

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Программа, методические указания и контрольные  
задания для студентов специальностей  
1-48 01 01 «Химическая технология  
неорганических веществ, материалов и изделий»,  
1-47 02 01 «Технология полиграфических  
производств» заочной формы обучения**

МЕТОД. УКАЗ. БЕЛ  
8.0

Минск 2006

УДК 547(075.8)

ББК 24.2я7

О-64

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

Составители:

*И. В. Сенько, Т. С. Селиверстова*

Рецензент

доктор химических наук, профессор кафедры  
редакционно-издательских технологий БГТУ *М. А. Зильберлейт*

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2006 год. Поз. 142.

Для студентов специальностей 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий», 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» заочной формы обучения

Библиотека БГТУ



0000000491924b

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2006

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

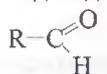
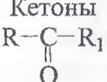
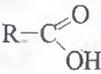
Органическая химия является одной из фундаментальных теоретических дисциплин, формирующих мышление инженеров-химиков-технологов. Органической химии присуща своя, в высшей степени логическая структура, понимание которой создаст основу прочных знаний будущих инженеров-химиков.

Различные классы органических соединений можно рассматривать как генетически связанные между собой системы. Генетическая связь между ними проявляется в реакционной способности, способах получения, во взаимном превращении одних в другие.

Реакционная способность органических соединений тесно связана с их электронным строением, с электронными смещениями в молекулах (индуктивным и мезомерным эффектами). Поэтому при самостоятельной работе, прежде всего студентам-заочникам, необходимо изучить базовые разделы курса органической химии: 1) химическая связь; 2) химическая реакция. Затем следует проработать материал, пользуясь следующей таблицей.

Таблица 1

### Классификация органических соединений

УГЛЕВОДОРОДЫ					
Алифатические углеводороды (ациклические)			Ароматические углеводороды (арены)		
Предельные углеводороды (алканы) -C-C-	Непредельные углеводороды (алкены, алкадиены, алкины) -C=C-, -C=C-C=C-, -C≡C-				
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ R-X					
Галогенсодержащие	Азотсодержащие		Кислородсодержащие		
Галогенопроизводные R-Hal (Hal=I, Br, Cl, F)	Нитросоединения R-NO <sub>2</sub>	Амины R-NH <sub>2</sub>	Спирты Фенолы R-OH Спирты R=Alk Фенолы R=Ar	Альдегиды  Кетоны 	Карбоновые кислоты 

При проработке материала по каждому классу органических соединений следует руководствоваться следующим планом:

- 1) определение класса соединений;
- 2) номенклатура;
- 3) изомерия;
- 4) основные способы получения;
- 5) электронное строение функциональной группы;
- 6) физические свойства;
- 7) химические свойства (их взаимосвязь со строением вещества);
- 8) важнейшие представители, применение.

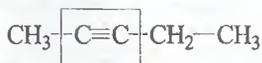
При выполнении контрольной работы студенты должны обратить особое внимание на правила наименования органических соединений, т. е. номенклатуру. При чрезвычайно большой численности органических соединений номенклатура имеет очень большое значение.

Тривиальная номенклатура (историческая).

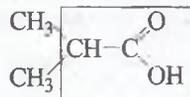
Названия даны случайно, чаще всего связаны с источником выделения соединений, нет никакой системы. Например: муравьиная, яблочная, винная кислоты, ацетон и т. д.

Рациональная номенклатура. Используется для названия достаточно простых соединений.

За основу выбраны названия простейших представителей, как правило первых, данного класса органических соединений. Называемое соединение рассматривается как продукт усложнения путем замещения атомов водорода простейшего представителя. К названию этого представителя добавляют название заместителей (одновалентных радикалов), начиная с простейшего. Если имеется несколько одинаковых заместителей, то указывают их количество, используя умножающие приставки ди-, три-, тетра. Например:



метилэтилацетилен



диметилуксусная кислота

Для алкенов при наличии двух заместителей положение их у основного фрагмента указывают словами «*симм-*» (симметричный) или «*несимм-*» (несимметричный). Например:



Таблица 2

## Углеводороды и одновалентные углеводородные радикалы

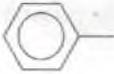
Структура базового углеводорода	Название	Структура радикала	Название
$\text{CH}_4$	метан	$\text{CH}_3-$	метил
$\text{CH}_3-\text{CH}_3$	этан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	этил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	пропан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пропил
		$\text{CH}_3-\underset{\text{ }}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	изопр пил (втор- пропил)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	бутан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	бутил
		$\text{CH}_3-\underset{\text{ }}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	втор- бутил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	изобу- тан	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$	изобутил
		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	трет- бутил
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$	пентан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-$	н-пентил (н-амил)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	изо- пентан	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \end{array}$	изопен- тил (изоамил)
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	этилен	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	винил
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	пропен	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	аллил
	бензол		фенил
	метил- бензол		Бензил

Таблица 3

**Основы рациональных названий и суффиксы в систематической номенклатуре некоторых классов ациклических соединений**

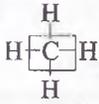
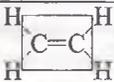
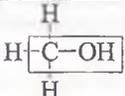
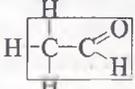
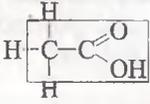
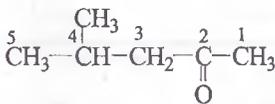
Класс соединений	Общая формула гомологического ряда	Основа рационального названия	Суффикс по систематической номенклатуре
Предельные углеводороды	$C_nH_{2n+2}$	 метан	ан
Непредельные углеводороды этиленового ряда	$C_nH_{2n}$	 этилен	ен
Непредельные углеводороды ацетиленового ряда	$C_nH_{2n-2}$	 ацетилен	ин
Спирты	$C_nH_{2n+2}O$	 карбинол	ан + ол
Альдегиды	$C_nH_{2n}O$	 уксусный альдегид	ан + аль
Кетоны	$C_nH_{2n}O$	 кетон	ан + он
Карбоновые кислоты	$C_nH_{2n}O_2$	 уксусная кислота	ан + овая кислота

Таблица 4

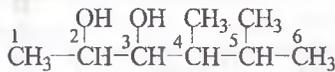
## Названия функциональных групп

Структура	Название группы	
	в суффиксе	в префиксе
1	2	3
—COOH —(C)OOH	-овая кислота	карбокси-
—CHO —(C)HO	-аль	формил-
$\begin{matrix} \text{C} \\ \diagdown \\ \text{C} \end{matrix} \text{(C)=O}$	-он	оксо-
—OH	-ол	гидрокси-
—NH <sub>2</sub>	-амин	амино-
—OR	-оксид	алкокси-
—F	—	фтор-
—Cl	—	хлор-
—Br	—	бром-
—I	—	иод-
—NO <sub>2</sub>	—	нитро-

Примечание. 1) Функциональные группы приведены в порядке уменьшения старшинства; 2) атом С, заключенный в скобки, входит в родовую структуру; 3) функциональные группы и углеводородные радикалы, которые имеют название только в префиксе, перечисляются в алфавитном порядке.



4-метилпентан-2-он



4,5-диметилгексан-2,3-диол

Ниже приведена программа дисциплины, которая включает основные термины и понятия по каждому разделу и перечень основных разделов курса. Для лучшего усвоения материала каждый раздел завершается вопросами для самопроверки. Список рекомендуемой литературы приведен в конце пособия.

## ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

#### Тема 1. Классификация, номенклатура и изомерия ациклических соединений

*Основные понятия и термины:* УГЛЕРОДНЫЙ СКЕЛЕТ; ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА; ПЕРВИЧНЫЙ, ВТОРИЧНЫЙ, ТРЕТИЧНЫЙ И ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ АТОМЫ УГЛЕРОДА; ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ; АЛКИЛ, ПЕРВИЧНЫЙ, ВТОРИЧНЫЙ И ТРЕТИЧНЫЙ АЛКИЛЫ; ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД; ИЗОМЕРИЯ; СТРУКТУРНЫЕ ИЗОМЕРЫ; ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ИЗОМЕРЫ.

Предмет органической химии. Место органической химии в системе наук. Роль органической химии в народном хозяйстве. Основное сырье для получения органических соединений. Проблемы экологии.

Классификация органических соединений. Углеродный скелет: нормальный и разветвленный, классификация атомов углерода. Функциональные группы. Химическое строение. Изомерия, структурная и стереоизомерия. Причины, обуславливающие структурную изомерию предельных, непредельных углеводородов и их функциональных производных. Основные принципы вывода структурных формул изомеров.

Углеводородные радикалы (алкилы) и их классификация. Названия простейших алкилов.

Гомологические ряды. Рациональная номенклатура, номенклатура ИУРАС алканов, алкенов, алкадиенов, алкинов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, нитросоединений, аминов.

#### Тема 2. Химическая связь

*Основные понятия и термины:* ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ; АТОМНАЯ ОРБИТАЛЬ (АО); МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОРБИТАЛЬ (МО); ГИБРИДИЗАЦИЯ; КОЛЛИГАЦИЯ, КООРДИНАЦИЯ; КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ; СЕМИПОЛЯРНАЯ СВЯЗЬ;  $\sigma$ -,  $\pi$ - СВЯЗИ; ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ, ДЕЛОКАЛИЗОВАННЫЕ СВЯЗИ; АДДИТИВНАЯ ВЕЛИЧИНА; ЭНЕРГИЯ ДИССОЦИАЦИИ СВЯЗИ; ПО-

ЛЯРНОСТЬ И ПОЛЯРИЗУЕМОСТЬ СВЯЗИ; СОПРЯЖЕННЫЕ СВЯЗИ; ИНДУКТИВНЫЙ И МЕЗОМЕРНЫЙ ЭФФЕКТЫ.

Два способа образования двухэлектронной связи.

Физические параметры связи: характеристики прочности связи и устойчивости молекулы – средняя энергия связи, энергия диссоциации связи, теплота сгорания, теплота образования соединения из атомов; длина и порядок связи; полярность и поляризуемость.

Химические связи атома углерода: локализованные связи, типы гибридизации, пространственная ориентация образующихся связей; делокализованные связи, типы сопряженных систем, отклонение от принципа аддитивности параметров связи и молекулы, главные условия образования делокализованных связей и способы их изображения

Электронные смещения в молекулах: индуктивный и мезомерный эффекты, структурные предпосылки их появления, свойства и способы их изображения.

