

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Электронные учебно-методические материалы

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности»
Программы развития СГАУ на 2009 – 2018 годы
по проекту «Разработка учебно-методических материалов для дисциплины 1-4 семестра нового направления
подготовки бакалавров 152200 «Наноинженерия»
Соглашение № 1/ 14 от 03.06.2013 г.

УДК 547(075)
ББК 24.2я7
О-64

Составители: Тупикова Елена Николаевна,
Платонов Игорь Артемьевич,
Рощупкина Ирина Юрьевна,
Новикова Екатерина Анатольевна

Рецензент: Носова Е.А., к.т.н. доц. каф. ТМ и АМ

Ограническая химия [Электронный ресурс] : электрон. учеб.- метод. материалы / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) сост. Е.Н. Тупикова, И.А. Платонов, И.Ю. Рощупкина, Е.А. Новикова – Электрон. текстовые и граф. дан. 1 эл. опт. диск (702,0 МБ.). – Самара, 2013. –1 эл. оптич. Диск (CD-ROM)

Электронные учебно-методические материалы по дисциплине «Органическая химия» содержат:

1. Методические указания к лабораторным работам:
 - 1.1. «Основные классы органических соединений»
 - 1.2. «Гидролиз галогенопроизводных»
 - 1.3. «Синтез натриевой соли п-толуолсульфокислоты»
 - 1.4. «Методы очистки и анализа органических соединений»
2. Билеты к зачету

Предназначены для студентов 4 факультета направления подготовки бакалавров 152200.62 «Наноинженерия», изучающих дисциплину «Органическая химия» в 4 семестре, могут быть использованы студентами 5 факультета направления подготовки бакалавров 200100.62. «Биохимические системы и технологии». Дисц. «Химия» 2 семестр.
Разработано на кафедре химии 201000.62

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

*Электронные методические указания
к лабораторной работе*

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009 – 2018 годы по проекту «Разработка учебно-методических материалов для дисциплин 1-4 семестров нового направления подготовки бакалавров 152200 «Наноинженерия»
Соглашение № 1/14 от 03.06.2013 г.

Самара 2013

УДК 547(075)
ББК 24.2
075

**Составители: Тупикова Елена Николаевна,
Платонов Игорь Артемьевич,
Рощупкина Ирина Юрьевна,
Новикова Екатерина Анатольевна**

Рецензент: Носова Е.А., к.т.н., доц. каф. ТМ и АМ

Основные классы органических соединений: [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания к лаб. работе / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. Е.Н. Тупикова, И.А. Платонов, И.Ю. Рощупкина, Е.А. Новикова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (1568 КБ). - Самара, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Методические указания являются руководством к лабораторной работе по дисциплине «Органическая химия»; включают краткий теоретический курс и описание методики эксперимента по указанной теме, а также задания для самостоятельной работы.

Предназначены для студентов 4 факультета направления подготовки бакалавров 152200.62 «Наноинженерия», изучающих дисциплину «Органическая химия» в 4 семестре, могут быть использованы студентами 5 факультета направления подготовки бакалавров 200100.62 «Биотехнические системы и технологии».

Разработаны на кафедре химии.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

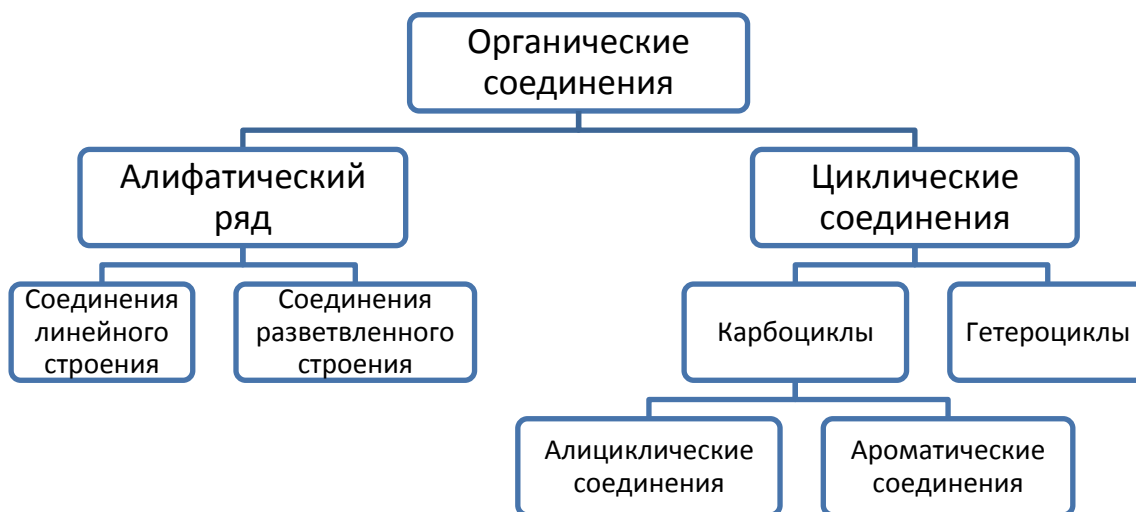
Цель работы: ознакомление со способами получения и качественными реакциями основных классов органических соединений.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Органическая химия – это химия соединений углерода. Особенностью органических соединений является их многообразие при довольно ограниченном числе основных элементов их образующих. Эти химические элементы называют органогенами и к ним относят: углерод, водород, кислород, азот, галогены, серу. В состав органических соединений могут входить и другие, почти все, элементы периодической системы, такие соединения называют *элементарорганическими*. В настоящее время известно несколько миллионов органических соединений. Объединение органических соединений в крупные группы по сходству состава, строения и, соответственно, свойств значительно упрощает их изучение.

Классификация органических соединений

В зависимости от строения углеродной цепи органические соединения образуют *ряды* с открытой цепью (*алифатический*, или жирный, ряд) и циклического строения. Последние в свою очередь делятся на две группы: *карбоциклические* соединения (циклы состоят только из атомов углерода) и *гетероциклические* (в циклы входят, помимо атомов углерода, и другие атомы).



Карбоциклические соединения в свою очередь включают два ряда: *алициклический* и *ароматический*. Ароматический ряд объединяет производные ароматических углеводородов – бензола и его аналогов.

В каждом ряду органические соединения делятся на классы в зависимости от состава и строения. Наиболее простыми представителями соединений жирного, алициклического и ароматического рядов являются *углеводороды*. Родоначальниками всех органических соединений можно считать насыщенные углеводороды или алканы, от которых происходят, как это видно на схеме (рис. 1), все остальные ряды углеводородов.




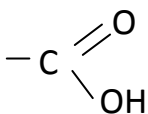
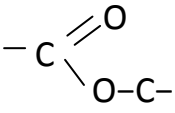
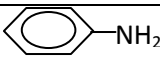
Рис. 1 Классификация углеводородов

Заменяя атомы водорода в углеводородах на другие атомы или группы атомов (функциональные группы), переходят от углеводородов к другим классам органических соединений данного ряда. Атомы-заместители и функциональные группы определяют главнейшие направления превращений данного класса органических соединений.

Некоторые наиболее характерные функциональные группы и соответствующие им классы соединений, а также их номенклатура (приставки и суффиксы) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные классы органических соединений

Функциональная группа	Название группы	Класс соединений	Суффикс или префикс	Пример
-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	Фтор, хлор, бром, йод (галоген)	Галогено- производные	Фтор-, хлор- и т.д.	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ Cl 1-хлорпропан
-OH	Гидроксил	Спирты	-ол	CH ₃ -CH ₂ OH этанол
		Фенолы		 фенол
>C=O	Карбонил	Альдегиды	-аль	CH ₃ CHO Этаналь (уксусный альдегид, ацеталь)
		Кетоны	-он	CH ₃ COCH ₃ Пропанон (ацетон)
-C-O-C-	Окси- группа	Простые эфиры	-окси	C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅ Этоксизтан (диэтиловый эфир)
	Карбоксил	Карбоновые кислоты	-овая кислота	CH ₃ COOH Этановая (уксусная) кислота
	Карбокси- группа	Сложные эфиры	-оат	CH ₃ COOC ₂ H ₅ Этилэтаноат (этилацетат)
-NH ₂	Амино- группа	Амины	-амин или амино-	 Аминобензол (анилин)
-NO ₂	Нитро- группа	Нитропроиз- водные	Нитро-	CH ₃ NO ₂ нитрометан

Во все эти классы входят как предельные (насыщенные) вещества, так и вещества, содержащие кратные связи (непредельные или ненасыщенные).

Углеводороды и их производные с одной и той же функциональной группой, имеющие сходное строение углеродного скелета, образуют гомологические ряды.

Гомологическим рядом называют бесконечный ряд веществ, отличающихся друг от друга на любое число групп CH_2 (гомологическая разность), имеющих сходное строение и, следовательно, сходные химические свойства. Например, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ этен (или этилен), $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ пропен (или пропилен), $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 3-метилбутен-1, образуют гомологический ряд алкенов, состав которых выражает общая формула C_nH_{2n} .

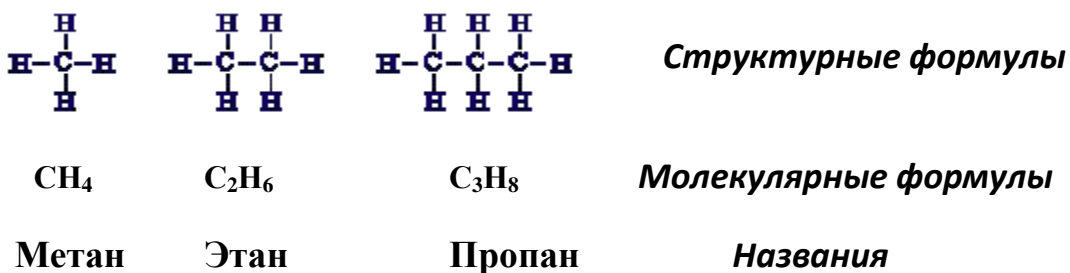
В состав молекул органических веществ могут входить две и более одинаковых или разных (вещества со смешанными функциями) функциональных групп. Например, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (двухатомный спирт этан-1,2-диол или этиленгликоль), $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ (аминокислота аминокислота аминоэтановая или глицин).

Краткие сведения о физико-химических свойствах основных классов органических соединений

Углеводороды

Алканы (предельные углеводороды, парафины) – гомологический ряд углеводородов с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, в которых атомы углерода связаны простыми (ординарными) связями в неразветвленные или разветвленные цепи.

Первые члены гомологического ряда алканов:



Атомы углерода в молекулах алканов находятся в состоянии sp^3 -гибридизации. Четыре равноценные орбитали расположены в пространстве относительно друг друга под углом $109,5^\circ$. Модели молекул приведены на рисунке 2:

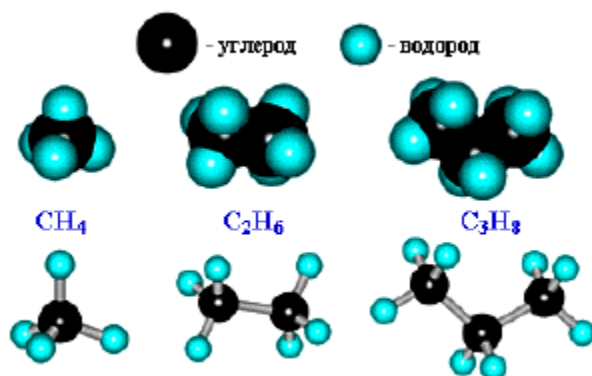


Рис. 2. Модели молекул алканов

Низшие алканы (C_1 - C_4) являются газами, промежуточные – жидкостями, высшие алканы – твердые вещества.

Вследствие насыщенности и малополярного характера химических связей алканы при обычных условиях химически инертны. Для них характерны реакции замещения атомов водорода галогенами и другими атомами, протекающие по цепному свободно-радикальному механизму, а также реакции парциального (частичного) и полного окисления (горение) до углекислого газа и воды.

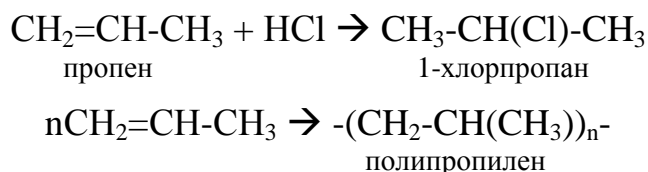
Алкены (этиленовые углеводороды, олефины) – гомологический ряд непредельных углеводородов, содержащих одну двойную связь, с общей формулой C_nH_{2n} .

