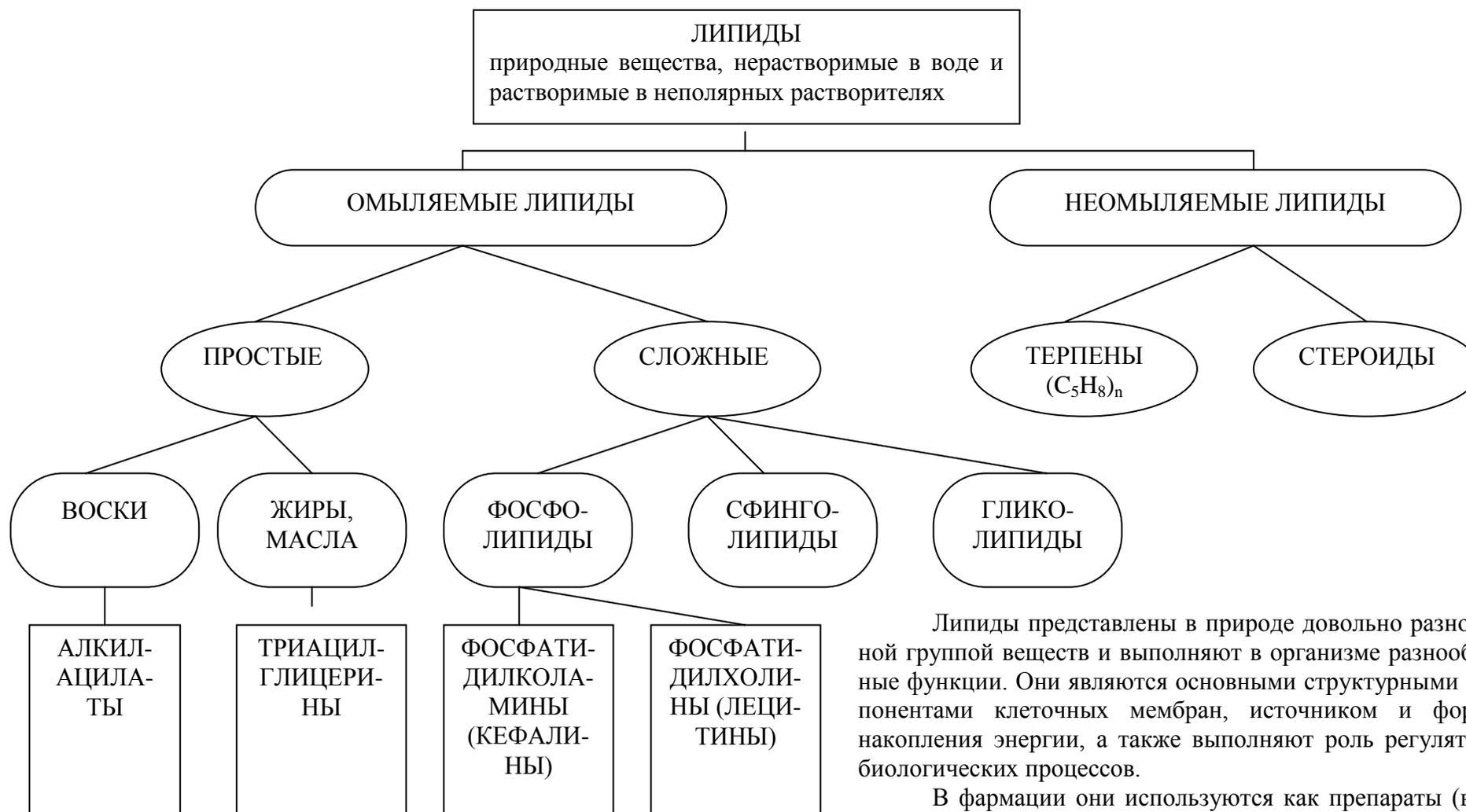


Белки и нуклеиновые кислоты играют исключительную роль в организации и функционировании живой материи. Белки выполняют функции структурных элементов клетки, биокаталитическую (ферменты), регуляторную (гормоны), транспортную (гемоглобин, миоглобин), защитную (антитела) и др. Нуклеиновые кислоты – хранители и передатчики наследственных признаков (генетической информации). В медицине в качестве лекарственных средств находят применение многие белки и полипептиды (сыворотки крови, вакцины, гормоны – окситоцин, вазопрессин, инсулин и др.), а также элементы нуклеиновых кислот (фторурацил, меркаптопурин, АТФ и др.).