### Тема 3. Химическая реакция

*Основные понятия и термины:* ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ; ПЕРЕХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ; АКТИВИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС; ИНТЕРМЕДИАТ; МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ; ЛИМИТИРУЮЩАЯ СТАДИЯ; ГОМОЛИЗ, ГЕТЕРОЛИЗ; РЕАГЕНТ, СУБСТРАТ; ЭЛЕКТРОФИЛ, НУКЛЕОФИЛ, РАДИКАЛ;  $S_R$ -РЕАКЦИЯ – РЕАКЦИЯ РАДИКАЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ;  $A_E$ -РЕАКЦИЯ – РЕАКЦИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ;  $S_E$ -РЕАКЦИЯ – РЕАКЦИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ;  $S_N$ -РЕАКЦИЯ – РЕАКЦИЯ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ;  $A_N$ - РЕАКЦИЯ – РЕАКЦИЯ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ; КАТАЛИЗ; КАТАЛИЗАТОР; КИСЛОТА, ОСНОВАНИЕ.

Основные идеи теории переходного состояния, энергетическая диаграмма реакции.

Механизм реакции: элементарные и многостадийные реакции, лимитирующая стадия, способы разрыва связи (гомолиз и гетеролиз), субстрат, реагенты и их классификация, классификация реакций по различным признакам.

Общие сведения о катализе: общая схема каталитической реакции, гомогенный и гетерогенный катализ.

Общие представления о кислотах и основаниях: протолитическая теория, сопряженные кислота и основание, теория Льюиса.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Приведите основные классы органических соединений и укажите функциональные группы.
2. Приведите классификацию атомов углерода и алкильных радикалов (первичный, вторичный и т. д.).
3. Укажите условия, необходимые для образования в молекуле, частице делокализованных связей.
4. Поясните, что означает выражение «группировка обладает -I- или +I-эффектом». Какие изменения происходят при этом в молекуле?
5. Каковы структурные особенности молекулы, в которой возникает мезомерный эффект? Как определяется его знак?
6. Покажите два способа разрыва ковалентной связи и назовите образующиеся при этом частицы (свободные радикалы, карбокатионы, карбоанионы).
7. Дайте определение понятий: «механизм реакции», «лимитирующая стадия», «субстрат», «реагент», «интермедият». Приведите классификацию реагентов (радикал, нуклеофил, электрофил).

## **УГЛЕВОДОРОДЫ**

### **Тема 4. Предельные углеводороды (алканы)**

**Основные понятия и термины:** ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ; ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ; ГИДРИРОВАНИЕ; ГОМОЛИЗ; СТАБИЛЬНОСТЬ РАДИКАЛОВ; ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ; ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ; РЕКОМБИНАЦИЯ; КРЕКИНГ; ДЕГИДРИРОВАНИЕ.

Общая формула алканов. Способы получения: промышленные – из нефти, природного газа, гидрогенизация бурого угля; препаративные – синтез Вюрца, декарбокислирование кислот (термическое и электролитическое), гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галогенпроизводных углеводородов.

Физические свойства.

Химические свойства: основные физические параметры связей алканов, общая характеристика реакционной способности. Геометрия и стабильность алкильных радикалов. Реакции свободных радикалов: рекомбинация, диспропорционирование,  $\alpha$ -,  $\beta$ -расщепление, изомеризация. Реакции галогенирования алканов: механизм, реакционная спо-

способность галогенов. Реакции нитрования и сульфохлорирования алканов. Дегидрирование алканов. Представление о крекинге алканов.

## Тема 5. Непредельные углеводороды

**Основные понятия и термины:** ПИРОЛИЗ; ДЕГИДРАТАЦИЯ; ДЕГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ; ТЕПЛОТА ГИДРИРОВАНИЯ;  $\pi$ -АДДУКТ; КАРБОКАТИОН; АЛЛИЛЬНЫЙ КАРБОКАТИОН; ГИДРАТАЦИЯ; ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ; ОКИСЛЕНИЕ; ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ; МОНОМЕР; СТЕПЕНЬ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ; ПОЛИМЕР; ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА; ПЕРЕКИСНЫЙ ЭФФЕКТ; РЕАКЦИЯ ВАГНЕРА; ОЗОНОЛИЗ; КУМУЛИРОВАННЫЕ, СОПРЯЖЕННЫЕ, ИЗОЛИРОВАННЫЕ ДВОЙНЫЕ СВЯЗИ; ЭНЕРГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ; 1,4-ПРИСОЕДИНЕНИЕ; АЛКИЛИРОВАНИЕ; С-Н-КИСЛОТНОСТЬ; АЦЕТИЛЕНИДЫ; РЕАКЦИЯ КУЧЕРОВА.

Классификация непредельных углеводородов. Методы введения в молекулу кратных связей: крекинг и пиролиз нефти; дегидрирование алканов; дегидратация спиртов; отщепление галогеноводородов от галогеналканов; получение ацетилена из карбида кальция; получение гомологов ацетилена алкилированием ацетиленидов.

Квантово-механическое описание двойной связи:  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи; геометрия молекулы; распределение электронной плотности. Образование делокализованных связей в молекуле бутадиена; стабилизация молекулы и отклонение ее параметров от принципа аддитивности. Общая характеристика реакционной способности непредельных углеводородов.

Реакции присоединения: гидрирование,  $A_E$ -реакции – присоединение галогенов, галогеноводородов, серной кислоты. Механизм  $A_E$ -реакций, строение и стабильность карбокатионов, правило Марковникова. Особенности присоединения у диенов с сопряженными двойными связями. Сравнение реакционной способности в  $A_E$ -реакциях алкенов, алкинов, алкадиенов. Перекисный эффект Караша – присоединение против правила Марковникова.

Каталитическая гидратация алкинов (реакция Кучерова),  $A_N$ -реакции алкинов: присоединение спиртов, уксусной кислоты, цианистого водорода.

Кислотность алкинов, реакция алкилирования ацетиленидов.

Реакции окисления непредельных углеводородов: окисление по Вагнеру; реакция Прилежаева; жесткое окисление; озонирование.

Реакции полимеризации. Натуральный и синтетический каучук.

## Тема 6. Ароматические углеводороды (арены)

**Основные понятия и термины:** АРОМАТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР; ПРАВИЛО ХЮККЕЛЯ; ОРТО-, МЕТА-, ПАРА-ПОЛОЖЕНИЯ; ЗАМЕСТИТЕЛЬ БЕНЗОЛЬНОГО КОЛЬЦА;  $\pi$ -АДДУКТ;  $\sigma$ -АДДУКТ; ЭЛЕКТРОНОДОНОРНЫЕ, ЭЛЕКТРОНОАКЦЕПТОРНЫЕ, АКТИВИРУЮЩИЕ, ДЕЗАКТИВИРУЮЩИЕ ЗАМЕСТИТЕЛИ; СОГЛАСОВАННАЯ И НЕСОГЛАСОВАННАЯ ОРИЕНТАЦИЯ; РЕАКЦИИ ФРИДЕЛЯ – КРАФТСА; ГОМОЛОГИ БЕНЗОЛА; БЕНЗИЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.

Изомерия и номенклатура гомологов бензола.

Источники получения: коксовый газ, каменноугольная смола, нефть; получение гомологов по Вюрцу – Фиттигу и Фриделю – Крафтсу.

Строение бензола: геометрия молекулы, делокализованные связи, отклонение от аддитивности параметров связи и молекулы.

Общая характеристика реакционной способности бензола. Ароматичность, критерии ароматичности, правило Хюккеля. Реакции, обнаруживающие непредельный характер: гидрирование, присоединение галогенов, озона, окисление.

$S_E$ -реакции бензола: галогенирование, алкилирование, нитрование, сульфирование; механизм  $S_E$ -реакций, строение  $\sigma$ -аддукта.

$S_E$ -реакции у замещенного бензола: влияние заместителей на скорость и направление  $S_E$ -реакций, классификация заместителей (ориентанты I и II рода, активирующие и дезактивирующие); причины влияния заместителей на протекание  $S_E$ -реакций; правила ориентации у замещенного бензола.

Реакции гомологов бензола:  $S_E$ -реакции по бензольному кольцу; реакции по боковой цепи, активность бензильного положения; реакции окисления.

### Вопросы для самопроверки

1. Сравните характеристики  $\sigma C-C$  и  $\pi C=C$  связей: прочность, полярность, поляризуемость, пространственная направленность. Поясните, почему для алканов типичны реакции радикального замещения ( $S_R$ ), а для непредельных углеводородов – реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ).

2. Укажите характер интермедиатов, образующихся в лимитирующих стадиях  $S_R$ -реакций алканов и  $A_E$ -реакций непредельных углеводородов. Какие факторы определяют их стабильность?

3. В чем заключается и чем обусловлена особенность протекания  $A_E$ -реакций у диенов с сопряженными двойными связями?

4. В чем проявляется и чем обуславливается повышенная  $C-H$  кислотность ацетилена по сравнению с алканами и алкенами?

5. Совокупность каких свойств бензола называют «ароматическими свойствами»?

6. Почему для бензола, несмотря на его ненасыщенный характер, типичны реакции замещения, и именно электрофильного?

7. Классификация заместителей бензольного кольца. Как влияют электронные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный) на их электронодонорный (ЭД) или электроноакцепторный (ЭА) характер?

8. Как влияют ЭД и ЭА заместители на: а) распределение электронной плотности в бензольном кольце; б) на стабильность  $\sigma$ -аддукта, образующегося в лимитирующей стадии процесса? Как это влияние отражается на скорости и направлении  $S_E$ -реакций?

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

### Тема 7. Галогенопроизводные углеводородов

**Основные понятия и термины:** ПЕРВИЧНЫЕ, ВТОРИЧНЫЕ И ТРЕТИЧНЫЕ ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ; ВИНИЛЬНОЕ И АЛЛИЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ГАЛОГЕНА; ВИЦИНАЛЬНЫЕ И ГЕМИНАЛЬНЫЕ ДИГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ; АЛКИЛИРОВАНИЕ; ПРОТОННЫЕ И АПРОТОННЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ; ЭЛИМИНИРОВАНИЕ; ПРАВИЛО ЗАЙЦЕВА.

Классификация по различным признакам, номенклатура, изомерия. Способы получения: галогенирование углеводородов и гидрогалогенирование непредельных углеводородов, замещение гидроксила и карбонила на галоген.

Физические параметры связи  $C$ -галоген, общая характеристика реакционной способности. Реакции алкилирования. Зависимость реакционной способности связи  $C$ -галоген от природы галогена и характера углеводородного радикала.

Нуклеофильное замещение галогена у насыщенного атома углерода.  $S_N1$ - и  $S_N2$ -механизмы реакции. Зависимость механизма и скоро-

сти реакции от строения субстрата и природы растворителя. Аллильная перегруппировка.