Первые члены гомологического ряда алкенов: $CH_2=CH_2$ этен (или этилен), $CH_2=CH-CH_3$ пропен (или пропилен), $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ бутен-1.

Двойная связь $C=C$ осуществляется 4 общими электронами. В образовании такой связи участвуют атомы углерода в состоянии sp^2 -гибридизации. Каждый из них имеет по три $2sp^2$ -гибридных орбитали, направленных друг к другу под углом 120° , и одну негибризованную $2p$ -

орбиталь, расположенную под углом 90° к плоскости гибридных атомных орбиталей.

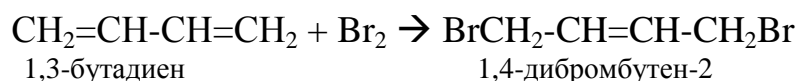
Наличие двойной связи в молекуле алкенов обуславливает их высокую реакционную способность. Для алкенов характерны реакции присоединения по двойной связи, в том числе друг к другу (полимеризация). Например:



Алкадиены (диены) – непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат две двойные связи. Общая формула диенов $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

Представители алкадиенов: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1,3-бутадиен; $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ 2-метил-1,3-бутадиен (изопрен).

Свойства алкадиенов в значительной степени зависят от взаимного расположения двойных связей в их молекулах. Диены с изолированными двойными связями (разделенными двумя и более ординарными связями) по своим свойствам аналогичны алкенам. Если же в молекуле диена двойные связи чередуются с простой ординарной связью, такие связи называются сопряженными. Электроны π -связей в молекулах сопряженных алкадиенов делокализованы, электронная плотность равномерно распределена между 4 атомами углерода, что приводит к повышению устойчивости молекул. Присоединение электрофильных реагентов протекает в положении 1,4 и сопровождается не только разрывом двойной связи, но и перегруппировкой:



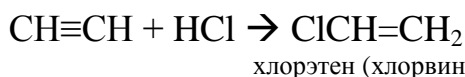
Полимеризацией сопряженных алкадиенов получают каучуки.

Алкадиенам изомерны *алкины* (ацетиленовые углеводороды) – алифатические непредельные углеводороды, содержащие одну тройную связь.

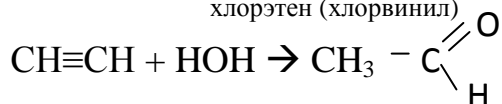
Первые члены гомологического ряда алкинов: $\text{CH}\equiv\text{CH}$ этин (ацетилен), $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ пропин, $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ бутин-1, $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ бутин-2.

Тройную связь $\text{C}\equiv\text{C}$ осуществляют 6 общих электронов. Атомы углерода, участвующие в образовании тройной связи, находятся в состоянии sp -гибридизации. Каждый из них имеет по две sp -гибридных орбитали, расположенных друг к другу под углом 180° , и две негибридных p -орбитали, направленных под углом 90° по отношению друг к другу и к sp -гибридным орбиталям.

Алкины, будучи ненасыщенными соединениями, обладают высокой реакционной способностью. Они легко вступают в реакции присоединения, превращаясь в алкены или алканы и их производные, например:



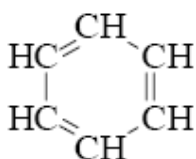
хлорэтен (хлорвинил)



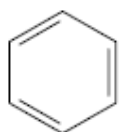
Этаналь (ацетальдегид, уксусный альдегид)

Арены (ароматические углеводороды) – это соединения, молекулы которых содержат устойчивые циклические группы атомов (бензольные ядра) с особым характером химических связей.

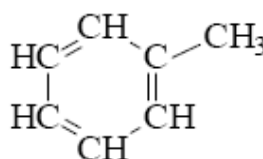
Простейшие представители (одноядерные арены):



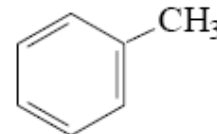
или



Бензол

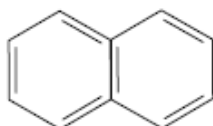


или

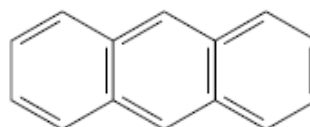


Метилбензол (толуол)

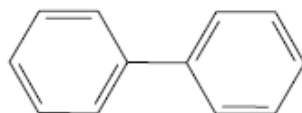
Многоядерные арены:



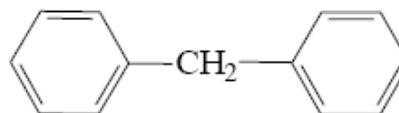
нафталин



антрацен



дифенил



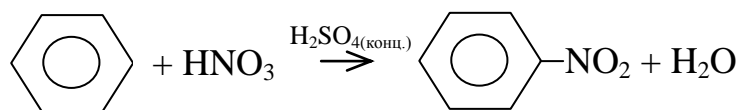
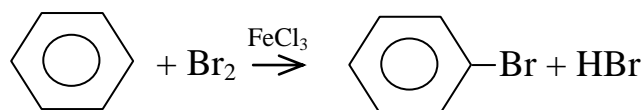
дифенилметан

Термин «ароматичность» означает повышенную устойчивость молекулы, обусловленную делокализацией π -электронов в циклической системе.

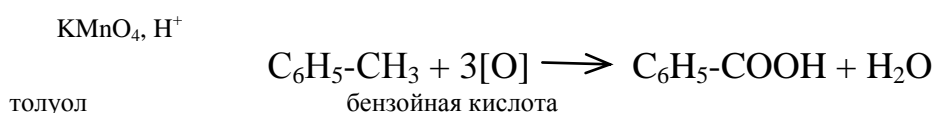
Критерии ароматичности:

- 1) атомы углерода в sp^2 -гибридном состоянии образуют циклическую систему;
- 2) атомы углерода располагаются в одной плоскости (цикл имеет плоское строение);
- 3) замкнутая система сопряженных связей содержит $4n + 2$ π -электронов (n – целое число).

Для аренов характерна реакция электрофильного замещения водорода на другие атомы или группы атомов, например:



Для гомологов бензола возможны реакции замещения и окисления в боковой цепи, например:

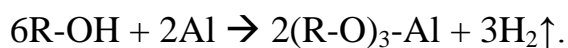


Кислородсодержащие производные углеводородов

Гидроксисоединения (спирты и фенолы) – соединения, содержащие гидроксильную группу –ОН.

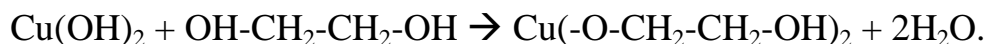
В зависимости от углеводородного радикала спирты подразделяются на предельные и непредельные, по числу гидроксильных групп различают спирты одноатомные, например, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ бутанол и многоатомные, например, $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$ 1,2,3-пропантриол или глицерин.

Одноатомные спирты проявляют слабые кислотные свойства, в реакциях с активными металлами образуют алкоксиды:



Реакция гидролиза алкоксидов используется в золь-гель технологии получения нанодисперсных оксидов металлов и нанокомпозитов.

С увеличением числа гидроксильных групп кислотные свойства спиртов усиливаются. Многоатомные спирты с нерастворимыми гидроксидами металлов образуют комплексные соединения. Например, с гидроксидом меди (II) образуются ярко-синие гликоляты:



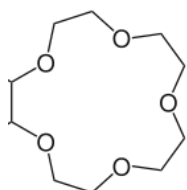
Реакция является качественной на многоатомные спирты.

Кислотные свойства фенолов, благодаря электроотрицательному характеру фенильного радикала, еще выше. Они растворяются в щелочах, образуя феноляты. На образовании железных фенолятов $ROFeCl_2$ основана характерная качественная реакция на фенолы, состоящая в том, что с хлорным железом они дают интенсивную окраску. Обычно возникает фиолетовая или синяя окраска, но для некоторых замещенных фенолов она может быть красной или зеленой.

При замещении водорода спиртов или фенолов на углеводородный радикал получают простые эфиры:



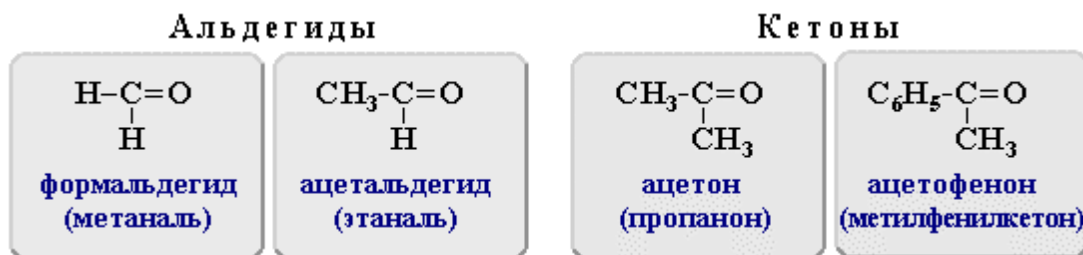
Гетероциклические эфиры, содержащие несколько атомов кислорода, соединенных мостиками CH_2CH_2 , получили название краун-эфиров.



18-краун-6

Краун-эфиры являются объектами *супрамолекулярной химии*, обладают способностью к селективному связыванию с ионами металлов, которые входят в полости эфиров. Прочность комплексов зависит от соответствия размеров ионов и полостей внутри краун-эфиров, что служит основой их применения в качестве эффективных реагентов в методах экстракции и сорбции, в ион-селективных электродах, для получения координационных соединений, проявляющих каталитическую активность в реакциях органического синтеза, и т.п.

Альдегиды и кетоны – относятся к карбонильным соединениям и содержат функциональную группу $>C=O$ (карбонил или оксогруппа). Если атом углерода карбонильной группы связан с атомом водорода $R-CH=O$, то соединение относится к *альдегидам*. Органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу, соединенную с двумя углеводородными радикалами $R_2C=O$, $R-CO-R'$, называются *кетонами*.



Альдегиды образуются при окислении или каталитическом дегидрировании первичных спиртов, кетоны – из вторичных спиртов.

В молекулах альдегидов и кетонов отсутствуют атомы водорода, способные к образованию водородных связей. Поэтому их температуры кипения ниже, чем у соответствующих спиртов. Метаналь (формальдегид) – газ, альдегиды C_2-C_5 и кетоны C_3-C_4 – жидкости, высшие – твердые вещества. Низшие гомологи растворимы в воде, благодаря образованию водородных связей между атомами водорода молекул воды и карбонильными атомами кислорода. С увеличением углеводородного радикала растворимость в воде падает.

Для карбонильных соединений характерны реакции различных типов:

- 1) присоединение по карбонильной группе;
- 2) полимеризация;
- 3) конденсация;
- 4) восстановление и окисление.

Реакционная способность уменьшается от альдегидов к кетонам.

Реакция окисления альдегидов оксидом серебра или гидроксидом меди (II) является качественной реакцией на альдегидную группу, так называемые реакции *серебряного* и *медного зеркала*, соответственно.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Получение этилена и опыты с ним

Подготовьте две пробирки: в одну налейте 2-3 мл бромной воды, в другую – такой же объем подкисленного раствора перманганата калия.

Соберите прибор как показано на рисунке 3. В пробирку-реактор (1) налейте 5 мл смеси спирта с концентрированной серной кислотой (1:3), поместите в смесь кусочки стекла или фарфора («кипелки») (5), чтобы избежать толчков жидкости при кипении, закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепите в штативе. Осторожно нагрейте смесь пламенем спиртовки.

Когда начнется реакция, пропускайте газ (2), опустив газоотводную трубку до дна пробирки, сначала через бромную воду (3), затем через раствор перманганата калия (4). Что наблюдаете?