ЛИПИДЫ, ИЗОПРЕНОИДЫ (ТЕРПЕНЫ, КАРОТИНОИДЫ, СТЕРОИДЫ)

Граф 44

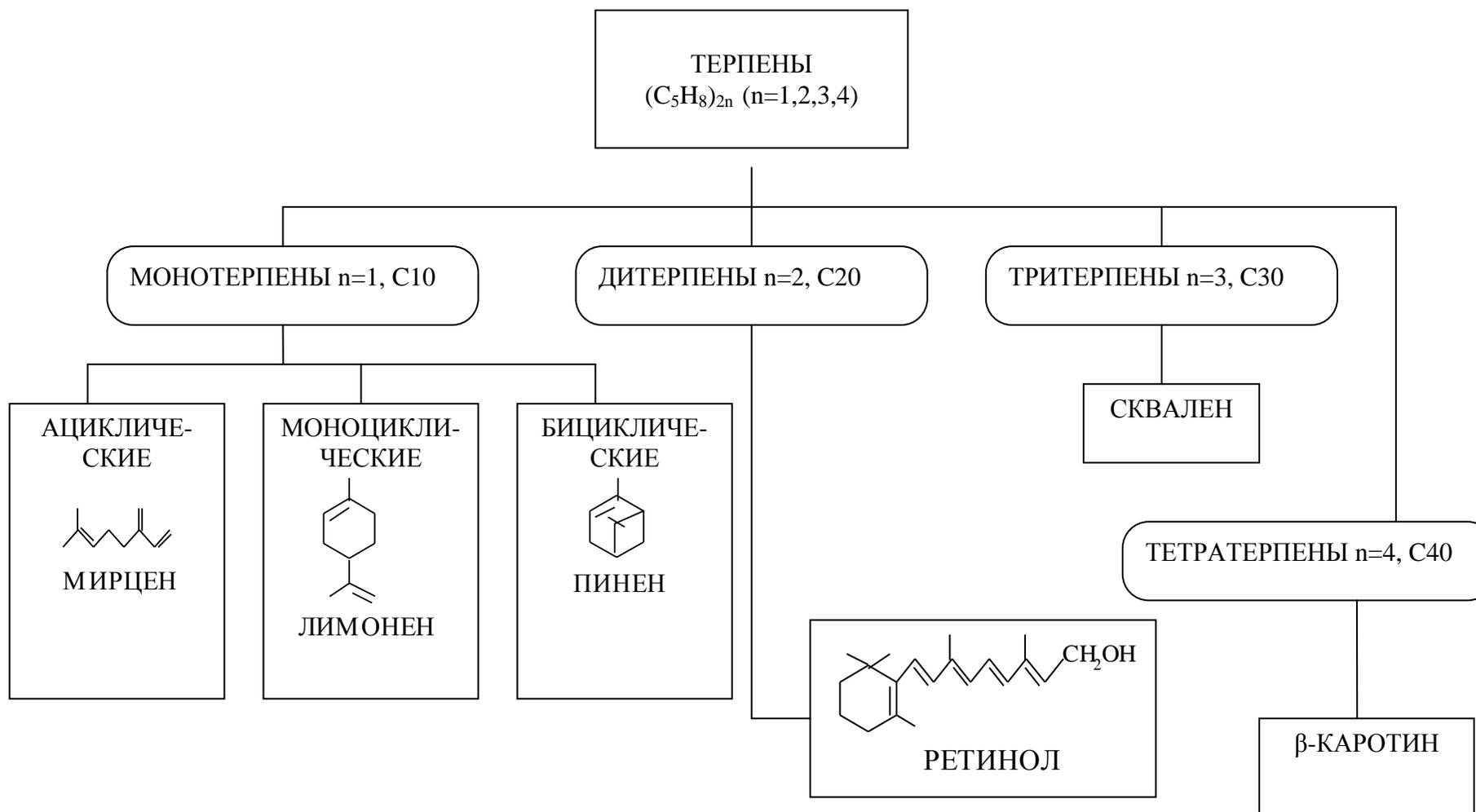
КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИПИДОВ



Липиды представлены в природе довольно разнородной группой веществ и выполняют в организме разнообразные функции. Они являются основными структурными компонентами клеточных мембран, источником и формой накопления энергии, а также выполняют роль регуляторов биологических процессов.

В фармации они используются как препараты (витамины, стероиды) и как мазевая основа и растворители для приготовления лекарственных форм.