Реакции элиминирования (E). Правило Зайцева. Конкуренция  $S_N$ - и E-реакций.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Дайте определение понятия «реакция алкилирования».
2. Почему галогеналканы являются хорошими алкилирующими средствами? Как изменяется их реакционная способность в ряду R-F, R-Cl, R-Br, R-I? Почему?
3. Для каких галогенопроизводных характерен  $S_N2$ -механизм превращения? Почему? Какие растворители способствуют этому типу превращения?
4. Для каких галогенопроизводных характерен  $S_N1$ -механизм превращения? Почему? Какие растворители способствуют этому типу превращения?
5. Какие факторы влияют на конкуренцию реакций нуклеофильного замещения и элиминирования?

## **Тема 8. Нитросоединения**

**Основные понятия и термины:** АМБИДЕНТНЫЙ ИОН; С-Н КИСЛОТНОСТЬ; ТАУТОМЕРИЯ; ПРАВИЛО КОРНБЛЮМА; РЕАКЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, РЕАКЦИЯ ЗИНИНА.

Классификация, номенклатура, изомерия. Получение нитросоединений реакцией нитрования и алкилирования солей азотистой кислоты.

Строение нитрогруппы. Химические свойства: восстановление, кислотные свойства, таутомерия, реакция с азотистой кислотой. Влияние нитрогруппы на  $S_E$ - и на  $S_N$ -реакции в бензольном кольце.

## **Тема 9. Амины**

**Основные понятия и термины:** ПЕРВИЧНЫЙ, ВТОРИЧНЫЙ, ТРЕТИЧНЫЙ АМИН; ОСНОВНОСТЬ; АЦИЛИРОВАНИЕ; АНИЛИДЫ, ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ.

Классификация, изомерия, номенклатура.

Получение аминов восстановлением нитросоединений, нитрилов, изонитрилов, алкилированием аммиака.

Физические свойства, влияние водородной связи на физические свойства аминов. Химические свойства: основность, алкилирование, ацилирование; анилиды; реакция с азотистой кислотой. Аминогруппа как заместитель бензольного кольца, способы снижения активности бензольного кольца (ацилирование аминогруппы, перевод аминогруппы в аммонийную); галогенирование, нитрование, сульфирование ароматических аминов. Качественные реакции аминов.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Поясните причины повышенной подвижности водорода у  $C_{\alpha}$ -атома в нитросоединениях.
2. Поясните, какое влияние оказывает нитрогруппа на скорость и направление  $S_E$ -реакций в бензольном кольце.
3. Сравните свойства алифатических и ароматических аминов (основность, нуклеофильность, реакции с азотистой кислотой).
4. Укажите два метода, при помощи которых может быть снижена реакционная способность кольца ароматических аминов, и объясните, изменяется ли при этом направление электрофильной атаки.

## Тема 10. Спирты, фенолы, простые эфиры

*Основные понятия и термины:* ГЛИКОЛИ; О-Н-КИСЛОТНОСТЬ; ПРОСТОЙ И СЛОЖНЫЙ ЭФИРЫ; СИНТЕЗ ВИЛЬЯМСОНА.

Классификация, изомерия, номенклатура гидроксисоединений.

Общие способы получения спиртов и фенолов: гидролиз галогенопроизводных, действие азотистой кислоты на первичные амины. Способы получения спиртов: гидратация алкенов, восстановление карбонилсодержащих соединений. Способы получения фенолов: выделение из продуктов коксования угля, щелочной плавкой сульфокислот, кумольный метод.

Физические свойства. Водородная связь и ее влияние на физические свойства спиртов и фенолов. Физические параметры группировки С-О-Н. Общая характеристика реакционной способности.

Кислотные свойства одноатомных, многоатомных спиртов и фенолов, образование и гидролиз алкоголятов и фенолятов. Основность спиртов и фенолов, оксониевые соли.

Реакции нуклеофильного замещения гидроксильной группы спиртов; особенности замещения, реакции с галогеноводородными и

кислородсодержащими неорганическими кислотами, их механизм. Спирты и фенолы как нуклеофилы. Реакции элиминирования у спиртов – внутримолекулярная дегидратация: условия, конкуренция E- и S<sub>N</sub>-реакций спиртов.

Реакции окисления спиртов. Дегидрирование спиртов.

Реакции фенолов по бензольному кольцу: гидроксильная группа как заместитель бензольного кольца; реакции электрофильного замещения – бромирование, нитрование, сульфирование.

Простые эфиры. Общая формула. Номенклатура. Получение эфиров межмолекулярной дегидратацией спиртов и синтезом Вильямсона. Ряд алкилирующих средств. Химические свойства: основность, расщепление эфирной связи иодистым водородом и металлическим натрием.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Сопоставьте свойства (кислотность, основность, нуклеофильность и подвижность) фенольного и спиртового гидроксильных групп.
2. Сравните кислотные свойства одноатомных и многоатомных спиртов.
3. С помощью каких реагентов можно расщепить связь С–О в простом эфире?
4. Сопоставьте условия бромирования и нитрования фенола и бензола.

## Тема 11. Альдегиды и кетоны

**Основные понятия и термины:** ОКСОСИНТЕЗ; РЕАКЦИИ КОНДЕНСАЦИИ; АЛЬДОЛЬНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ; РЕАКЦИИ КАННИЦАРО, ГАТТЕРМАНА – КОХА; ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПО КЛЕМЕНСЕНУ.

Классификация, изомерия и номенклатура.

Общие способы получения алифатических и ароматических альдегидов и кетонов: окисление спиртов, окисление углеводов, гидролиз геминальных диалогенпроизводных, декарбоксилирование кислот и их солей.

Получение альдегидов и кетонов алифатического ряда каталитической гидратацией алкинов.

Получение ароматических альдегидов и кетонов: реакции ацилирования Фриделя – Крафтса и Гаттермана – Коха.

Электронное строение и физические параметры карбонильной группы в сравнении с  $C=C$  двойной связью. Общая характеристика реакционной способности.

Реакции нуклеофильного присоединения: присоединение натрия гидросульфита, цианистого водорода, магнийорганических соединений, воды, спиртов. Механизм  $A_N$ -реакций, кислотно-основной катализ, зависимость скорости от строения субстрата. Реакции замещения кислорода: реакции с азотистыми основаниями и пентахлоридом фосфора.

Реакции конденсации:  $C-N$ -кислотность альдегидов и кетонов, содержащих в  $\alpha$ -положении подвижный атом водорода; альдольно-кетоновая конденсация.

Реакции мягкого окисления альдегидов: реакция серебряного зеркала, окисление реактивом Фелинга. Жесткое окисление альдегидов и кетонов. Реакции восстановления карбонильной группы: гидрирование, реакция Клеменсена, восстановление гидридами металлов. Реакция диспропорционирования (Канницаро). Качественные реакции альдегидов и кетонов.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Охарактеризуйте строение карбонильной группы. В чем сходство и различие связей  $C=O$  и  $C=C$ ? Какой тип реакций наиболее характерен для карбонильной группы альдегидов и кетонов?
2. Рассмотрите влияние электронных и пространственных факторов на реакционную способность карбонильных соединений в реакциях нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ).
3. Поясните роль кислотного и основного катализаторов в реакциях альдегидов и кетонов.
4. Какое влияние оказывает карбонильная группа на реакционную способность алифатического углеводородного радикала?
5. Какие карбонильные соединения под действием оснований вступают в реакцию альдольной конденсации, какие подвергаются диспропорционированию?

## **Тема 12. Карбоновые кислоты и их производные**

*Основные понятия и термины:* АЦИЛ; АЦИЛАТ-ИОН; АЦИЛИРУЮЩЕЕ СРЕДСТВО; МОНО- и ДИКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ КИСЛОТ; СОЛИ; АНГИДРИДЫ; ГАЛОГЕНАНГИДРИДЫ; АМИДЫ; СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ;

## НИТРИЛЫ; ЗАМЕЩЕННЫЕ КИСЛОТЫ; ЭТЕРИФИКАЦИЯ, ЖИРЫ, МЬЛА.

Классификация, изомерия, номенклатура.

Определение понятий «функциональные производные кислот», «замещенные кислоты».

Способы получения кислот: окисление углеводов, спиртов, альдегидов и кетонов; гидролиз геминальных тригалогензамещенных углеводов, нитрилов; оксосинтез.

Физические свойства. Влияние водородной связи на физические свойства кислот.

Электронное строение карбоксильной группы, геометрические параметры, энергия стабилизации. Общая характеристика реакционной способности карбоновых кислот.

Кислотные свойства карбоновых кислот в сравнении со спиртами и фенолами, электронное строение карбоксилат-аниона.

Соли карбоновых кислот: их получение и свойства.

Галогенангидриды: получение из карбоновых кислот; действием фосгена на арены. Галогенангидриды как ацилирующие средства. Механизм реакции ацилирования.

Ангидриды: номенклатура, получение дегидратацией кислот, ацилированием солей кислот; ангидриды как ацилирующие средства.

Сложные эфиры: номенклатура; получение ацилированием спиртов, алкилированием солей кислот, реакцией этерификации (механизм); реакции сложных эфиров – гидролиз в кислой и щелочной средах, реакция переэтерификации.

Ряд ацилирующих средств.

Амиды кислот: номенклатура; получение из аммонийных солей кислот и ацилированием аммиака; свойства амидов, гидролиз, алкилирование, ацилирование, дегидратация, взаимодействие с азотистой кислотой.

Нитрилы и изонитрилы: номенклатура; получение алкилированием солей циановодородной кислоты; реакции восстановления и гидролиза.

Реакции кислот по алифатическому радикалу: галогенирование по Гелю – Фольгарду – Зелинскому.

Карбоксильная группа как заместитель бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.

Дикарбоновые кислоты: номенклатура; некоторые особенности химических свойств (кислотность, отношение к нагреванию).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Сопоставьте О–Н-кислотность спиртов, фенолов и карбоновых кислот. Дайте объяснение. Подтвердите различную кислотность химическими реакциями.
2. Дайте определение реакции ацилирования. Что определяет активность ацилирующего средства?
3. Сравните условия ацилирования спиртов и фенолов. Поясните наблюдаемые различия.
4. Какие факторы и как влияют на скорость реакции этерификации?

### **Тема 13. Поверхностно-активные вещества (ПАВ).**

#### **Кремнийорганические соединения**

**Основные понятия и термины:** АНИОНОАКТИВНЫЕ ПАВ; КАТИОНОАКТИВНЫЕ ПАВ; НЕИОНОГЕННЫЕ ПАВ; АМФОЛИТНЫЕ ПАВ; СИЛАСТОМЕРЫ, ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА.