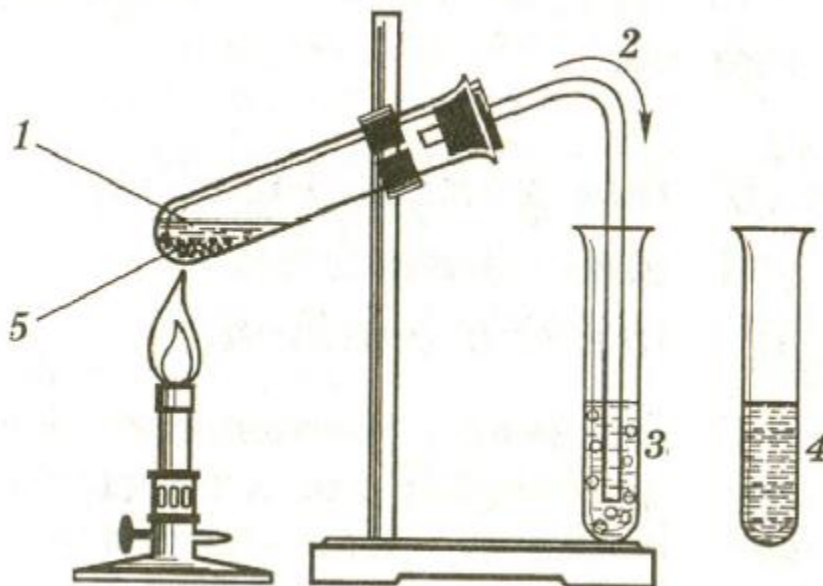


Рис. 3. Прибор для получения этилена: 1 – смесь исходных веществ; 2 – газ; 3 – пробирка с бромной водой; 4 – пробирка с перманганатом калия; 5 – кипелки.

Вынув отводную трубку из раствора и повернув ее отверстием кверху, подожгите выделяющийся газ (рис. 4). Каким пламенем горит этилен?

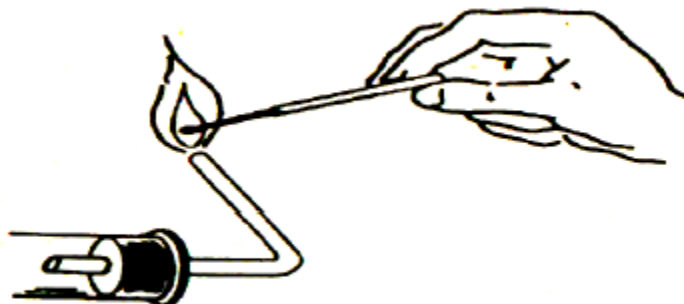


Рис. 4. Горение газа

Накройте пламя чистым сухим химическим стаканом. Почему стакан запотел? Ополосните стакан известковой (лучше баритовой) водой и вновь подержите его над пламенем. Наблюдается образование известкового налета на стенках стакана.

Потушите спиртовку. Выделение этилена постепенно прекратится.

Объясните наблюдаемые явления. Составьте уравнения реакций. Укажите тип реакций. Назовите продукты. К каким классам органических соединений они относятся?

Испытайте гексан и толуол на отношение к бромной воде и перманганату калия. Если реакция в обычных условиях не идет, добавьте к смеси толуола с бромной водой раствор хлорида железа (III). Какую роль играет FeCl_3 в этой реакции? Смесь толуола с KMnO_4 осторожно нагрейте. Сделайте вывод о различиях в свойствах насыщенных, непредельных и ароматических углеводородов.

Опыт 2. Качественные реакции спиртов и фенолов

а) Окисление этилового спирта бихроматом калия

Смешайте в пробирке 1–2 мл раствора бихромата калия подкисленного серной кислотой и 0,5 мл этилового спирта. Смесь осторожно нагрейте.

Опишите наблюдаемые явления. Запишите уравнение реакции окисления этилового спирта бихроматом калия в кислой среде.

б) Образование глицерата меди

В пробирку налейте 3–4 капли 2%-го раствора сульфата меди (II) и 2–3 мл 10%-го раствора гидроксида натрия. Отметьте цвет образовавшегося осадка. К образовавшемуся осадку добавьте несколько капель глицерина. Опишите наблюдаемые явления. Запишите уравнения реакций. Чем объясняется растворение осадка гидроксида меди (II)? Будет ли этанол взаимодействовать с гидроксидом меди (II)?

в) Реакция фенола с хлоридом железа (III)

К 2–3 мл 5%-го раствора фенола добавьте 1–2 капли 3%-го раствора хлорида железа (III). Отметьте изменение окраски. Составьте уравнение реакции. Назовите продукт.

г) Реакция фенола с бромной водой

К 1 мл водного раствора фенола добавьте по каплям бромную воду. Опишите наблюдаемые явления. Запишите уравнение реакции. Назовите продукт. К какому типу реакций относится взаимодействие фенола с бромной водой?

Опыт 3. Качественные реакции альдегидов

а) Реакция серебряного зеркала

В тщательно вымытую с раствором соды пробирку налейте 1 мл аммиачного раствора оксида серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ и добавьте по стенке 4–5 капель формалина (водного раствора формальдегида). После этого поместите пробирку в заранее приготовленный стакан с горячей водой. Что образуется на стенках пробирки? Опишите наблюдаемые явления. Запишите уравнение реакции.

б) Реакция медного зеркала

В пробирку к 3-4 каплям раствора сульфата меди (II) прибавьте 2-3 мл раствора гидроксида натрия. К образовавшемуся осадку прилейте 1-2 мл формалина, и смесь осторожно нагрейте на пламени спиртовки. Что образуется на стенках пробирки? Как изменяется цвет осадка? Составьте уравнение реакции.

Опыт 4. Получение уксусного альдегида (ацетальдегида) и опыты с ним.

В прибор для окисления спирта (рис. 5) налейте этанол. Приемник (коническая колба), соединенный при помощи трубки с прибором, поместите в кристаллизатор со снегом или льдом. Накалите медную спираль в пламени горелки, чтобы медь покрылась черным налетом оксида, и поместите спираль в прибор. С помощью резиновой груши нагнетайте воздух в реакционный сосуд. Какие изменения происходят с медью?

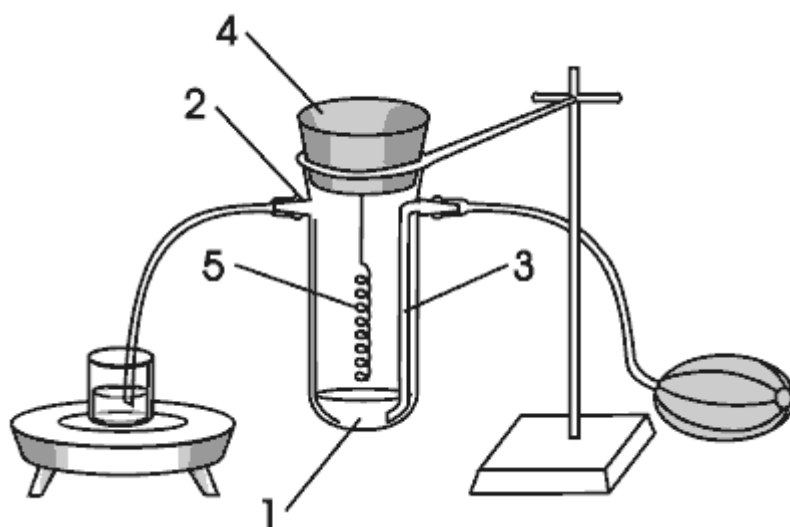


Рис. 5. Прибор для окисления спирта: 1 – сосуд-реактор; 2 – тубус; 3 – впаивная в сосуд газоотводная трубка; 4 – резиновая пробка; 5 – медная спираль.

После окончания реакции отсоедините приемник и добавьте к полученной жидкости равный объем воды. Обратите внимание на запах полученного альдегида. Какова растворимость ацетальдегида в воде?

В тщательно вымытую с раствором соды пробирку налейте 1 мл аммиачного раствора оксида серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ и добавьте по стенке 4-5

капель полученного раствора альдегида. После этого поместите пробирку в заранее приготовленный стакан с горячей водой. Что образуется на стенках пробирки?

В пробирку к 3-4 каплям раствора сульфата меди (II) прибавьте 2-3 мл раствора гидроксида натрия. К образовавшемуся осадку прилейте 1-2 мл раствора уксусного альдегида, и смесь осторожно нагрейте на пламени спиртовки. Что образуется на стенках пробирки? Как изменяется цвет осадка?

Напишите уравнения, протекающих реакций. К какому типу реакций они относятся? Назовите продукты реакций.

Опыт 5. Качественные реакции карбоновых кислот

а) Окраска индикатора

К раствору уксусной кислоты добавьте 1-2 капли индикатора метилового оранжевого. Отметьте изменение окраски. Напишите уравнение диссоциации уксусной кислоты.

б) Реакция с гидрокарбонатом натрия

В пробирку налейте 2-3 мл 5%-го раствора соды и добавьте несколько капель уксусной кислоты. Опишите наблюдаемые явления. Запишите уравнение реакции.

в) Реакция с магнием

В пробирку с уксусной кислотой добавьте несколько кусочков магния. Опишите наблюдаемые явления. Запишите уравнение реакции.

Опыт 6. Определение функциональных групп в молекуле глюкозы

В пробирку к 3-4 каплям раствора сульфата меди (II) прибавьте 2-3 мл раствора гидроксида натрия. К образовавшемуся осадку прилейте равный объем раствора глюкозы и смесь взболтайте. Как изменилась окраска раствора? Почему?

Нагрейте содержимое пробирки. Какие изменения наблюдаются?

Испытайте окраску индикатора метилового оранжевого в растворе глюкозы.

О наличии каких функциональных групп в молекуле глюкозы говорит этот опыт? Приведите структурную формулу глюкозы. Составьте уравнения соответствующих реакций.

Опыт 7. Получение сложного эфира и исследование его свойств

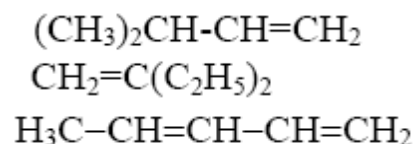
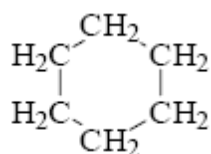
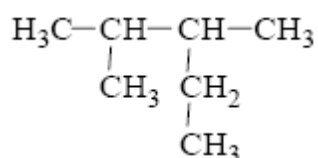
В пробирке растворите 1 г бензойной кислоты в 3-4 мл этилового спирта, добавьте 7-8 капель концентрированной серной кислоты. Слегка нагрейте. Наблюдаются ли признаки химической реакции до и после нагрева? После появления мятного запаха образующегося эфира вылейте содержимое пробирки в стакан с водой. В какой части верхней или нижней окажется полученный эфир? Отделите его с помощью делительной воронки. Составьте уравнение реакции. Как называется эта реакция?

Разделите полученный бензойноэтиловый эфир поровну на две пробирки. В одну пробирку прилейте 2-3 мл серной кислоты (1:1), в другую такой же объем воды. Нагревают пробирки в течение нескольких минут на пламени спиртовки. Затем содержимое пробирок охлаждают. В какой из них прошел гидролиз?

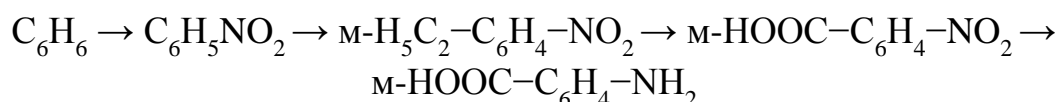
Во вторую пробирку добавьте несколько кристалликов гидроксида натрия и прокипятите до исчезновения эфирного слоя. В чем этому причина? Составьте уравнения протекающих химических реакций.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

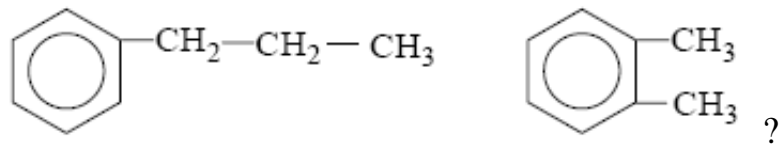
1. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров общей формулы C_6H_{14} . Назовите их.
2. Дайте названия соединениям:



3. Укажите качественные реакции на двойную связь. Напишите схемы реакций.
4. Укажите, характерны ли для бензола свойства непредельных углеводородов?
5. В каких условиях возможно замещение водорода галогеном в ароматическом ядре?
6. Назовите соединения и укажите над стрелками реагенты в схеме следующих превращений:

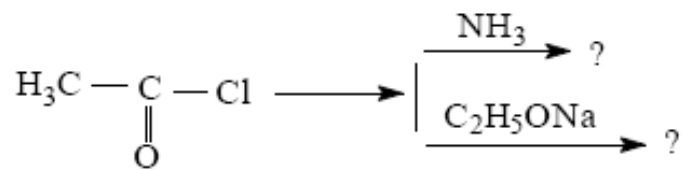
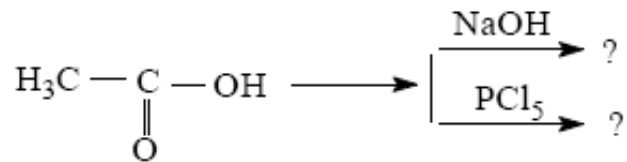
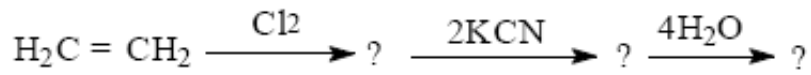


7. Напишите структурную формулу 2-хлор-3,3-диметилбутана, 3-хлор-1-бутина, 1,4-дихлор-3,3-диметил-бутена-1, 5,5-дихлор-3-метил-1-гексена, 2-бром-3,4-диметилпентана.
8. Составьте структурные формулы всех изомерных спиртов, отвечающих формуле $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$. Назовите соединения.
9. Составьте уравнения реакций образования из соответствующих спиртов: 1) 1-бромпропана; 2) метилата натрия; 3) этилпропилового эфира.
10. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ и назовите их по международной номенклатуре. Сколько изомерных кетонов отвечает тем же формулам?
11. Получите пропионовый альдегид из соответствующего спирта действием на него марганцевокислым калием.
12. Получите уксусный альдегид по реакции М.Г. Кучерова, назовите промежуточные и конечные продукты.
13. Закончите превращения и назовите продукты реакций:
 - а) $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow$
 - б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \rightarrow$
 - в) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH=O} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow$
 - г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=O} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$
14. Какие кислоты можно получить при окислении соединений:



Назовите их.