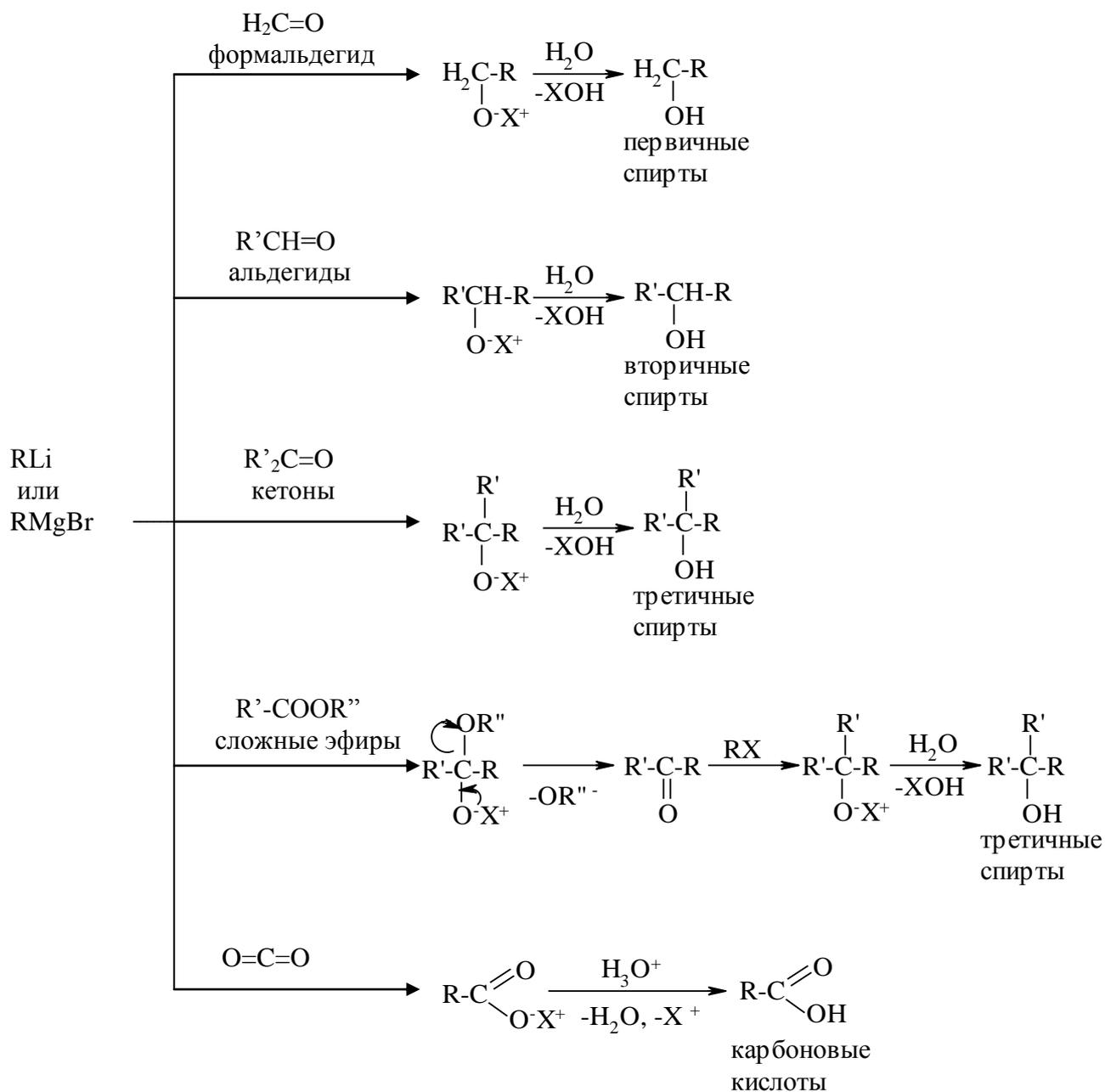
КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕРПЕНОВ



ЭЛЕМЕНТОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Схема 8

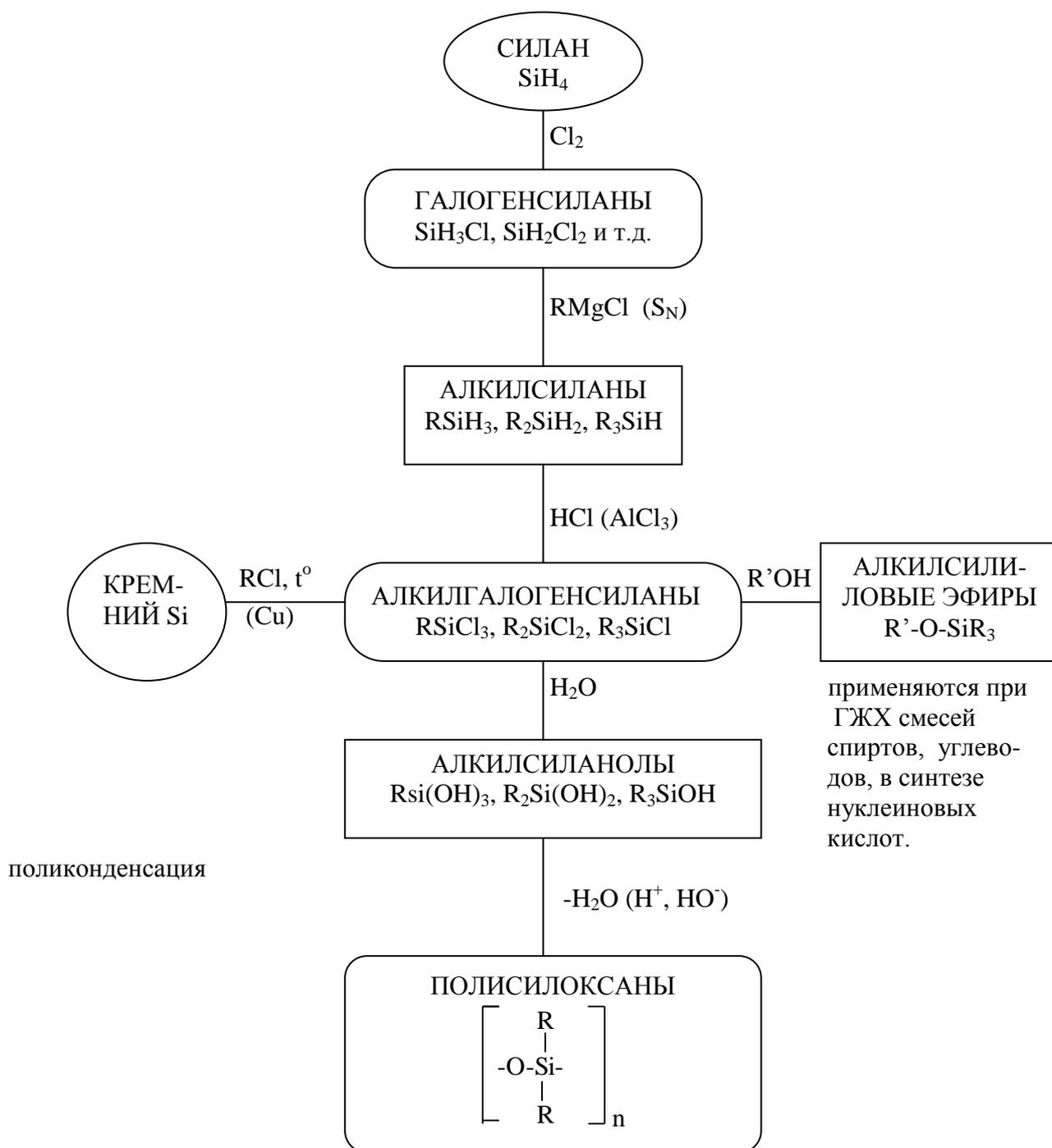
РЕАКЦИИ ЛИТИЙ- И МАГНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С КАРБОНИЛСОДЕРЖАЩИМИ СУБСТРАТАМИ



X = Li, MgBr

Реакции нуклеофильного присоединения (A_N)

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



Полисилоксаны – основа мазей и кремов.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (ВМС)

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ	
Полиэтилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)n$	Поливиниловый спирт (его эфиры) $\begin{array}{c} (-\text{CH}_2-\text{CH}-)n \\ \\ \text{OH}(\text{R}) \end{array}$
Полипропилен $\begin{array}{c} (-\text{CH}-\text{CH}_2-)n \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Полиэтиленгликоль $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)n$
Поливинилхлорид $\begin{array}{c} (-\text{CH}-\text{CH}_2-)n \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Полиметилметакрилат $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ (-\text{CH}_2-\text{C}-)n \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$
Полистирол $\begin{array}{c} (-\text{CH}-\text{CH}_2-)n \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Лавсан (полиэфир) $(-\text{OC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)n$
Каучук бутадиеновый $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)n$	Капрон (полиамид) $[-\text{HN}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-]n$
Каучук хлоропреновый $\begin{array}{c} (-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-)n \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Найлон (полиамид) $[-\text{OC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-]n$

Издательство Курского государственного медицинского университета
305041, г. Курск, ул. К. Маркса, 3.

Лицензия ЛР № 020862 от 30.04.99 г.
Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии КГМУ.
305041, г. Курск, ул. К. Маркса, 3.

Заказ № 66.