Общая характеристика поверхностно-активных веществ. Классификация ПАВ – анионоактивные и катионоактивные, неионогенные и амфолитные ПАВ. Применение ПАВ в производстве стройматериалов.

Кремнийорганические жидкости, твердые полимерные материалы, силастомеры. Гидрофобизирующие свойства кремнийорганических соединений. Применение кремнийорганических соединений в производстве стройматериалов.

## УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Материал программы распределен на две контрольные работы. Контрольная работа № 1 включает теоретические вопросы курса органической химии, углеводов и галогенпроизводные углеводов. Контрольная работа № 2 включает нитросоединения и амины, спирты и фенолы, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты и их функциональные производные. Содержание задач охватывает весь материал программы.

Таблица 5

Начальные буквы ФИО	Контрольная работа № 1					Контрольная работа № 2				
	Номера задач					Номера задач				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
А	1	21	41	61	81	101	121	141	161	181
Б	2	22	42	62	82	102	122	142	162	182
В	3	23	43	63	83	103	123	143	163	183
Г	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184
Д	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
Е	6	26	46	66	86	106	126	146	166	186
Ж, З	7	27	47	67	87	107	127	147	167	187
И	8	28	48	68	88	108	128	148	168	188
К	9	29	49	69	89	109	129	149	169	189
Л	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
М	11	31	51	71	91	111	131	151	171	191
Н	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192
О	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193
П	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194
Р	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195
С	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196
Т, У	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197
Ф, Х, Ц	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198
Ч, Ш, Щ	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
Э, Ю, Я	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200

Каждый студент получает индивидуальный комплект задач. Номера вариантов каждой из пяти задач соответствующей контрольной работы студент находит по табл. 5. Варианты первой и пятой за-

дач стоят напротив начальной буквы фамилии студента; номера вариантов второй и четвертой задач – напротив начальной буквы имени; номер варианта третьей – напротив начальной буквы отчества.

При ответе на вопросы следует избегать длинных описаний, решение должно обязательно содержать структурные формулы и уравнения химических реакций. В конце контрольной работы необходимо привести список использованной литературы.

Рекомендации к решению и оформлению некоторых задач приводятся в конце соответствующего задания. Условия задач переписывать не обязательно.

2f nI  
jad 2 nI  
jad 3 n2 (все a)

# КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

### Задача 1

1. Напишите структурные формулы соединений «а-и», классифицируйте их.
2. В соединениях «а-г» укажите тип гибридизации атомов углерода.
3. В соединении «д» укажите наиболее полярную связь. Полярность покажите символами.
4. В соединении «б» укажите наиболее поляризуемую связь.
5. Укажите, в каких соединениях имеет место образование делокализованных связей.

Таблица 6

Вариант	Соединения
1	а) изопропилэтилен; б) пропин; в) толуол; г) 2,3-диметилбутан; д) 1-бром-2,2-диметилпентан; е) 3-метилгекс-4-ин-2-он; ж) 2-метилпропаналь; з) 2-метилбутан-1-ол; и) 2-метилбут-2-еновая кислота
2	а) этилбензол; б) 3-метилпент-1-ин; в) бута-1,3-диен; г) 2-метилбутан; д) <i>втор</i> -бутилхлорид; е) 2-метилпропан-2-ол; ж) 3-метилпентан-2-он; з) аллилуксусная кислота; и) 4-метилбензальдегид
3	а) 2,2-диметилпропан; б) 2-метилпент-2-ен; в) диметилацетилен; г) п-ксилол; д) 2-иод-2,3-диметилбутан; е) 2-метил-3-этилгексановая кислота; ж) диметилуксусный альдегид; з) 3-метилпент-4-ен-2-он; и) бутан-2-ол
4	а) 1,4-диметилбензол; б) <i>симм</i> -диметилэтилен; в) 2,2-диметилбутан; г) 4-метил-3-этилпент-1-ин; д) изобутилфторид; е) метилэтилкетон; ж) 3-метилпент-2-еновая кислота; з) 2-метилпропан-1-ол; и) 2,3-диметилгекс-4-иналь
5	а) диметилэтилметан; б) метилизобутилацетилен; в) 1-метил-2-этилбензол; г) 2,3-диметилпент-1,3-диен; д) хлористый <i>трет</i> -бутил; е) 2-метилбензойная кислота; ж) 2,2-диметилгексан-3-он; з) метилвинилуксусный альдегид; и) 3-метилбутан-2-ол

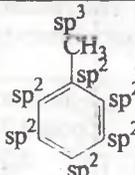
Вариант	Соединения
6	а) пропин; б) <i>несим</i> -метизтилэтилен; в) изобутан; г) изо-пропилбензол; д) 2-метил-1-хлор-3-этилпентан; е) пент-1-ин-3-он; ж) 3-метил-2-этилгекс-5-еналь; з) 2,2-диметилпропан-1-ол; и) диметилуксусная кислота
7	а) 1,3-диметилбензол; б) 3-метил-3-этилпент-1-ин; в) 2,2-диметилбутан; г) гекса-2,4-диен; д) 2-иод-3-метилпентан; е) 2-этилпент-3-иновая кислота; ж) этанол; з) диизопропилкетон; и) 2-метилпропаналь
8	а) диметилэтилметан; б) <i>симм</i> -метил <b>втор</b> -пропилэтилен; в) <i>трет</i> -бутилацетилен; г) этилбензол; д) этилфторид; е) 2,2,4,4-тетраметилпентан-3-он; ж) 3-метилгекс-4-иналь; з) 2,3-диметилбут-2-еновая кислота; и) 2-метилпентан-3-ол
9	а) пента-1,3-диен; б) 3-метилбут-1-ин; в) толуол; г) метилдиэтилметан; д) 1-бром-4-метилгексан; е) бензойная кислота; ж) изопропилуксусный альдегид; з) 2,3-диметилбутан-1-ол; и) диаллилкетон
10	а) 1,2-диметилбензол; б) 2,3-диметилпент-1-ен; в) 3-этилгексан; г) диэтилацетилен; д) <i>втор</i> -бутилхлорид; е) гепт-5-ин-2-он; ж) 3-метилбут-2-еналь; з) 3,4,5-триметилгексан-1-ол; и) изобутилуксусная кислота
11	а) 2-метилбуга-1,3-диен; б) метилацетилен; в) 1-метил-2-этилбензол; г) 2-метилбутан; д) 2-метил-2-фторпропан; е) 2-метилбензальдегид; ж) 2,3-диметилбутан-2-ол; з) 3,3-диметилпент-4-еновая кислота; и) метил <b>втор</b> -бутилкетон
12	а) 2,2,3-триметилпентан; б) 2,3-диметилбут-2-ен; в) 1,4-диэтилбензол; г) <i>трет</i> -бутилацетилен; д) <i>втор</i> -бутилиодид; е) винилуксусная кислота; ж) 3-метилбутан-1-ол; з) 2-этилпент-2-еналь; и) 3,5-диметилгексан-2-он
13	а) 1,3-диметилбензол; б) 2,3-диметилпент-2-ен; в) метилдиэтилметан; г) 5-метилгекс-1-ин; д) 2-бром-3-метилпентан; е) пентан-3-ол; ж) метилвинилкетон; з) 3-метилбут-3-еновая кислота; и) <i>втор</i> -бутилуксусный альдегид
14	а) 2,3-диметилбуга-1,3-диен; б) <i>втор</i> -бутилацетилен; в) 1-метил-4-изопропилбензол; г) 2,2-диметилпропан; д) 2-метил-2-хлорпропан; е) бензиловый спирт; ж) 3,3-диметилпентан-2-он; з) изопропилуксусная кислота; и) гекс-3-иналь

Вариант	Соединения
15	а) тетраметилметан; б) 2,3,3-триметилбут-1-ен; в) 4-метилпент-1-ин; г) <i>втор</i> -бутилбензол; д) фтористый изопропил; е) дивинилкетон; ж) 2-метилбензойная кислота; з) 2-метилбут-3-еналь; и) 2,3-диметилпент-2-ол
16	а) 1,2-диэтилбензол; б) метилизопропилацетилен; в) 2-метилпента-1,3-диен; г) 2,2,3,3-тетраметилбутан; д) 2-иод-4-метил-3-этилгексан; е) 2-метилгепт-3-еновая кислота; ж) п-этилбензальдегид; з) 4-метилпентан-1-ол; и) этил- <i>втор</i> -бутилкетон
17	а) 3,3-диметилбут-1-ин; б) 4-метилпент-2-ен; в) диметил- <i>втор</i> -бутилметан; г) 1,2-диметилбензол; д) изоамилхлорид; е) винилуксусная кислота; ж) 3,5,5-триметил-4-этилгексан-2-ол; з) диэтилуксусный альдегид; и) 4,4-диметилпент-1-ин-3-он
18	а) пента-1,4-диен; б) 2-метилгекс-3-ин; в) 1,3-диэтилбензол; г) 2,2,3-триметилпентан; д) 1-бром-2,2-диметилпропан; е) 5-метилгекс-2-ен-4-он; ж) 3,3-диметилпентан-2-ол; з) 2,4-диметил-3-этилгептаналь; и) 2-метилпропановая кислота
19	а) 2,2-диметилбутан; б) 4,4-диметилпент-2-ин; в) изопрен; г) 4-метилэтилбензол; д) <i>трет</i> -бутилфторид; е) аллилуксусный альдегид; ж) 4-метилпент-1-ин-3-он; з) 2,3-диметилгексановая кислота; и) 3-метилбутан-2-ол
20	а) 1,3-диэтилбензол; б) <i>симм</i> -метилизопропилэтилен; в) диметилэтилметан; г) этил <i>втор</i> -бутилацетилен; д) 2,2-диметил-1-хлорбутан; е) пент-4-ен-2-он; ж) 3-метилбут-2-еналь; з) 2,3,4-триметилгексан-2-ол; и) триметилуксусная кислота

### Рекомендации к решению и оформлению задачи 1

Вначале необходимо по названию соединений, указанных в варианте, написать структурные формулы и дать ответы на все вопросы в виде табл. 7. Например, по условию задачи даны соединения: а) 2-метилпропан; б) метилэтилен; в) толуол; ... ; д) *трет*-бутилбромид; е) 4-метилпент-3-еналь; ....