15. Напишите схемы следующих превращений и назовите продукты реакций:



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)» (СГАУ)

ГИДРОЛИЗ ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫХ

*Электронные методические указания
к лабораторным работам*

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009 – 2018 годы по проекту «Разработка учебно-методических материалов для дисциплин 1-4 семестров нового направления подготовки бакалавров 152200 «Наноинженерия»
Соглашение № 1/14 от 03.06.2013 г.

Самара 2013

УДК 547(075)
ББК 24.2я7
Г464

**Составители: Тупикова Елена Николаевна,
Платонов Игорь Артемьевич,
Рощупкина Ирина Юрьевна,
Новикова Екатерина Анатольевна**

Рецензент: Носова Е.А., к.т.н., доц. каф. ТМ и АМ

Гидролиз галогенопроизводных [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания к лаб. работам / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. Е. Н. Тупикова, И. А. Платонов, И. Ю. Рощупкина, Е. А. Новикова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (164 КБ). - Самара, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Методические указания являются руководством к лабораторной работе по дисциплине «Органическая химия»; включают краткий теоретический курс и описание методики эксперимента по указанной теме, а также задания для самостоятельной работы.

Предназначены для студентов 4 факультета направления подготовки бакалавров 152200.62 «Наноинженерия», изучающих дисциплину «Органическая химия» в 4 семестре, могут быть использованы студентами 5 факультета направления подготовки бакалавров 200100.62 «Биотехнические системы и технологии»

Разработано на кафедре химии.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

Цель работы: на примере реакции гидролиза хлороформа изучить механизм нуклеофильного замещения в ряду галогенопроизводных углеводородов (алканов), изучить зависимость скорости реакции гидролиза от концентрации щелочи, получить навыки работы с лабораторной посудой и оборудованием для вакуумного фильтрования.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

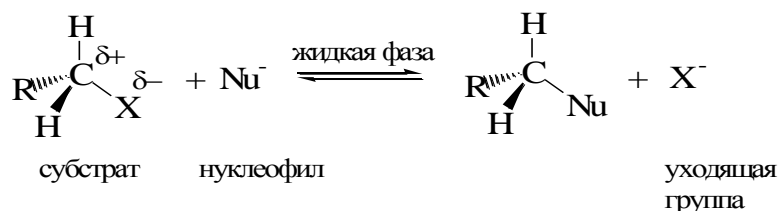
Углеводороды, в молекулах которых содержатся атомы галогенов, находят широкое применение в синтезе многих классов органических соединений, используемых для производства полимеров и пластмасс, отбеливателей, лекарственных соединений и т.п. С другой стороны, хлор и некоторые его производные являются сильными канцерогенами, например химические соединения диоксиновой группы. Борьба с диоксиновым загрязнением окружающей среды является важнейшей проблемой современной экологии.

Одним из способов разложения хлорпроизводных органического ряда является **гидролиз** – взаимодействие с водой. Оно осуществляется в виде обменной реакции и приводит к получению спиртов.

В молекулах галогенопроизводных атом галогена X более электроотрицателен, чем атом углерода C, и связь галоген-углерод поляризована.

Асимметричное распределение электронов приводит к повышению реакционной способности. Атом углерода, обладающий пониженной электронной плотностью, легко подвергается атаке нуклеофилами – отрицательно заряженными ионами (например, OH^-) или молекулами, которые содержат электроноизбыточные атомы (например, $:\text{NH}_3$).

Нуклеофильный реагент, атакуя молекулу галогенопроизводного, образует связь с атомом углерода и вытесняет из молекулы атом галогена. В результате реакции галоген замещается нуклеофильной группой. Такие реакции называются реакциями **нуклеофильного замещения** и обозначаются S_N :

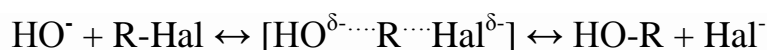


При нуклеофильном замещении реакции могут протекать по двум механизмам, обозначаемым S_{N1} и S_{N2} . Цифры указывают молекулярность реакции, т.е. число частиц, которые участвуют в реакции на стадии, определяющей ее скорость.

Бимолекулярное нуклеофильное замещения S_{N2}

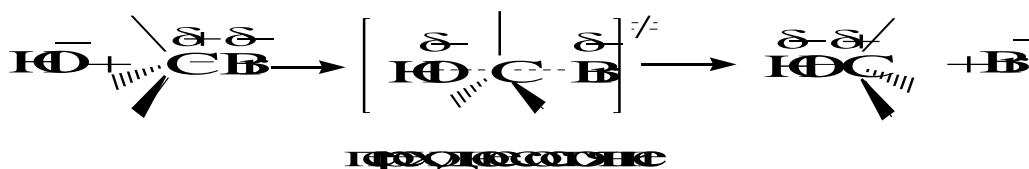
По этому механизму обычно происходит образование спирта при обработке первичного алкилгалогенида водным раствором гидроксида натрия средней концентрации.

Атакующая нуклеофильная частица OH^- постепенно вытесняет уходящую группу – ион Hal^- . Скорость реакции зависит как от концентрации R-Hal , так и от концентрации щелочи. Образование новой связи C-O и разрыв старой C-Hal происходит одновременно. Процесс является синхронным и включает переходное состояние, в котором отрицательный заряд распределяется между атакующей и уходящей группами.

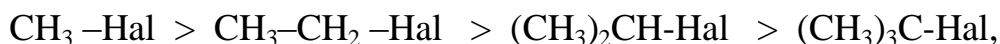


переходное
состояние

Расположение связей в переходном состоянии не соответствует тетраэдрическому: три нереагирующие связи лежат в одной плоскости, а входящая гидроксильная группа и уходящий атом галогена расположены на прямой, перпендикулярной этой плоскости. Нуклеофильная атака осуществляется с тыла, и если реакционным центром в молекуле является асимметричный атом углерода, то имеет место обращение конфигурации:



Скорость реакции по механизму S_{N2} уменьшается в ряду

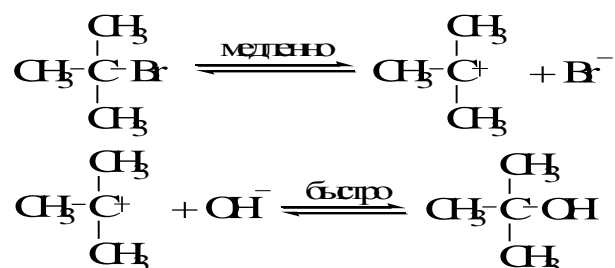


что связано с увеличением пространственных затруднений при атаке нуклеофила.

Мономолекулярное нуклеофильное замещение S_{N1}

По этому механизму происходит нуклеофильное замещение в третичных алкилгалогенидах. Реакция типа S_{N1} не является синхронным процессом и состоит из двух основных стадий.

На первой стадии, определяющей скорость процесса в целом, участвует только молекула алкилгалогенида, которая относительно медленно диссоциирует с образованием карбокатиона и уходящей группы. Поэтому скорость реакции **не зависит** от концентрации нуклеофила. В следующей стадии нуклеофил быстро атакует карбокатион, образуя конечный продукт реакции:



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Методика выполнения работы

1. Соберите установку для проведения гидролиза, состоящую из трех конических колб объемом 200 мл, снабженных обратными холодильниками (см. Приложение 1).

2. В каждую из реакционных колб внесите по 3 мл хлороформа. Затем в первую колбу добавьте 100 мл 2 Н раствора NaOH, во вторую – 100 мл 3 Н раствора NaOH, в третью – 100 мл 4 Н раствора NaOH. Для равномерного кипения реакционной смеси в каждую колбу внесите несколько «кипелок».

3. Нагрейте содержимое колб до кипения и ведите реакцию до исчезновения слоя хлороформа. В каждом случае отмечайте время исчезновения хлороформа.

Обработка результатов эксперимента и содержание отчета

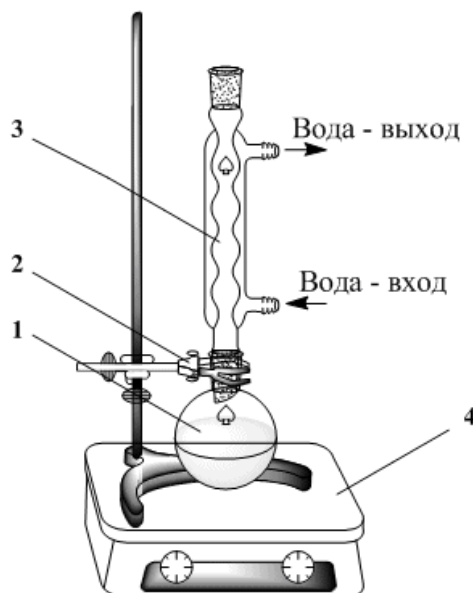
При оформлении отчета в протоколе лабораторной работы следует указать:

1. Цель работы и задачи исследования.
2. Краткое изложение методики эксперимента и схему установки.
3. Напишите уравнение реакции гидролиза и механизм по стадиям.
4. Начертите на миллиметровой бумаге график зависимости времени гидролиза от концентрации щелочи и сделайте вывод о характере зависимости.

Задачи для самостоятельного решения

1. Приведите механизм S_{N2} на примере взаимодействия этилхлорида с водным раствором щелочи.
2. Приведите механизм S_{N1} на примере взаимодействия 2-бром-2-метилпропана с водным раствором щелочи.
3. По какому механизму преимущественно будет протекать реакция гидролиза:
а) хлористого пропила; б) 2-хлор-3-метилбутана; в) 2-хлорбутана? Различия объясните.

Установка для кипячения



1. **Круглодонная колба.** Жидкость должна занимать не более $2/3$ объема колбы для предотвращения выброса кипящей жидкости из прибора.
2. **Лапка.** **Важно!** Металлическая лапка НЕ должна соприкасаться со стеклом, для избежания растрескивания колбы при перегонке. Для этого между колбой и лапкой помещают резиновые прокладки.
3. **Обратный холодильник или холодильник Либиха.** Наиболее часто при кипячении используется обратный холодильник (2), так как в отличие от холодильника Либиха (1) имеет большую площадь теплообмена с парами кипящей жидкости. Холодильник подключают к водопроводу таким образом, чтобы холодная вода входила снизу. При кипячении нужно следить, чтобы парами омывались не более 2 шариков обратного холодильника.
4. **Нагревающий элемент.** Выбирают исходя из свойств растворителя. Колбонагреватели и пламенные горелки – для негорючих жидкостей. **Важно!** Водяные бани (т. кип. вещества до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) – для ЛВЖ. Масляные бани (т. кип. вещества до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$) с контактным термометром – для более точной ре-

гулировки температуры в перегонной колбе. При этом температура бани на 20-30 °С больше температуры кипения жидкости.