Таблица 7

Соединение	Структурная формула, тип гибридизации атомов углерода, полярность, поляризуемость связей	Класс соединений	Наличие делокализованных связей
а	$\begin{array}{c} \text{sp}^3 \\ \text{CH}_3 \\ \text{sp}^3 \quad \text{sp}^3 \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \text{sp}^3 \end{array}$	предельный углеводород	—
б	$\begin{array}{c} \text{sp}^3 \quad \text{sp}^2 \quad \text{sp}^2 \\ \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \text{C} = \text{C} \text{ наиболее поляризуемая} \\ \text{связь} \end{array}$	непредельный углеводород этиленового ряда	—
в		ароматический углеводород	+
д	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{Br} \\   \\ \text{CH}_3 \\ \delta^+ \quad \delta^- \\ \text{C} - \text{Br} \text{ наиболее полярная} \\ \text{связь} \end{array}$	галогенопроизводное углеводорода	—
е	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array} \end{array}$	непредельный альдегид	—

## Задача 2

1. Напишите уравнения реакций соединения «а» с реагентами А, Б, В и реакции его полимеризации. Назовите конечные продукты реакций.

2. Укажите среди них реакции электрофильного присоединения и для одной из них приведите механизм.

3. Для продукта реакции полного гидрирования соединения «а» приведите: а) уравнение и механизм реакции бромирования; б) укажите ее условия.

Таблица 8

Вариант	а	А	Б	В
1	2	3	4	5
21	тетраметилэтилен	HI	H <sub>2</sub> O/H <sup>+</sup>	KMnO <sub>4</sub> /H <sup>+</sup> , t
22	этилэтилен	ICl	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub> /Ag
23	гекса-1,3-диен	H <sub>2</sub> /Ni	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	1. O <sub>3</sub> 2. H <sub>2</sub> O/Zn
24	пропен	HI	HBr/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	KMnO <sub>4</sub> /Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
25	2-метилбута-1,3-диен	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> /H <sup>+</sup> , t	HBr	H <sub>2</sub> /Ni
26	пропилэтилен	KMnO <sub>4</sub> /Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> /Pt	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O
27	несимм-диметилэтилен	HBr/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ICl	O <sub>2</sub> /Ag
28	2-метилпента-1,3-диен	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	1. O <sub>3</sub> 2. H <sub>2</sub> O/Zn	HCl
29	изопропилэтилен	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	O <sub>2</sub> /Ag	HBr/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
30	2-метилпропен	HCl	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	KMnO <sub>4</sub> /H <sup>+</sup> , t
31	2,3-диметилбута-1,3-диен	H <sub>2</sub> /Pt	HI	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> /H <sup>+</sup> , t
32	бут-1-ен	KMnO <sub>4</sub> /Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HBr	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O
33	триметилэтилен	1. O <sub>3</sub> 2. H <sub>2</sub> O/Zn	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HBr
34	несимм-метилэтилен	O <sub>2</sub> /Ag	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> /Ni
35	2-метилбута-1,3-диен	HBr	1. O <sub>3</sub> 2. H <sub>2</sub> O/Zn	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O
36	трет-бутилэтилен	ICl	H <sub>2</sub> O/H <sup>+</sup>	KMnO <sub>4</sub> /Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

1	2	3	4	5
37	пент-1-ен	HBr	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HBr/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
38	гекса-1,3-диен	KMnO <sub>4</sub> /H <sup>+</sup> , t	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	1. O <sub>3</sub> 2. H <sub>2</sub> O/Zn
39	тетраметил-этилен	Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	KMnO <sub>4</sub> / Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HBr
40	изопропил-этилен	H <sub>2</sub> /Ni	HBr	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> /H <sup>+</sup> , t

## Задача 3

1. Для субстратов «а-г», используя электронные смещения (+J-, -J-, +M-, -M-эффекты), определите характер заместителей: электронодонорный (ЭД) или электроноакцепторный (ЭА), орто-, пара- или мета-ориентант, активирующий или дезактивирующий бензольное кольцо в реакциях электрофильного замещения (увеличивающий или снижающий скорость реакций S<sub>E</sub>). Для субстратов «в» и «г» укажите, какая имеет место ориентация заместителей (согласованная или несогласованная) имеет место.

2. Приведите уравнения реакций соединений «а-г» с реагентом А. Назовите продукты реакции.

3. Приведите механизм реакции соединения «а» с реагентом А. Поясните роль катализатора.

Таблица 9

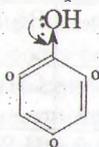
Вариант	Субстраты	Реагент А
41	а) толуол; б) бензолсульфоновая кислота; в) 2-нитрофенол; г) 3-аминобензальдегид	Br <sub>2</sub> /FeBr <sub>3</sub>
42	а) нитробензол; б) метилбензол; в) п-толуолсульфоновая кислота; г) 3-гидроксibenзойная кислота	HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
43	а) этилбензол; б) бензойная кислота; в) 4-гидрокси-1-сульфобензол; г) 3-метоксибензальдегид	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /SO <sub>3</sub>
44	а) метоксибензол; б) бензотрихлорид; в) м-метил <i>трет</i> -бутилбензол; г) 3-гидроксibenзальдегид	CH <sub>3</sub> COCl/AlCl <sub>3</sub>

Вариант	Субстраты	Реагент А
45	а) бензотрибромид; б) изопропилбензол; в) 1-сульфо-2-этоксibenзол; г) 3-метилбензальдегид	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3/\text{H}_3\text{PO}_4$
46	а) этилбензол; б) нитробензол; в) 2-этилсульфоновая кислота; г) 3-этоксibenзойная кислота	$\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$
47	а) бензойная кислота; б) бутилбензол; в) 4-гидроксibenзотрихлорид; г) 3-нитроэтилбензол	$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$
48	а) этоксibenзол; б) метилфенилкетон; в) 4-метилбензотрибромид; г) 3-нитроэтилбензол	$\text{H}_2\text{SO}_4/\text{SO}_3$
49	а) бензальдегид; б) фенол; в) 1,3-диметилбензол; г) 3-метоксинитробензол	$\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$
50	а) этилфенилкетон; б) этоксibenзол; в) 4-нитрофенол; г) м-этилбензойная кислота	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}/\text{AlCl}_3$
51	а) бензотрибромид; б) фенол; в) 1,3-диметоксibenзол; г) 3-этилбензальдегид	$\text{H}_2\text{SO}_4/\text{SO}_3$
52	а) бензальдегид; б) <i>трет</i> -бутилбензол; в) 3-нитроэтилбензол; г) м-диэтилбензол	$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$
53	а) бензальдегид; б) толуол; в) п-нитрофенол; г) 3-метоксibenзойная кислота	$\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$
54	а) фенол; б) бензотрихлорид; в) м-метил- <i>втор</i> -бутилбензол; г) 3-метоксibenзальдегид	$\text{CH}_2=\text{CH}_2/\text{H}_3\text{PO}_4$
55	а) бензойная кислота; б) <i>трет</i> -бутилбензол; в) о-метокситолуол; г) 2-гидроксibenзолсульфоновая кислота	$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$
56	а) сульфобензол; б) мстоксibenзол; в) п-изопропилфенол; г) 2-метилбензальдегид	$\text{H}_2\text{SO}_4/\text{SO}_3$
57	а) <i>втор</i> -бутилбензол; б) фенол; в) о-метилбензальдегид; г) 2-этокситолуол	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}/\text{AlCl}_3$
58	а) метилфенилкетон; б) этилбензол; в) 1,3-бензолдикарбоновая кислота; г) м-нитрофенол	$\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$

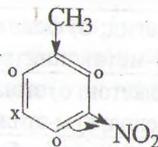
Вариант	Субстраты	Реагент А
59	а) <i>втор</i> -бутилбензол; б) нитробензол; в) <i>о</i> -гидроксibenзойная кислота; г) <i>м</i> -метилбензотрибромид	$\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$
60	а) этоксибензол; б) бензальдегид; в) <i>п</i> -гидроксibenзотрихлорид; г) 1,4-диметилбензол	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3/\text{H}_3\text{PO}_4$

### Рекомендации к решению и оформлению задачи 3

Вначале необходимо написать структурные формулы субстратов «а–г» и графически показать электронные смещения и направленные ориентации. Например:



а) фенол

в) *м*-нитротолуол

Затем оформить ответ на вопрос 1 задачи в виде табл. 10

Таблица 10

Заместитель	–ОН	–CH <sub>3</sub>	–NO <sub>2</sub>
Электронные эффекты	+M > –I	+I	–I, –M
ЭД или ЭА	ЭД	ЭД	ЭА
<i>О</i> -, <i>п</i> - или <i>м</i> -ориентант	<i>о</i> -, <i>п</i> - ориентант	<i>о</i> -, <i>п</i> -ориентант	<i>м</i> -ориентант
Активирующий или дезактивирующий	активирующий	активирующий	дезактивирующий
Согласованная или несогласованная ориентация	несогласованная		

Далее следуют ответы на вопросы 2 и 3 задачи.

#### Задача 4

1. Приведите уравнения реакций соединения «а» с реагентами А, Б, В.
2. Приведите механизм реакций для «а» и «б» с NaOH.
3. Какое из указанных соединений и почему наиболее активно в  $S_N1$ -реакциях, а какое в  $S_N2$ -реакциях?
4. Для какого из соединений «а» или «б» в большей степени будет протекать конкурирующая реакция элиминирования? Какие факторы, кроме строения субстрата, влияют на конкуренцию реакций нуклеофильного замещения и элиминирования?
5. Приведите способ получения соединения «а» из соответствующего спирта и алкена.