Рекомендации

1. **Важно!** Следует следить, чтобы прибор всегда был соединен с атмосферой.
2. В перегонную колбу следует добавить «кипелки» (осколки фаянса, молекулярные сита и т.п.) для равномерного кипения жидкости. **Важно! Нельзя добавлять свежие кипелки в кипящую жидкость.** При этом неизбежно происходит бурное ее вскипание и выброс из колбы.
3. Вместо "кипелок" можно проводить нагревание на магнитной мешалке при перемешивании.
4. При правильном кипячении пары жидкости омывают не более 1/4 - объема холодильника.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)» (СГАУ)

СИНТЕЗ НАТРИЕВОЙ СОЛИ *n*- ТОЛУОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ

*Электронные методические указания
к лабораторным работам*

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009 – 2018 годы по проекту «Разработка учебно-методических материалов для дисциплин 1-4 семестров нового направления подготовки бакалавров 152200 «Наноинженерия»
Соглашение № 1/14 от 03.06.2013 г.

Самара 2013

УДК 547(075)
ББК 24.2я7
С387

**Составители: Тупикова Елена Николаевна,
Платонов Игорь Артемьевич,
Рощупкина Ирина Юрьевна,
Новикова Екатерина Анатольевна**

Рецензент: Носова Е.А., к.т.н., доц. каф. ТМ и АМ

Синтез натриевой соли п-толуолсульфокислоты [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания к лаб. работам / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. Е. Н. Тупикова, И. А. Платонов, И. Ю. Рощупкина, Е. А. Новикова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (219 КБ). - Самара, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Методические указания являются руководством к лабораторной работе по дисциплине «Органическая химия»; включают краткий теоретический курс и описание методики эксперимента по указанной теме, а также задания для самостоятельной работы.

Предназначены для студентов 4 факультета направления подготовки бакалавров 152200.62 «Наноинженерия», изучающих дисциплину «Органическая химия» в 4 семестре, могут быть использованы студентами 5 факультета направления подготовки бакалавров 200100.62 «Биотехнические системы и технологии»

Разработано на кафедре химии.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

Цель работы: на примере реакции сульфирования толуола изучить механизм электрофильного замещения в ряду ароматических углеводородов (аренов), получить навыки работы с лабораторной посудой и оборудованием для вакуумного фильтрования.

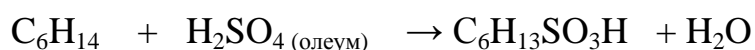
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Сульфированием называется процесс введения сульфогруппы SO_3H в органическое соединение. Продуктами реакции являются сульфокислоты.

Сульфокислоты и их производные находят разнообразное применение: они являются полупродуктами в производстве фенолов и нафтолов, используются в производстве азокрасителей, моющих средств, лекарственных препаратов, поверхностно-активных веществ и т.п.

Для введения сульфогруппы применяются различные сульфорирующие агенты: серная кислота различных концентраций, олеум, серный ангидрид.

Насыщенные углеводороды (алканы) устойчивы к действию обычных сульфорирующих агентов. Высшие алканы (начиная с гексана) сульфорируются 15%-ным олеумом при температуре кипения:



Реакция протекает по механизму радикального замещения S_R .

Одно из характерных отличий аренов (Ar-H) от алканов – легкость, с которой они сульфорируются серной кислотой.

Сульфирование серной кислотой – обратимый процесс:



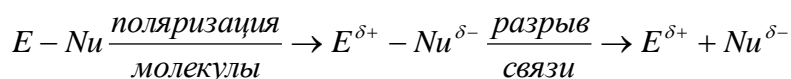
Вода, образующаяся при реакции, снижает концентрацию серной кислоты, которая теряет при этом сульфорирующие свойства, и вызывает обратную реакцию – гидролиз образующейся сульфокислоты. Поэтому при сульфировании применяют большой избыток серной кислоты (от двух- до пятикратного) или используют олеум с таким содержанием серного ангидрида, который достаточен для связывания выделяющейся воды. Реакция протекает по механизму электрофильного замещения S_E .

Механизм электрофильного замещения S_E у аренов

Наличие π -электронной плотности с двух сторон плоского ароматического цикла ведет к тому, что арены являются нуклеофилами и склонны подвергаться электрофильной атаке.

Общий механизм большинства таких реакций включает следующие стадии:

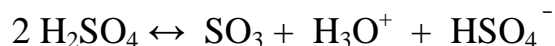
1. Генерирование электрофильной частицы $E^{\delta+}$.



Электрофильная частица может представлять собой электронодефицитную часть поляризованной молекулы $E^{\delta+} - Nu^{\delta-}$ или нести полный положительный заряд E^+ .

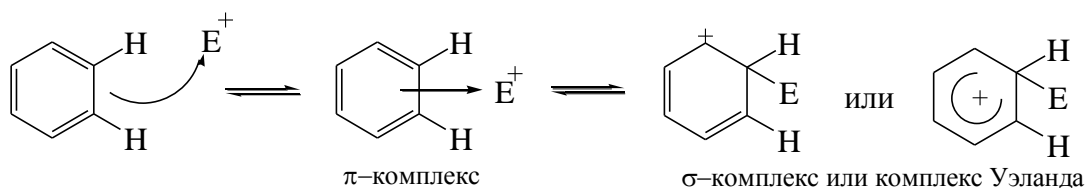
При исследовании кинетики реакции сульфирования было установлено, что сульфлирующим агентом является серный ангидрид SO_3 , в котором сера - электронодефицитный центр.

SO_3 образуется по реакции:



2. Образование π -комплекса и превращение π -комплекса в σ -комплекс.

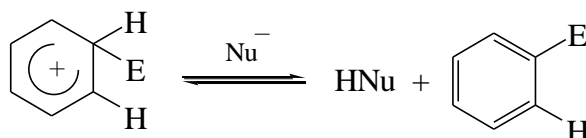
Электрофильная частица атакует ароматическое кольцо, образуя нестойкий π -аддукт, в котором она одновременно связана со всеми π -электронами ароматической системы. Электрофил забирает два электрона π -системы, образуя σ -связь с одним из атомов углерода ароматического кольца и нарушая ароматичность системы:



σ -комплекс – это не переходное состояние, а настоящее промежуточное соединение, образование которого в некоторых случаях доказано спектроскопическими и другими методами.

3. Отщепление протона от σ -комплекса.

Лабильный σ -комплекс превращается в стабильное соединение с потерей протона. Ароматическая система восстанавливается (недостающая до секстета пара электронов возвращается в ядро), поэтому этот процесс является энергетически выгодным. Отщепившийся протон связывается с нуклеофилом Nu^- .

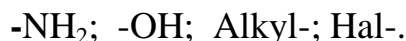


Направляющее влияние заместителей

Легкость сульфирования гомологов бензола зависит от характера их заместителей. Положение, в которое вступает любой новый заместитель, зависит от природы уже имеющегося в кольце заместителя.

По направляющему влиянию различные заместители подразделяются на две группы:

1. **заместители 1-го рода** направляют любой новый заместитель в *орто*- и *пара*-положение по отношению к себе. К ним относятся (расположены в порядке убывания их влияния):



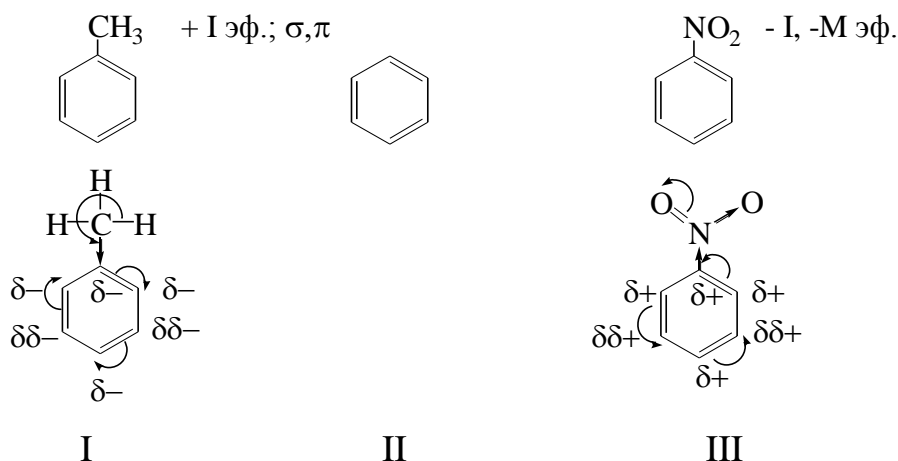
При этом все они (кроме галогенов Hal-) уменьшают устойчивость ароматического ядра и облегчают реакции электрофильного замещения.

2. **заместители 2-го рода** направляют любой новый заместитель в *мета*-положение по отношению к себе. К ним относятся (расположены в порядке убывания их влияния):

--NO₂; -CN; -SO₃H; CCl₃; -COOH.

Заместители II-го рода увеличивают устойчивость ароматической системы и затрудняют реакции электрофильного замещения.

В свете электронных представлений направляющее влияние заместителей в бензольном ядре объясняют следующим образом.



В незамещенном бензоле имеется равномерно распределенное облако из шести π-электронов. Замещаться может атом Н у любого атома С, т.к. электронная плотность у всех атом С бензольного кольца одинакова (II). Введение заместителей нарушает равномерность облака π-электронов и вызывает перераспределение электронной плотности. При этом она изменяется преимущественно в *орто*- и *пара*-положениях по отношению к имеющемуся заместителю: при введении заместителя 1-го рода (электронодонорные заместители) электронная плотность увеличивается (I), а при введении заместителя 2-го рода (электроноакцепторные заместители) электронная плотность уменьшается (III).

Атаке электрофильной частицей подвергаются электроноизбыточные положения в ароматическом кольце. Поэтому при наличии заместителя I-го рода следующий заместитель встает в *орто*- или *пара*-положение, а при наличии заместителя II-го рода – в *мета*-положение по отношению к уже имеющемуся заместителю.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Методика выполнения работы

1. В длинногорлую круглодонную колбу на 100 мл, снабженную обратным холодильником (см. Приложение 1), поместите 16 мл толуола и осторожно внесите 9,5 мл концентрированной серной кислоты. Для равномерного кипения реакционной смеси внесите в нее несколько «кипелок».

2. Реакционную смесь в течение 1 часа слабо кипятят на асбестовой сетке. При правильном нагревании толуол кипит равномерно. Чрезмерное нагревание выводит толуол из зоны реакции и способствует образованию дисульфопроизводных. Реакция считается законченной, когда слой толуола почти исчезает, а из холодильника изредка стекают капли конденсата.

3. Теплую реакционную смесь вливают в стакан с 70 мл дистиллированной воды (если смесь начинает кристаллизоваться, ее необходимо подогреть).

4. Кислый раствор осторожно нейтрализуют 8 г карбоната натрия, прибавляя его небольшими порциями, чтобы избежать бурного выделения углекислого газа.

5. Затем в реакционную массу добавляют 20 г хлорида натрия и нагревают до кипения. Если хлорид натрия не растворяется, добавляют 2-3 мл дистиллированной воды.

6. Горячий раствор охлаждают водой со льдом.

7. Выпавшие кристаллы натриевой соли пара-толуолсульфо кислоты отфильтровывают на воронке Бюхнера (см. Приложение 2) и отжимают оставшуюся воду между листами фильтровальной бумаги.

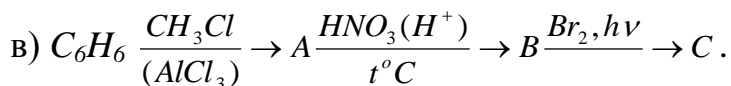
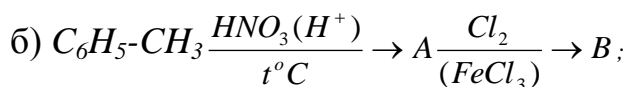
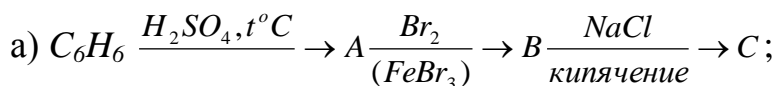
Обработка результатов эксперимента и содержание отчета

При оформлении отчета в протоколе лабораторной работы следует указать:

1. Цель работы и задачи исследования.
2. Краткое изложение методики эксперимента и схемы установок.
3. Записать механизм сульфирования толуола по стадиям..
4. Рассчитать выход основного продукта в % масс.