Таблица 11

Вариант	Соединение «а»	Соединение «б»	Реагенты
1	2	3	4
61	1-бромбутан	3-хлор-3-метилпентан	А) $CH_3ONa$ Б) $NaCN$ В) $NH_3$
62	этилхлорид	2-бром-2-метил-1-фенилпропан	А) $KNO_2$ Б) $CH_3ONa$ В) $KCN$
63	1-бром-2-фенилэтан	2-иод-2-метилпентан	А) $NH_3$ Б) $C_6H_5COONa$ В) $NaNO_2$
64	2-бром-2-метилбутан	1-хлор-2-метилпропан	А) $CH_3NH_2$ Б) $C_2H_5ONa$ В) $CH_3C \equiv CNa$
65	2-хлор-2-метилбутан	1-иод-2-метилпропан	А) $CH_3COONa$ Б) $CH_3ONa$ В) $KCN$
66	1-бром-1-фенилэтан	1-хлор-3-метилпентан	А) $NaNO_2$ Б) $NH_3$ В) $C_2H_5ONa$

Продолжение табл. 11

1	2	3	4
67	2-хлор-2-метилпропан	бромистый метил	А) $\text{HC}\equiv\text{CNa}$ Б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ В) $\text{NaI}$
68	1-бромбутан	2-бром-2-метилпентан	А) $\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa}$ Б) $\text{NH}_3$ В) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$
69	1-бром-3-фенилпропан	3-иод-3-этилгексан	А) $\text{NaNO}_2$ Б) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CNa}$ В) $\text{NH}_3$
70	2-хлор-2-метилбутан	метилхлорид	А) $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ Б) $\text{KI}$ В) $\text{NH}_3$
71	<i>трет</i> -бутилхлорид	1-бром-2-метилпропан	А) $\text{NaCN}$ Б) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CNa}$ В) $\text{NH}_3$
72	1-бром-2-фенилпропан	2-хлор-2-метилпентан	А) $\text{NaNO}_2$ Б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ В) $\text{CH}_3\text{COONa}$
73	2-иодпропан	3-хлор-3-этилпентан	А) $\text{NH}_3$ Б) $\text{NaNO}_2$ В) $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$
74	1-бромбутан	2-бром-2-метилгексан	А) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CNa}$ Б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}$ В) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$
75	хлористый этил	2-иод-2-метилпропан	А) $\text{NaCN}$ Б) $\text{CH}_3\text{NH}_2$ В) $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$
76	1-бромпентан	2-бром-2-метилбутан	А) $\text{HC}\equiv\text{CNa}$ Б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ В) $\text{NaNO}_2$
77	изобутилбромид	2-иод-2-метилпропан	А) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ Б) $\text{CH}_3\text{COONa}$ В) $\text{NH}_3$
78	1-бром-2-метилпропан	2-иод-2-метилбутан	А) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CNa}$ Б) $\text{CH}_3\text{NH}_2$ В) $\text{NaCN}$

1	2	3	4
79	этилиодид	2-бром-2-метил-1-фенилпропан	А) $\text{CH}_3\text{ONa}$ Б) $\text{NH}_3$ В) $\text{NaNO}_2$
80	2-иод-2-метилпропан	1-иодбутан	А) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}$ Б) $\text{HC}\equiv\text{CNa}$ В) $\text{NH}_3$

## Задача 5

Заполните схемы превращений, назовите продукты реакций.

Таблица 12

Ва-ри-ант	Схемы превращений
81	<p>1) изобутан <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}</math> А <math>\xrightarrow{\text{KOH}}</math> В <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{\text{HBr}}</math> С <math>\xrightarrow{\text{HC}\equiv\text{CNa}}</math> D <math>\xrightarrow[\text{HgSO}_4]{\text{H}_2\text{O}}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_3\text{PO}_4]{\text{CH}_2=\text{CH}_2}</math> А <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> В <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> С <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> E</p>
82	<p>1) 1-бромбутан <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> А <math>\xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{?}</math> В <math>\begin{cases} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{\text{HBr}} \text{C} \\ \xrightarrow{\text{Na}} \text{D} \\ \xrightarrow{\text{HBr}} \text{E} \end{cases}</math></p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{CH}_3\text{Cl}}</math> А <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> В <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> С <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> E</p>
83	<p>1) этилэтилен <math>\xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2}</math> А <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> В <math>\xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2}</math> С <math>\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}^+, t]{\text{KMnO}_4}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_3\text{PO}_4]{\text{пропен}}</math> А <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> В <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> С <math>\begin{cases} \xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{D} \\ \xrightarrow[\text{H}^+, t]{\text{KMnO}_4} \text{E} \end{cases}</math></p>

Ва-ри-ант	Схемы превращений
84	<p>1) пентен-1 <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2}</math> C <math>\xrightarrow{(\text{CH}_3)_2\text{CHBr}}</math> D <math>\xrightarrow[\text{Cu}_2(\text{CN})_2]{\text{HCN}}</math> E</p> <p>2) этен <math>\xrightarrow{\text{HCl}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{C}_6\text{H}_6}</math> B <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> C <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> D <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> E</p>
85	<p>1) 2-метилбутан <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Br}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2}</math> C <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> D 1,4-полимеризация E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{Cl}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{Na}]{\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> C <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> D <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> E</p>
86	<p>1) <math>(\text{CH}_3)_2\text{CHCOONa}</math> <math>\xrightarrow{\text{электролиз}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{-\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> C <math>\xrightarrow{\text{O}_3}</math> D <math>\xrightarrow[\text{Zn}]{\text{H}_2\text{O}}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_3\text{PO}_4]{\text{пропен}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> B <math>\xrightarrow[\text{FeCl}_3]{\text{Cl}_2}</math> C <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Cl}_2}</math> D <math>\xrightarrow{\text{NaOH}}</math> E</p>
87	<p>1) пентан-2-ол <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{?}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> C <math>\xrightarrow{\text{O}_3}</math> D <math>\xrightarrow[\text{Zn}]{\text{H}_2\text{O}}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{Na}]{\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{FeCl}_3]{\text{Cl}_2}</math> C <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> E</p>
88	<p>1) 2-метилпропен <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{\text{HBr}}</math> A <math>\xrightarrow{2\text{Na}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Br}_2}</math> C <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_3\text{PO}_4]{\text{пропен}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> B <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> C <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Br}_2}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> E</p>
89	<p>1) метилэтилен <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2}</math> C <math>\xrightarrow{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> E</p> <p>2) этан <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Cl}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{Na}]{\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> C <math>\xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Cl}_2}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> E</p>

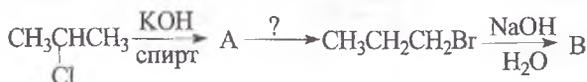
Вариант	Схемы превращений
90	<p>1) <math>(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COONa} \xrightarrow[\text{сплавнение}]{\text{NaOH}} \text{A} \xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{B} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{C} \xrightarrow{?} \text{D} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{E}</math></p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_3\text{PO}_4]{\text{пропен}} \text{A} \xrightarrow[t]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{C} \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{D} \xrightarrow[\text{Na}_2\text{CO}_3]{\text{KMnO}_4} \text{E}</math></p>
91	<p>1) <math>\text{CaC}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{A} \xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2} \text{B} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}} \text{C} \xrightarrow[\text{HgSO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{D} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{E}</math></p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_3\text{PO}_4]{\text{бут-1-ен}} \text{A} \xrightarrow[t]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3} \text{C} \xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{D} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{E}</math></p>
92	<p>1) 2-метилбутан <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{A} \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{B} \xrightarrow[\text{Na}_2\text{CO}_3]{\text{KMnO}_4} \text{C} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{D} \xrightarrow{\text{1,4-полимеризация}} \text{E}</math></p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow{?} \text{этилбензол} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3} \text{A} \xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2} \text{B} \xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{C} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{D}</math></p>
93	<p>1) 1,2-дибромбутан <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{A} \xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2} \text{B} \xrightarrow{(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}} \text{C} \xrightarrow[\text{HgSO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}} \text{D} \xrightarrow{\text{E}}</math></p> <p>2) пропан <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{A} \xrightarrow[\text{AlBr}_3]{\text{бензол}} \text{B} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3} \text{C} \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{Cl}_2} \text{D} \xrightarrow[140^\circ\text{C}]{\text{HNO}_3 \text{ разб.}} \text{E}</math></p>

Вариант	Схемы превращений
94	<p>1) <math>\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_2-\text{COONa} \xrightarrow[\text{сплавление}]{\text{NaOH}}</math> A <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{H}_2\text{O}}</math> D <math>\xrightarrow[t]{\text{Al}_2\text{O}_3}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{этилен}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> B <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> C <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> E</p>
95	<p>1) 2,3-дибромпентан <math>\xrightarrow{\text{Zn}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{Na}_2\text{CO}_3]{\text{KMnO}_4}</math> B <math>\xrightarrow[t]{\text{Al}_2\text{O}_3}</math> C <math>\begin{cases} \xrightarrow{\text{HBr}} \text{D} \\ \xrightarrow[2. \text{H}_2\text{O/Zn}]{1. \text{O}_3} \text{E} \end{cases}</math></p> <p>2) пропан <math>\xrightarrow{?}</math> 2-бромпропан <math>\xrightarrow[\text{AlBr}_3]{\text{C}_6\text{H}_6}</math> A <math>\xrightarrow[t]{\text{H}_2\text{SO}_4}</math> B <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> C <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}</math> E</p>
96	<p>1) 1,2-дибромпентан <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2}</math> B <math>\xrightarrow{\text{CH}_3\text{Cl}}</math> C <math>\begin{cases} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}} \text{D} \\ \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KOH}} \\ \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{E} \end{cases}</math></p> <p>2) <math>\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3 \xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> A <math>\xrightarrow[\text{Na}]{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}}</math> B <math>\begin{cases} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{C} \\ \xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2} \text{D} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{E} \end{cases}</math></p>
97	<p>1) пропан-1-ол <math>\xrightarrow[t]{\text{H}_2\text{SO}_4}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{NH}_3]{\text{NaNH}_2}</math> D <math>\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}}</math> E</p> <p>2) бромбензол <math>\xrightarrow[\text{Na}]{\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}}</math> A <math>\xrightarrow[t]{\text{H}_2\text{SO}_4}</math> B <math>\begin{cases} \xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2} \text{C} \\ \xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2} \text{D} \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{E} \end{cases}</math></p>
98	<p>1) 2-бромпропан <math>\xrightarrow{2\text{Na}}</math> A <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> C <math>\xrightarrow{\text{O}_3}</math> D <math>\xrightarrow[\text{Zn}]{\text{H}_2\text{O}}</math> E</p> <p>2) <math>\text{CH}_4 \xrightarrow{?}</math> <math>\text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{?}</math> <math>\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> A <math>\xrightarrow[\text{AlBr}_3]{\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[h\nu]{3\text{Cl}_2}</math> C</p>

Вариант	Схемы превращений
99	<p>1) <math>\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{A} \xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2} \text{B} \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}} \text{C} \xrightarrow{\text{HBr}} \text{D} \xrightarrow{\text{Na}} \text{E}</math></p> <p>2) <math>\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{A} \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{бензол}} \text{B} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{C} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3} \text{D} \xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2} \text{E}</math></p>
100	<p>1) 1,2-дибром-3-метилпентан <math>\xrightarrow{\text{Zn}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{H}_2\text{O}}</math> B <math>\xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{\text{KMnO}_4}</math> D <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{\text{HBr}}</math> E</p> <p>2) бензол <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{пропен}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{HNO}_3}</math> B <math>\xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{Br}_2}</math> C <math>\xrightarrow[h\nu]{\text{Br}_2}</math> D <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> E</p>

### Рекомендации к решению и оформлению задачи 5

При решении задач такого типа не следует каждую стадию писать отдельным уравнением и давать этой стадии подробную характеристику. Следует вставить в схему вместо А, В, С и т. д. структурную формулу соответствующего органического соединения, являющегося главным продуктом реакции, и дать ему название. Под стрелкой указываются со знаком « $\rightarrow$ » другие продукты, образующиеся на этой стадии. Вместо вопроса, указанного над стрелкой, следует вставить необходимый реагент и условия реакции. Условия реакций, приводимые под стрелками в схемах, должны быть указаны максимально точно, что требует проработки соответствующей темы курса. Например:





Вариант	Соединения Схемы превращения
103	<p>а) п-хлорбензиловый спирт; б) 3-хлорфенол; в) хлоруксусная кислота</p> $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{FeBr}_3]{\text{CH}_3\text{Br}} \text{A} \xrightarrow[h\nu]{\text{Cl}_2} \text{B} \xrightarrow[t]{\text{H}_2\text{O}} \text{C} \xrightarrow[t]{\text{HCl}} \text{D} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^+} \text{E}$
104	<p>а) бензиловый спирт; б) 4-бромфенол; в) 2-бромпропановая кислота</p> $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{B} \xrightarrow[t]{\text{HBr}} \text{C} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{D}$ $\text{C} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{E}$
105	<p>а) 2-метилпропан-1-ол; б) 2-этилфенол; в) пропановая кислота</p> $\text{пропан-2-ол} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \text{A} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}} \text{B} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{C} \xrightarrow[t]{\text{HBr}} \text{D}$ $\text{C} \xrightarrow[150^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{E}$
106	<p>а) этанол; б) фенол; в) бутановая кислота</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 \xrightarrow[h\nu]{2\text{Cl}_2} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{B} \xrightarrow{\text{NaBH}_4} \text{C} \xrightarrow[0^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{D}$ $\text{C} \xrightarrow[t]{\text{HBr}} \text{E}$
107	<p>а) 2-метилпропан-1-ол; б) 3-метоксифенол; в) 3-метилбензойная кислота</p> $\text{C}_2\text{H}_5\text{I} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{A} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{B} \xrightarrow[\text{Ni}]{\text{H}_2} \text{C} \xrightarrow[0^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{D}$ $\text{C} \xrightarrow[t]{\text{HBr}} \text{E}$
108	<p>а) пропан-2-ол; б) 4-метилфенол; в) муравьиная кислота</p> $\text{пропанон} \xrightarrow[\text{Ni}]{\text{H}_2} \text{A} \xrightarrow[150^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow[\text{H}^+]{\text{H}_2\text{O}} \text{C} \xrightarrow[t]{\text{HBr}} \text{D} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{O}^-\text{Na}^+} \text{E}$

Ва- ри- ант	Соединения Схемы превращений
109	<p>а) 2-метилпентан-2-ол; б) 4-метоксифенол; в) 4-метилбензойная кислота</p> <p> пропен <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{}</math> A <math>\xrightarrow[\text{hv}]{\text{Br}_2}</math> B <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HI}}</math> D <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> E</p>
110	<p>а) пропан-1-ол; б) м-этилфенол; в) 3-метилбутановая кислота</p> <p><math>\text{CH}=\text{CH}</math> <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}}</math> B <math>\xrightarrow[\ominus\text{OH}]{2\text{H}_2\text{O}}</math> C <math>\xrightarrow{\text{NaBH}_4}</math> D <math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HBr}}</math> E</p>
111	<p>а) 2-фенилэтан-1-ол; б) 4-нитрофенол; в) 4-нитробензойная кислота</p> <p><math>\text{H}-\text{C}=\text{O}</math>   H</p> <p><math>\xrightarrow{\text{н-C}_3\text{H}_7\text{MgBr}}</math> A <math>\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HBr}}</math> C <math>\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^+}</math> D</p> <p><math>\xrightarrow[\text{H}^+, \text{t}]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}</math> E</p>
112	<p>а) бутан-1-ол; б) 3-бромфенол; в) этановая кислота</p> <p><math>\text{H}-\text{C}=\text{O}</math>   C</p> <p> <math>\xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}}</math> A <math>\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HCl}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> D</p> <p><math>\xrightarrow[\text{H}^+, \text{t}]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}</math> E</p>
113	<p>а) 2-метилбутан-2-ол; б) 3-метил-4-нитрофенол; в) 2-нитробензойная кислота</p> <p>1-бром-1-фенилпропан <math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}}</math> A <math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HCl}}</math> B <math>\xrightarrow[\text{спирт}]{\text{KOH}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{Na}_2\text{CO}_3]{\text{KMnO}_4}</math> D</p> <p><math>\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{t}}</math> E</p>
114	<p>а) 2-метилпропан-2-ол; б) 2-нитрофенол; в) метановая кислота</p> <p>пропен <math>\xrightarrow[\text{H}^+]{\text{H}_2\text{O}}</math> A <math>\xrightarrow{\text{Na}}</math> B <math>\xrightarrow{(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}}</math> C <math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HI}}</math> D</p> <p><math>\xrightarrow[\text{t}]{\text{HCl}}</math> E</p>

Ва- ри- ант	Соединения Схемы превращений
115	а) бензиловый спирт; б) 3-изопропилфенол; в) пропановая кислота 2-метилпропан-1-ол $\xrightarrow[-H_2O]{H_2SO_4, t}$ A $\xrightarrow[-H_2O]{HBr}$ B $\xrightarrow[-H_2O]{NaOH}$ C $\xrightarrow[-t]{HCl}$ D $\xrightarrow[-H_2SO_4]{KMnO_4}$ E
116	а) бутан-2-ол; б) 4-нитрофенол; в) бензойная кислота пропаналь $\xrightarrow{NaBH_4}$ A $\xrightarrow{Na}$ B $\xrightarrow{CH_3I}$ C $\xrightarrow[-t]{HI}$ D $\xrightarrow[-t]{HBr}$ E
117	а) 3-метилпентан-2-ол; б) п-изопропилфенол; в) бутановая кислота $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Br_2}$ A $\xrightarrow[спирт]{KOH}$ B $\xrightarrow[-H^+]{H_2O}$ C $\xrightarrow[-t]{HBr}$ D $\xrightarrow{CH_3O^-Na^+}$ E
118	а) изопропиловый спирт; б) 4-метоксифенол; в) 4-метилбензойная кислота 1,2-дибромпропан $\xrightarrow{Zn}$ A $\xrightarrow[-H^+]{H_2O}$ B $\xrightarrow[-t]{HBr}$ C $\xrightarrow{Na}$ D $\xrightarrow{CH_3CH_2Br}$ E
119	а) 2-метилбутан-1-ол; б) м-хлорфенол; в) дихлоруксусная кислота $H-C \begin{matrix} O \\ // \\ H \end{matrix} \xrightarrow{CH_3MgBr}$ A $\xrightarrow{H_2O}$ B $\xrightarrow[-t]{H^+}$ C $\xrightarrow[-t]{HI}$ D $\xrightarrow[-t]{HBr}$ E
120	а) 3-метилбутан-2-ол; б) 2-метил-4-хлорфенол; в) трихлоруксусная кислота фенилэтаналь $\xrightarrow[Ni]{H_2}$ A $\xrightarrow[-t]{HCl}$ B $\xrightarrow{(CH_3)_2CHO^-Na^+}$ C $\xrightarrow[-t]{HI}$ D $\xrightarrow[-H_2O]{NaOH}$ E

## Рекомендации к решению и оформлению задачи 1

Сначала необходимо дать определение понятия «кислотность» с точки зрения протолитической теории Лоури – Бренстеда и показать взаимосвязь силы кислоты и параметров связи O–H (полярности и энергии диссоциации). Затем расположить в ряд по увеличению кислотных свойств приведенные соединения, изобразив их в виде структурных формул с соответствующими электронными смещениями, и дать краткое объяснение, как электронные смещения влияют на параметры связи O–H (см. [1, с. 97, 100–102] и [2, с. 228–230]). Затем привести уравнения реакций, подтверждающих кислотные свойства каждого из соединений. Далее следуют ответы на остальные вопросы задачи.

### Задача 2

Дайте определение понятия «основность» с точки зрения протолитической теории. Расположите в ряд по увеличению основности приведенные ниже соединения «а», «б» и «в». Ответ обоснуйте с точки зрения электронных смещений. Приведите уравнение реакции соединения «а» с соляной кислотой. Осуществите превращение вещества А в вещество Б.

Таблица 14

Вариант	Соединения
121	а) изобутиламин; б) анилин; в) метилпропиламин А – пропен, Б – пропиламин
122	а) 3-метиланилин; б) <i>втор</i> -бутиламин; в) 4-нитроанилин А – пент-1-ен, Б – (1-метилбутил)-амин
123	а) анилин; б) 4-нитроанилин; в) метиламин А – этан, Б – этиламин
124	а) о-толуидин; б) метилэтиламин; в) этиламин А – бензол, Б – 1,3-диаминобензол
125	а) п-толуидин; б) <i>трет</i> -бутиламин; в) анилин А – 2-метилбутан, Б – (1-метилпропил)-амин
126	а) пропиламин; б) м-толуидин; в) 3-броманилин А – пропан, Б – изопрпиламин

Вариант	Соединения
127	а) 4-этиланилин; б) диэтиламин; в) N-метиланилин А – бутан, Б – <i>втор</i> -бутиламин
128	а) 2-метиланилин; б) метилпропиламин; в) бутиламин А – толуол, Б – п-толуидин
129	а) N-этиланилин; б) метилизопропиламин; в) анилин А – 2-метилпропен, Б – <i>трет</i> -бутиламин
130	а) этиламин; б) 4-метиланилин; в) диметиламин А – бензол, Б – анилин
131	а) N,N-диметиламин; б) анилин; в) <i>втор</i> -пропиламин А – бензол, Б – бензиламин
132	а) диэтиламин; б) бутиламин; в) 3-этиланилин А – пропан, Б – изопропиламин
133	а) дипропиламин; б) (1-метилбутил)-амин; в) анилин А – этилен, Б – этиламин
134	а) 2-нитроанилин; б) 2-этиланилин; в) гексиламин А – пропен, Б – пропиламин
135	а) анилин; б) 4-нитроанилин; в) этилпропиламин А – толуол, Б – п-толуидин
136	а) 2-этиланилин; б) дипропиламин; в) гексиламин А – бут-1-ен, Б – <i>втор</i> -бутиламин
137	а) анилин; б) 2-аминобензальдегид; в) бутиламин А – толуол, Б – 2-метиланилин
138	а) <i>втор</i> -бутиламин; б) 2-аминобензойная кислота; в) анилин А – метилбензол, Б – п-толуидин
139	а) метил <i>трет</i> -бутиламин; б) 3-изопропиланилин; в) бу- тиламин А – бензол, Б – м-диаминобензол
140	а) анилин; б) 4-хлоранилин; в) изопропиламин А – этилбензол, Б – п-этиланилин

### Рекомендации к решению и оформлению задачи 2

Сначала необходимо дать определение понятия «основность» с точки зрения протолитической теории Лоури – Бренстеда; пояснить, чем обусловлена основность аминов и как влияют

соседние группировки на основность аминов (см. [1] с. 315–318] и [2, с. 231–232]). Затем необходимо привести структурные формулы указанных аминов и графически показать электронные смещения в молекулах аминов (М- и I-эффекты), следствием которых является увеличение или уменьшение электронной плотности на атоме азота, после чего следует ряд указанных аминов по увеличению основности и уравнение реакции соединения «а» с HCl. Далее необходимо привести уравнения реакций с обязательным указанием условий превращения вещества А в вещество Б.