Задачи для самостоятельного решения

1. Заполните следующие цепочки превращений

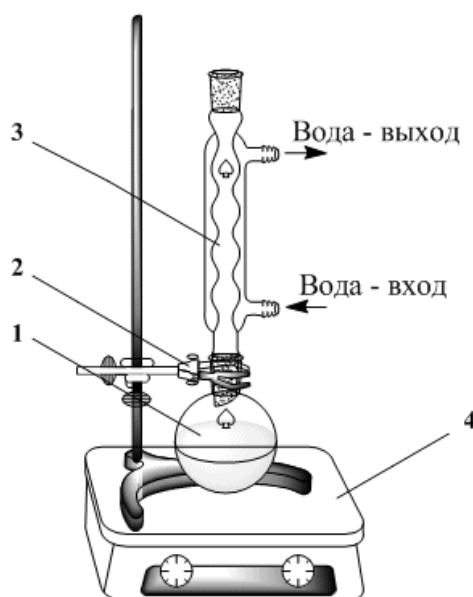


Напишите структурные формулы и назовите все соединения.

2. Предложите рациональную схему получения 2-хлор-4-нитробензойной кислоты из толуола. Напишите уравнения реакций. Соединения назовите.

3. Перечислите наиболее типичные реакции электрофильного замещения у аренов. Приведите механизм электрофильного замещения на примере хлорирования этилбензола.

Установка для кипячения



1. **Круглодонная колба.** Жидкость должна занимать не более $2/3$ объема колбы для предотвращения выброса кипящей жидкости из прибора.
2. **Лапка.** **Важно!** Металлическая лапка НЕ должна соприкасаться со стеклом, для избежания растрескивания колбы при нагревании. Для этого между колбой и лапкой помещают резиновые прокладки.
3. **Обратный холодильник или холодильник Либиха.** Наиболее часто при кипячении используется обратный холодильник (2), так как в отличие от холодильника Либиха (1) имеет большую площадь теплообмена с парами кипящей жидкости. Холодильник подключают к водопроводу таким образом, чтобы холодная вода входила снизу. При кипячении нужно следить, чтобы парами омывались не более 2 шариков обратного холодильника.
4. **Нагревающий элемент.** Выбирают исходя из свойств растворителя. Колбонагреватели и пламенные горелки – для негорючих жидкостей. **Важно!** Водяные бани (т. кип. вещества до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) – для ЛВЖ (легковоспламеняющиеся жидкости). Масляные бани (т. кип. вещества до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$) с контактным термометром – для более точной регулировки температуры в перегонной

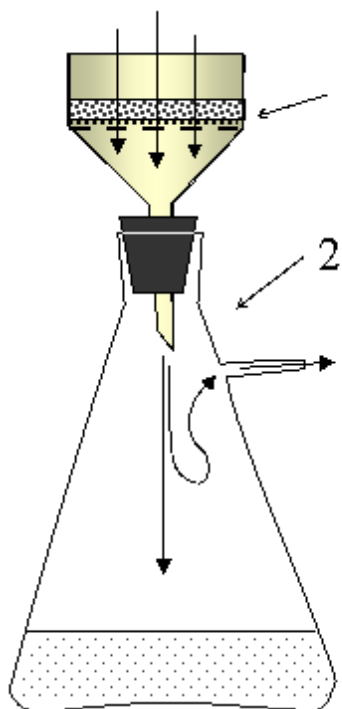
колбе. При этом температура бани на 20-30 °С больше температуры кипения жидкости.

Рекомендации

1. **Важно!** Следует следить, чтобы прибор всегда был соединен с атмосферой.
2. В перегонную колбу следует добавить «кипелки» (осколки фаянса, молекулярные сита и т.п.) для равномерного кипения жидкости. **Важно! Нельзя добавлять свежие кипелки в кипящую жидкость.** При этом неизбежно происходит бурное ее вскипание и выброс из колбы.
3. Вместо "кипелок" можно проводить нагревание на магнитной мешалке при перемешивании.
4. При правильном кипячении пары жидкости омывают не более 1/4 - объема холодильника.

Фильтрование с отсасыванием

Это еще один способ ускорить фильтрование и лучше отделить осадок от жидкости. Фильтрование с отсасыванием проводится на установке, состоящей из воронки Бюхнера (1), колбы Бунзена (2) и насоса (часто водоструйного, не показан):



Воронка Бюхнера - это фарфоровая воронка с перегородкой, содержащей множество отверстий. При работе отверстия закрывают обычно бумажным фильтром.

Колба Бунзена - это толстостенная коническая колба с боковым отводом для присоединения шланга насоса.

Основные этапы работы:

1. Вырезать фильтр по размеру воронки (он должен закрывать все отверстия, но не загибаться на стенки)
2. Собрать установку, на боковой отвод колбы надеть шланг насоса.
3. Присосать фильтр: смочить его водой и ненадолго включить насос.
4. Перенести жидкость с осадком на фильтр, слой осадка распределить возможно равномернее.
5. Отсосать жидкость (не досуха), в слое осадка не должно образоваться трещин.

6. Для промывки: смочить осадок небольшим количеством чистой воды (растворителя), стараясь чтобы слой его оставался равномерным, и снова отсосать.

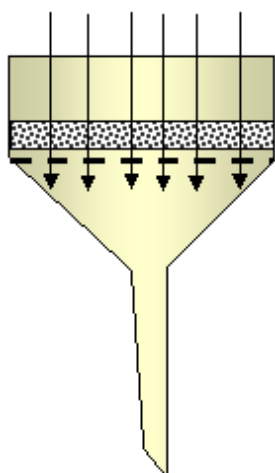
7. При необходимости промывку повторить

8. Окончательно отсосать осадок, максимально отделяя жидкость.

9. Отсоединить шланг насоса, затем(!) выключить его. Снять воронку Бюхнера и перенести осадок в чашку или на листок бумаги.

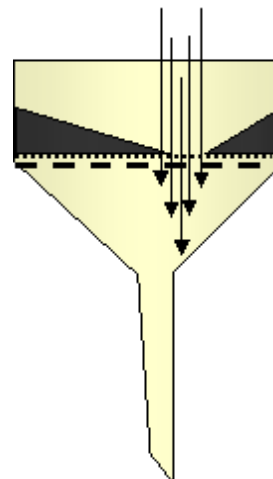
Правильно: воздух равномерно просасывается через слой осадка, осадок хорошо отделяется от жидкости и подсу-

шивается



Неправильно: воздух проходит через самый тонкий слой осадка, основная масса осадка плохо отсасывается от

жидкости.



Примечание: Вместо воронки Бюхнера для фильтрования с отсасыванием может использоваться стеклянный фильтр с вплавленной пористой пластинкой (фильтр Шотта), вместо колбы Бунзена - пробирка с боковым отводом (при малых объемах) или колба Вюрца.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

*Электронные методические указания
к лабораторной работе*

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009 – 2018 годы по проекту «Разработка учебно-методических материалов для дисциплин 1-4 семестров нового направления подготовки бакалавров 152200 «Наноинженерия»
Соглашение № 1/14 от 03.06.2013 г.

Самара 2013

УДК 547(075)
ББК 24.2
М54

**Составители: Тупикова Елена Николаевна,
Платонов Игорь Артемьевич,
Рощупкина Ирина Юрьевна,
Новикова Екатерина Анатольевна**

Рецензент: Носова Е.А., к.т.н., доц. каф. ТМ и АМ

Методы очистки и анализа органических соединений: [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания к лаб. работе/ М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. Е. Н. Тупикова, И. А. Платонов, И. Ю. Рощупкина, Е. А. Новикова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (203 КБ). - Самара, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Методические указания являются руководством к лабораторной работе по дисциплине «Органическая химия»; включают краткий теоретический курс и описание методики эксперимента по указанной теме, а также вопросы и задания для самостоятельной работы.

Предназначены для студентов 4 факультета направления подготовки бакалавров 152200.62 «Наноинженерия», изучающих дисциплину «Органическая химия» в 4 семестре, могут быть использованы студентами 5 факультета направления подготовки бакалавров 200100.62 «Биотехнические системы и технологии».

Разработаны на кафедре химии.

Цель работы: ознакомление с методами очистки органических соединений перегонкой и перекристаллизацией и идентификация выделенных органических соединений путем определения их физических констант и анализа ИК-спектров.

Теоретические основы эксперимента

При проведении органических синтезов или исследовании органического вещества часто необходимо выделить это вещество из смеси. Определенной степени чистоты вещества можно добиться *перегонкой*, *перекристаллизацией* или с помощью хроматографии.

Перегонка – способ разделения смесей, основанный на различии состава жидкости и ее пара. Перегонку чаще всего применяют для очистки жидких веществ, т. е. для их отделения от менее летучих примесей, или для разделения смесей жидких (или сжиженных) веществ с различной температурой кипения. При перегонке чистого вещества температура кипения постоянна, так как состав жидкости и пара одинаков. В этом случае перегонку применяют только для определения температуры кипения и для контроля чистоты вещества. Температуру кипения можно точно определить, пользуясь специальным прибором.

При *простой перегонке* перегоняемую жидкость нагреванием переводят в парообразное состояние и затем конденсируют в отдельной части прибора. В полученном конденсате содержание более летучего компонента выше, чем в исходной смеси. Полного разделения удастся достигнуть лишь в том случае, когда примесь совершенно нелетуча или разница в температурах кипения разделяемых компонентов достаточно велика (не менее 150°). Для разделения компонентов смеси с меньшей разницей в температурах кипения следует применять *фракционную перегонку*. Рекомбинацией фракций и повторной перегонкой можно увеличить эффективность разделения. Фракции отбирают по температуре

кипения дистиллята, которая в течение процесса перегонки непрерывно повышается.

Ректификация представляет собой комбинацию простой и фракционной перегонки. В лабораториях её осуществляют с помощью *дефлегматоров* (рис. 1), а в промышленности используют *ректификационные колонны*.

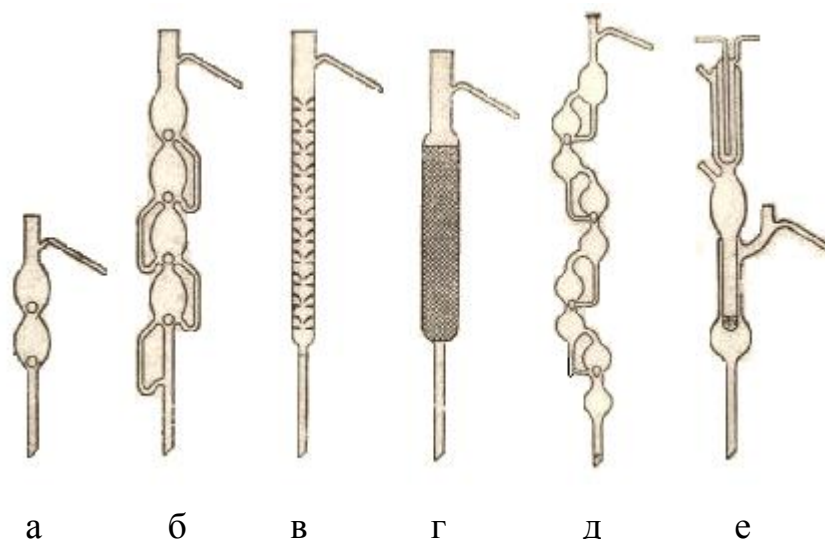


Рис. 1 Дефлегматоры: а, б – шариковые; в – елочный; г – с насадкой; д – Арбузова; е – Гана.

Перегонку веществ, частично или полностью разлагающихся при температуре кипения при атмосферном давлении, осуществляют *при пониженном давлении* (в вакууме).

Функциональный анализ и идентификация органических веществ начинаются с предварительных испытаний, включающих в себя: определение физических констант, пробу на сожжение, растворимость в воде и органических растворителях, качественный анализ.

Принадлежность к классам органических веществ можно установить по отношению исследуемых органических соединений к реагентам.

Основные вопросы, которые могут быть решены с помощью инфракрасной (ИК) спектроскопии, следующие: исследование строения соединений – наличия разнообразных функциональных групп или даже более сложных фрагментов молекулы; установление идентичности

соединений; контроль за ходом реакций; изучение внутримолекулярных и межмолекулярных взаимодействий. Некоторые характеристические частоты поглощения в инфракрасной области приведены в приложении Таблица 2.

Ультрафиолетовая (УФ-) спектроскопия и спектроскопия в видимой области позволяют решать следующие вопросы: выявление строения молекул и наличия в них определенных группировок, имеющих, как правило, кратные связи, - хромофоров; аналитическое определение концентрации веществ (на основании закона Ламберта – Бугера – Бера).

С помощью спектроскопии ЯМР можно решать те же основные задачи, что и с помощью ИК- и УФ- спектроскопии.

Как правило, все методы химического и спектрального исследования следует применять комплексно, поскольку они взаимно дополняют друг друга.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1 Разделение смеси двух жидкостей перегонкой

Получите у преподавателя или инженера 25 мл смеси бензола с оксилолом. Для разгонки полученной смеси соберите прибор (рис. 2), в котором в качестве приемника используется мерный цилиндр объемом 15 - 25 мл. Когда начнется отгонка жидкости, фиксируют температуру кипения после сбора каждых 2 мл дистиллята. Нормальная скорость перегонки – одна капля за две секунды.

В ходе разгонки собирают шесть фракций. Первая фракция – от начала перегонки до момента, когда температура кипения начнет быстро повышаться. Вторую фракцию (промежуточную) собирают во время быстрого повышения температуры кипения, третью – с момента прекращения быстрого роста температуры кипения до начала падения температуры. Четвертую фракцию собирают от начала падения температуры до быстрого ее повышения, пятую - во время быстрого повышения, шестую – с момента прекращения быстрого роста температуры кипения.

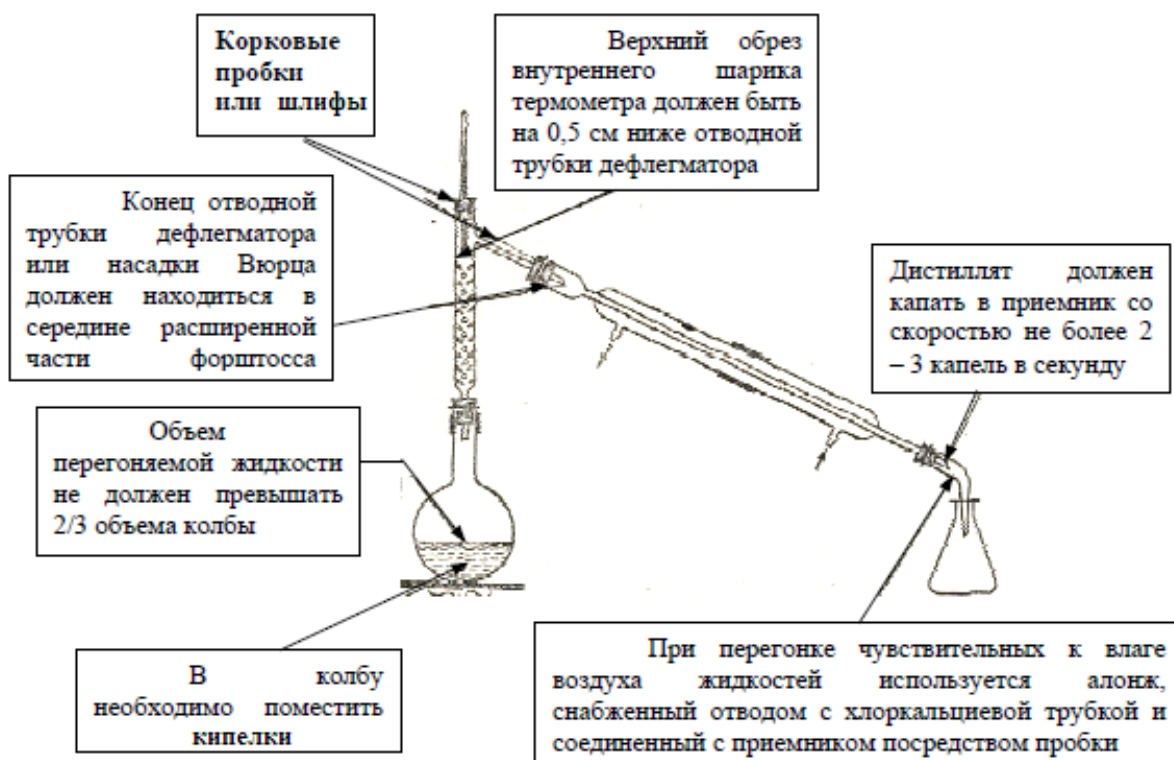


Рис. 2. Прибор для перегонки легколетучих жидкостей и разгонки смесей.

Насухо перегонять вещество из колбы не рекомендуется, т.к. последние капли вещества, попадая на сухое дно колбы, могут вызвать растрескивание.

После завершения разгонки измеряют объемы всех шести фракций. Подсчитывают количественное соотношение компонентов в смеси (в объемных %) и потери (в объемных %).

Производят построение кривой разгонки в координатах: объем отгона – температура. По построенной кривой разгонки определяют температуру кипения компонентов смеси.

Определяют плотность (опыт 2), показатель преломления выделенных чистых компонентов. У органических жидкостей с ростом температуры на 1°C он падает на $4 \cdot 10^{-4}$.

Полученные данные сводят в таблицу 1.

Таблица 1

Вещество, его формула	Константы, установленные в работе			Константы по литературным данным			Выход вещества %	
	n_D^{20}	$t_k, ^\circ\text{C}$	d_4^{20}	n_D^{20}	$t_k, ^\circ\text{C}$	d_4^{20}	теоретический	практический
Бензол								
о-Ксилол								

Опыт 2 Определение плотности

Чистый и сухой пикнометр взвешивают на аналитических весах с точностью до четвертого знака (m). Наполняют бензолом и выдерживают в течение нескольких минут в термостате при $20\text{ }^\circ\text{C}$. Затем уровень вещества в шейке пикнометра доводят до метки по нижнему обрезу мениска, отбирая лишнюю жидкость с помощью капилляра или фильтровальной бумаги. Верхнюю часть шейки пикнометра и шлей протирают насухо фильтровальной бумагой, пикнометр закрывают пробкой, вынимают из термостата и тщательно обтирают фильтровальной бумагой. Через несколько минут взвешивают массу (m).

Отношение массы вещества в объеме данного пикнометра к величине “водного числа” и есть плотность вещества d_4^{20} . Значение водного числа определяется заранее лаборантом и заносится в карточку пикнометра.

Опыт 3 Перекристаллизация

Поместите в плоскодонную колбу 1 г бензойной кислоты, кипелку и дистиллированную воду в несколько меньшем количестве, чем это необходимо для полного растворения вещества, нагрейте смесь до кипения. При кипячении все вещество должно полностью раствориться. Если при кипячении вещество не растворяется, добавьте новую порцию растворителя. Если полученный раствор не прозрачен и содержит механические примеси, его нужно отфильтровать.

Горячий прозрачный раствор охладите, поместив колбу в холодную воду или снег. Отфильтруйте выпавшие кристаллы, высушите, взвесьте,

рассчитайте выход, определите t° плавления (опыт 4). Изучите ИК- и ПМР-спектры бензойной кислоты (приложение А).

Опыт 4 Определение температуры плавления твердого вещества

Исследуемое вещество растирают в ступке или на часовом стекле. Открытым концом капилляра набирают в него немного вещества и бросают его запаянным концом вниз в стеклянную трубку длиной 80 – 90 см, поставленную вертикально на стол. Эту операцию повторяют несколько раз до получения в капилляре хорошо уплотненного столбика вещества высотой примерно 2 мм. Наполненный таким образом капилляр закрепляют на термометре так, чтобы проба вещества находилась на уровне шарика термометра. Прибор для определения температуры плавления изображен на рисунке 3.

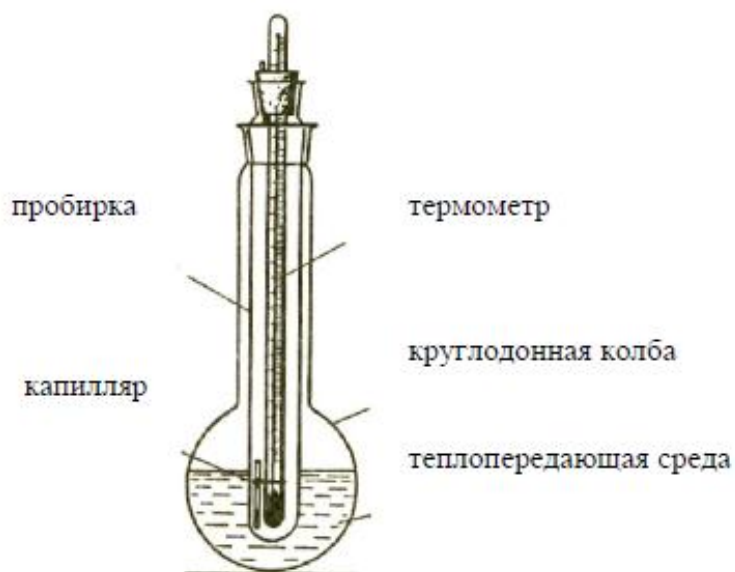


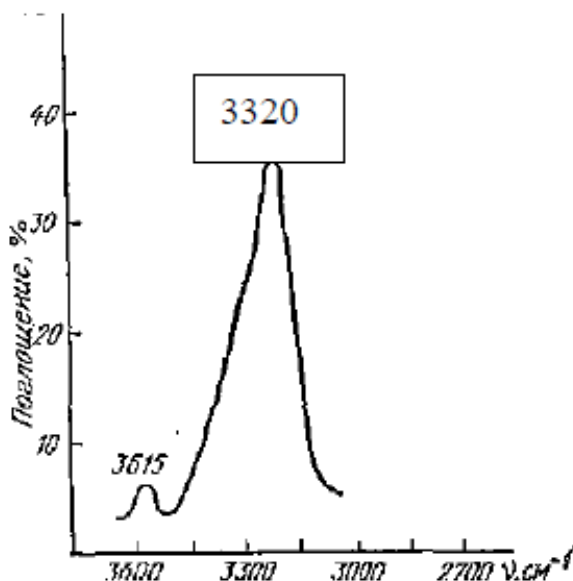
Рис.3 Прибор для определения температуры плавления

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изучите ИК- спектры предложенных для анализа соединений известного качественного и количественного состава. На основании полученных данных сделайте соответствующие выводы, предложите структурные формулы веществ.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Сформулируйте понятие «характеристические частоты в ИК- спектрах».
2. На основании рассмотрения ИК- спектра гидроксильного соединения (см. рисунок ниже) сделайте заключение, является ли ОН- группа свободной или участвует в образовании межмолекулярной водородной связи (характеристические частоты Вы можете найти в учебниках по органической химии, в таблице 2 приложения).



3. Что называется перегонкой?
4. Какие три вида перегонки Вам известны?
5. Что называется дистиллятом?
6. Что называется температурой кипения?
7. Как зависит парциальное давление от температуры?
8. Зависит ли температура кипения жидкости от давления и примесей?
9. Что называется вакуумной перегонкой?
10. Какая перегонка называется атмосферной?
11. Для чего используют вакуумную и атмосферную перегонки?
12. Для чего применяют перегонку с водяным паром?
13. Что называется простой перегонкой?
14. Что называется кристаллизацией?

15. Объясните, какие кристаллы получаются при медленном охлаждении, а какие при быстром?
16. Как можно ускорить кристаллизацию?
17. Что называется температурой плавления?
18. Является ли температура плавления критерием чистоты вещества?
19. Как плавятся чистые вещества?
20. Температура плавления фенола, согласно литературным данным, равна 41 °С. Полученный в результате синтеза фенол расплавился при 38 °С в широком интервале температур. Какой из этого можно сделать вывод?
21. Почему при определении температуры плавления нельзя быстро повышать температуру?
22. Что называется сублимацией?
23. В чем заключается метод экстракции?
24. Одной из самых существенных характеристик вещества является его молекулярный вес. Какими методами можно его определить?
25. Раствор, содержащий 11,04 г глицерина в 800 г воды, кристаллизуется при минус 0,279 °С. Вычислите молярную массу глицерина.
26. Вычислите массовое содержание мочевины $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ в водном растворе, зная, что температура кристаллизации этого раствора минус 0,465 °С.
27. Какие физико – химические методы идентификации органических веществ Вам известны? Каким образом они позволяют идентифицировать органические вещества?

Некоторые характеристические частоты поглощения в инфракрасной области

Связь	Соединения	Частота, см ⁻¹	Интенсивность и характер полосы
C-H	Алканы	2850 – 2960	Сильная
=C-H	Алкены и арены	3010 – 3100	Средняя
≡C-H	Алкины	3300	Сильная, резкая
C-C	Алканы	600 – 1500	Слабая
>C=C<	Алкены	1620 – 1680	Переменная
-C≡C-	Алкины	2100 - 2260	»
-C≡N	Нитрилы	2200 – 2300	»
C-O	Спирты	1000 – 1300	Сильная
>C=O	Альдегиды	1750 – 1740	»
>C=O	Кетоны	1705 – 1725	»
>C=O	Кислоты	1700 – 1750	»
-O-H	Спирты и фенолы	3590 – 3650	Переменная, резкая
-O-H	Ассоциированные за счет водородных связей (в спиртах и фенолах)	3200 – 3400	Сильная, широкая
-O-H	Ассоциированные за счет водородных связей (в кислотах)	2500 – 3000	Переменная широкая
-NH ₂	Амины первичные	3300 – 3500 (двойной пик)	Средняя
>N-H	Амины вторичные	3300 – 3500 (одиночный пик)	»

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

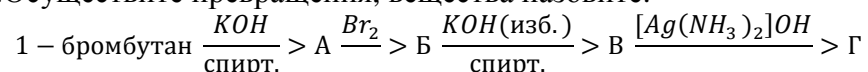
С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 1

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Строение атома углерода. Гибридизация. Виды гибридизации на примерах.

2. Осуществите превращения, вещества назовите:



Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
_____ 2013 года.

Зав.кафедрой Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 2

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Ковалентные σ - и π -связи. Электронное строение тройной углерод-углеродной связи и ее основные характеристики.

2. Установите строение углеводорода C_8H_6 , обесцвечивающего бромную воду, образующего белый осадок с аммиачным раствором нитрата серебра, а при окислении дающего бензойную кислоту. Напишите уравнения реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
_____ 2013 года.

Зав.кафедрой Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 3

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Индуктивный эффект: условия возникновения, направления, графическое изображение, влияние на реакционную способность органических соединений. Примеры.

2. Опираясь на общий механизм замещения в ароматическом ряду, напишите по стадиям уравнения взаимодействия: а) бензола с хлором в присутствии хлорида алюминия; б) бензола с хлоридом иода в присутствии хлорида алюминия. Вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 4

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Ковалентные σ - и π -связи. Электронное строение двойной углерод-углеродной связи и ее основные характеристики.

3. Определите строение соединения C_7H_8O , которое не дает цветной реакции с хлоридом железа (III), при взаимодействии с PCl_5 переходит в соединение состава C_7H_7Cl , окисляется перманганатом калия в вещество состава $C_7H_6O_2$, растворимое в водном растворе щелочи. Приведите схемы всех указанных реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 5

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Мезомерный эффект: условия возникновения, направления, графическое изображение, влияние на реакционную способность органических соединений. Примеры.

2. Напишите формулы следующих соединений и расположите их в порядке убывания кислотных свойств: п-метилфенол, п-нитрофенол, м-хлорфенол, 2,4-динитрофенол.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 6

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Классификация органических реакций. Понятие о механизме реакции. Примеры.

2. В листьях фиалок и огурцах содержится ненасыщенный альдегид 2,6-нонадиеналь. Напишите его структурную формулу. Какие продукты получаются при его озоноллизе? Приведите схему реакции, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 7

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Кислотность и основность органических соединений. Теория Бренстеда.

2. Напишите структурную формулу углеводорода C_6H_{12} , если известно, что он обесцвечивает бромную воду, при гидратации образует третичный спирт состава $C_6H_{13}OH$, а при окислении хромовой смесью – ацетон и пропионовую кислоту. Напишите уравнения реакций вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2010 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 8

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Кислотность и основность органических соединений. Теория Льюиса.

2. Проведите алкилирование хлорбензола изопропиловым спиртом в присутствии серной кислоты и рассмотрите механизм реакции.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 9

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1.Изомерия. Причины изомерии. Классификация изомеров на примерах.

2.Учитывая факторы, которые оказывают влияние на соотношение изомеров в реакциях электрофильного замещения у производных бензола, предложите наиболее рациональный путь синтеза из бензола 4-метил-3-бромбензолсульфокислоты. Напишите уравнения реакция, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 10

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Сопряженные системы. Открытая и замкнутая цепи сопряжения.

2.Напишите возможные продукты бромирования м-метилфенола на холоду в присутствии $FeBr_3$. Укажите механизм реакции по стадиям. Вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 11

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Гомологический ряд алканов, номенклатура, изомерия. Основной механизм реакций в классе алканов. Примеры.

2. Расположите следующие соединения в порядке убывания их кислотности: вода, пропанол-1, метилацетилен, пропановая кислота, пропантиол. Дайте объяснения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 12

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Гомологический ряд алкенов, номенклатура, изомерия. Основной механизм реакций в классе алкенов. Примеры.

2. Расположите следующие соединения в порядке возрастания их основных свойств: этанол, этиламин, аммиак, диметиламин, диэтиловый эфир. Ответ поясните.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

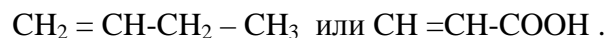
С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 13

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Гомологический ряд алкинов, номенклатура, изомерия. Основной механизм реакций в классе алкинов. Примеры

2. Определите, какое из двух соединений будет более активным в реакциях с электрофильными реагентами:



Ответ поясните, напишите уравнения реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 14

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Гомологический ряд алкадиенов, номенклатура, изомерия. Основной механизм реакций в классе алкадиенов. Примеры.

2. Определите знак и вид электронных эффектов заместителей, введенных в этиле в следующих соединениях:

метилэтилен, бромэтилен, этиленкарбоновая кислота.

Как изменяется реакционная способность кратной связи в реакциях с электрофилами. Напишите уравнения реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 15

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Гомологический ряд аренов, номенклатура, изомерия. Основной механизм реакций в классе аренов. Примеры.

2. Расположите в ряд в порядке уменьшения кислотности ацетилен, серная кислота, пропан, аммиак, вода, этанол, бутен-1. Дайте объяснения выбранному порядку.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 16

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Ароматичность углеводородов. Критерии ароматичности. Правила ориентации в ароматическом ядре. Примеры.

2. Напишите структурную формулу вещества $C_4H_8O_3$, которое обнаруживает кислую реакцию среды на лакмус и обладает оптической активностью. При взаимодействии с HCl оно образует соединение состава $C_4H_7O_2Cl$, а при действии PCl_5 – вещество состава $C_4H_6OCl_2$. При нагревании исследуемого вещества с разбавленной серной кислотой образуется альдегид. Приведите уравнения всех реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 17

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Элементы стереохимии и оптическая изомерия органических соединений.

2. Приведите уравнения реакций окисления 2-метилпентена-1 в следующих условиях: а) кислородом воздуха без катализатора; б) кислородом воздуха на серебряном катализаторе; в) перманганатом калия в водном растворе при 20°C; г) перманганатом калия в кислой среде при нагревании. Вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 18

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Спирты. Классификация, номенклатура, изомерия. Химические свойства спиртов на примерах.

2. Вещество $C_7H_{12}O_3$ не реагирует с раствором соды, не дает окрашивания с $FeCl_3$. При нагревании с концентрированным раствором щелочи подвергается расщеплению, одним из продуктов которого является изомаляновая кислота. Установите строение исходного соединения, приведите уравнения всех реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 19

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Фенолы. Номенклатура, строение и химические свойства на примере фенола.

2. С какими из приведенных соединений реагирует н-бутан при заданных условиях: а) серная кислота (конц.) при 20°C; б) металлический натрий при 20°C; в) бром в темноте; г) азотная кислота (конц.) при 20°C; д) бром при освещении; е) азотная кислота (разб.) при 140°C и повыш. давлении; ж) кислород, пламя; з) бромоводород. Напишите уравнения реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 20

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Эфиры. Номенклатура, строение, химические свойства простых эфиров. Примеры.

2. Установите строение вещества состава $C_5H_{13}N$, которое с соляной кислотой образует соль, с азотистой кислотой выделяет азот и образует соединение состава $C_5H_{12}O$. Последнее соединение при окислении дает кетон, а в более жестких условиях образует уксусную и пропионовую кислоты. Какими реакциями можно доказать наличие функциональных групп в исходном соединении?

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

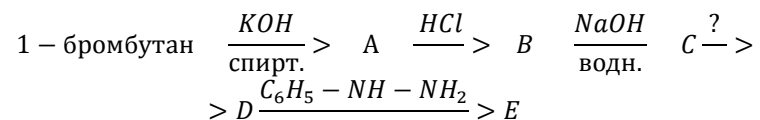
С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 21

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1.Альдегиды. Классификация, номенклатура. Строение карбонильной группы, химические свойства. Основной механизм реакций. Качественные реакции.

2.Напишите схемы реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Приведите формулы промежуточных и конечного продуктов, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 22

По дисциплине **Органическая химия**
Семестр 4 Факультет 4 Специальность 152200

1. Кетоны. Классификация, номенклатура. Строение карбонильной группы, химические свойства. Основной механизм реакций. Качественные реакции.

2. Установите строение оптически деятельного вещества состава $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$ имеющего кислый характер. В результате нагревания оно превращается в соединение $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$, при окислении которого образуется смесь изомасляной и щавелевой кислот. Напишите уравнения всех реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 23

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Карбоновые кислоты. Классификация, номенклатура, химические свойства. Примеры.

2. При бромировании этилбензола замещение может происходить и в ароматическом ядре и в боковой цепи. Проведите бромирование по каждому из этих направлений. Укажите механизм реакций по стадиям и условия проведения для каждого направления, назовите продукты реакций.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 24

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 152200

1. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры, ангидриды. Строение, химические свойства. Примеры.

2. На бутиловый спирт подействуйте PCl_5 , затем на полученное соединение этилатом натрия. Напишите схемы реакций полученного соединения с бромоводородом при нагревании, металлическим натрием, соляной кислотой на холоду. Вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 25

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 15220

1. Амины. Классификация, номенклатура, изомерия. Химические свойства аминов. Примеры.

2. Перечислите факторы, которые влияют на соотношение изомеров в реакциях электрофильного замещения у производных бензола. Учитывая эти факторы, предложите рациональный путь синтеза 3-бром-4-метилбензолсульфокислоты из бензола. Напишите уравнения реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 26

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 15220

1. Аминокислоты. Классификация, номенклатура, изомерия. Химические свойства аминокислот. Примеры

2. Определите строение вещества $C_8H_8O_3$, если известно, что оно хорошо растворяется в воде и щелочи, образует сложные эфиры с кислотами и спиртами, не дает окрашивания с $FeCl_3$, реагирует с PCl_5 , образуя вещество состава $C_8H_6OCl_2$. Известно в виде двух оптически деятельных изомеров.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 27

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 15220

1. Галогенопроизводные углеводородов. Способы образования связи C-Hal: замещение атома водорода, реакции присоединения по кратной связи, замещение гидроксильной группы. Химические свойства моногалогеналканов. Представление о механизмах S_N1 , S_N2 .

2. В состав ананасной и других фруктовых эссенций входит изоамиловый эфир изовалериановой кислоты. Предложите схему синтеза его из изоамилового спирта и неорганических реагентов. Напишите уравнения реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 28

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 15220

1. Диазотирование ароматических аминов. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений.

2. Объясните, образования каких продуктов следует ожидать при моносульфировании следующих соединений: а) толуола; б) нитробензола; в) бензойной кислоты; г) бромбензола? Какое соединение сульфировается легче всего? Почему? Напишите уравнения всех реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____ 2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 29

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 15220

1. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей..

2. Приведите примеры согласованного и несогласованного действия заместителей в реакциях электрофильного замещения у аренов. Количественное содержание тимола (5-метил-2-изопропилфенола) определяется по реакции электрофильного замещения с водным раствором брома, которая приводит к образованию дибромпроизводного тимола. Укажите наиболее вероятные положения для атаки электрофилом в тимоле. Выбор обоснуйте.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АКАДЕМИКА

С.П.КОРОЛЕВА

Билет № 30

По дисциплине

Органическая химия

Семестр 4

Факультет 4

Специальность 15220

1. Алкансульфоокислоты и аренсульфоокислоты. Получение, строение, номенклатура. Механизм сульфирования ароматических соединений.

2. Соединение состава $C_5H_{10}O$ имеет в ИК-спектре полосы при 1640 и 3500 cm^{-1} , реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, а также обесцвечивает раствор бромной воды. При гидролизе продукта озонлиза получается смесь пропаналя и 2-гидроксиэтаноля. Установите строение исходного соединения и напишите схемы всех реакций, вещества назовите.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

_____2013 года.

Зав.кафедрой

Платонов И.А.