### Задача 3

1. Напишите уравнения реакций соединения «а» со следующими реагентами: А) цианистоводородной кислотой; Б) натрия гидросульфитом; В) метилмагниййодидом; Г) этанолом; Д) гидроксиламином; Е) гидразином; Ж) боргидридом натрия. Назовите продукты.

2. Приведите механизм реакции «а» с реагентом А. Какой катализатор и почему необходим в данной реакции?

3. Сравните реакционную способность соединений «а» и «б» в реакциях нуклеофильного присоединения. Ответ обоснуйте с позиций электронных и пространственных факторов.

4. Какая реакция альдольной конденсации или окисления-восстановления (Канницаро) возможна для соединения «а»? Напишите соответствующее уравнение реакции.

Таблица 15

Вариант	Соединения	
	а	б
141	этаналь	бензальдегид
142	диметилкетон	дифенилкетон
143	пропаналь	метилэтилкетон
144	метаналь	пентан-2-он
145	бутаналь	диэтилкетон
146	бензальдегид	фенилуксусный альдегид
147	3-метилбензальдегид	3-фенилпропаналь
148	бутанон	дипрет-бутилкетон

Вариант	а	б
149	2,2-диметилпропаналь	2,4-диметилпентан-2-он
150	2-хлорбензальдегид	бензальдегид
151	триметилуксусный альдегид	дипрет-бутилкетон
152	гексан-2-он	гексаналь
153	формальдегид	2-метилбутаналь
154	этилуксусный альдегид	диэтилкетон
155	2-фенилэтаналь	метилфенилкетон
156	диметилэтилуксусный альдегид	меганаль
157	ацетон	метилфенилкетон
158	уксусный альдегид	4-метоксibenзальдегид
159	3-метилпентаналь	метилбутилкетон
160	2-метилбензальдегид	этилфенилкетон

## Задача 4

1. Дайте определение реакции ацилирования. Напишите уравнения реакций получения из кислоты А ее функциональных производных: а) натриевой соли; б) хлорангидрида; в) амида; г) ангидрида; д) сложного эфира (реакцией этерификации).

2. Расположите полученные соединения «а–д» в ряд по увеличению их активности в реакции ацилирования. Используя наиболее сильное ацилирующее средство, напишите уравнение реакции ацилирования соединения Б и приведите ее механизм.

Таблица 16

Вариант	Кислота А	Соединение Б
161	пропановая кислота	этиламин
162	2-метилпропановая кислота	анилин
163	бутановая кислота	вода
164	3-метилбутановая кислота	этанонат натрия
165	бензойная кислота	аммиак
166	4-нитробензойная кислота	изопропиловый спирт
167	3-бромбензойная кислота	изопропиламин

Вариант	а	б
168	2-метилбензойная кислота	этиловый спирт
169	хлоруксусная кислота	фенолят натрия
170	триметилуксусная кислота	2-метиланилин
171	уксусная кислота	ацетат натрия
172	муравьиная кислота	метиламин
173	2-метилбутановая кислота	вода
174	бензойная кислота	бензоат натрия
175	3-нитробензойная кислота	бутанол-2
176	диметилуксусная кислота	гидроксид натрия
177	пропановая кислота	пропаноат калия
178	уксусная кислота	метилат натрия
179	2-хлорбензойная кислота	анилин
180	пентановая кислота	фенолят натрия

### Задача 5

181. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) нерастворимо в воде, растворимо в кислотах; 2) ацилируется; 3) не выделяет азот при действии азотистой кислоты; 4) бромруется бромом в уксусной кислоте: а) триэтиламин; б) диэтиламин; в) N-метиланилин; г) фенилнитрометан. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

182. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) нерастворимо в воде, растворимо в кислотах; 2) ацилируется; 3) при действии азотистой кислоты образует соль диазония; 4) бромруется бромом в уксусной кислоте: а) 4-этиланилин; б) N,N-диметиланилин; в) изопропиламин; г) бензиламин. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

183. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) нерастворимо в воде, растворимо в водном растворе гидроксида натрия; 2) дает качественную пробу с азотистой кислотой; 3) восстанавливается в изобутиламин: а) 2-метил-2-нитропропан;

б) 2-метил-1-нитропропан; в) 2-нитробутан; г) метилнитрофенилметан. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

184. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) обесцвечивает бромную воду и реактив Вагнера; 2) реагирует с раствором соды с выделением  $\text{CO}_2$ ; 3) при окислении образует бензолдикарбоновую кислоту с согласованной ориентацией заместителей в  $S_E$ -реакциях: а) 2-карбоксифенилэтилен; б) 3-карбоксифенилэтилен; в) 3-метилфенилэтилен; г) 3-фенилпропановая кислота. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

185. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) обесцвечивает бромную воду; 2) образует осадок с аммиачным раствором оксида серебра; 3) реагирует с раствором гидрокарбоната натрия с выделением  $\text{CO}_2$ ; 4) при окислении образует бензол-1,4-дикарбоновую кислоту: а) 3-фенилпроп-2-иновая кислота; б) 3-(4-метилфенил)-проп-2-иновая кислота; в) 4-карбоксифенилацетилен; г) 2-метилфенилацетилен. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

186. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода; 2) растворяется в холодной концентрированной серной кислоте; 3) при окислении образует кетон; 4) при дегидратации образует алкен, при жестком окислении которого получается смесь ацетона и пропановой кислоты: а) пентан-2-ол; б) 2-метилпентан-3-ол; в) 3-метилпентан-3-ол; г) 2-метилпентан-1-ол. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

187. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода; 2) растворяется в холодной концентрированной серной кислоте; 3) при окислении образует карбонильное соединение, дающее реакцию серебряного зеркала; 4) при дегидратации образует алкен, одним из продуктов окисления которого является бутановая кислота: а) 2,3-диметилбутанол-2; б) 3-метилбутанол-1; в) пентанол-1; г) пентанол-2. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

188. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) растворяется в водном растворе гидроксида натрия; 2) с раствором хлорного железа (III) дает фиолетовое окрашивание; 3) метилируется диметилсульфатом в щелочной среде; 4) при реакции с бромной водой в бензольное кольцо вводится три атома брома: а) бензиловый спирт; б) 3-метилфенол; в) 4-метилфенол; г) 2-метилфенол. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

189. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) обесцвечивает бромную воду; 2) с гидросиламином образует оксим; 3) дает реакцию серебряного зеркала; 4) при жестком окислении хромовой смесью образует метилэтилкетон и щавелевую кислоту: а) гексаналь; б) 4-метилгекс-2-еналь; в) 3-метилгекс-2-еналь; г) 3-метилпентан-2-он. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

190. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) с гидросиламином образует оксим; 2) реагирует с натрия гидросульфитом; 3) дает реакцию серебряного зеркала; 4) при окислении хромовой смесью дает ароматическое соединение с согласованной ориентацией заместителей в  $S_E$ -реакциях: а) метилфенилкетон; б) 2-метилбензальдегид; в) 3-этилбензальдегид; г) 3-метилпентаналь. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

191. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) обесцвечивает бромную воду; 2) дает производное с гидразином; 3) восстанавливает жидкость Фелинга (раствор  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ); 4) при окислении хромовой смесью образуются бензойная и щавелевая кислоты: а) бут-2-еналь; б) фенилэтилен; в) 3-фенилпроп-2-еналь (коричный альдегид); г) 4-фенилбут-3-ен-2-он. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

192. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) протонируется в холодной концентрированной серной кислоте; 2) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода; 3) растворяет в щелочной среде  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  с образованием

темно-синего раствора; 4) при окислении иодной кислотой образует только пропаналь: а) гексан-1,5-диол; б) 2,3-диметилбутан-2,3-диол; в) гексан-3,4-диол; г) пропан-1-ол. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

193. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода; 2) не дает качественной реакции с хлорным железом; 3) растворяется в холодной концентрированной серной кислоте; 4) легко дегидратируется с образованием арилалкена: а) 4-этилфенол; б) 1-фенилэтан-1-ол; в) 3-метилбутан-2-ол; г) 4-метоксибензиловый спирт. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

194. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) растворяется в водном растворе гидроксида натрия; 2) дает с раствором хлорного железа фиолетовое окрашивание; 3) метилируется диметилсульфатом в щелочной среде; 4) при окислении продукта метилирования образуется соединение с согласованной ориентацией заместителей в  $S_E$ -реакциях: а) 4-метилфенол; б) 3-метилфенол; в) 4-метилбензиловый спирт; г) 2-этилбензиловый спирт. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

195. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) растворяется в водном растворе гидрокарбоната натрия с выделением  $CO_2$ ; 2) диазотируется (при действии азотистой кислоты образует соль диазония); 3) реагирует с соляной кислотой с образованием соли; 4) при бромировании бромом в уксусной кислоте в бензольное кольцо входит три атома брома: а) 2-аминобензойная кислота; б) 3-этиланилин; в) 3-аминобензойная кислота; г) 3-карбокси-N-метиланилин. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

196. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) с натрия гидросульфитом образует осадок; 2) дает реакцию серебряного зеркала; 3) растворяется в водном растворе гидрокарбоната натрия с выделением  $CO_2$ ; 4) при окислении хромовой смесью образует изомер бензолдикарбоновой кислоты с согласованной ориентацией заместителей в  $S_E$ -реакциях: а) 3-метилбензойная

кислота; б) фенилуксусный альдегид; в) 3-карбоксивензойный альдегид; г) 2-карбоксивензойный альдегид. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

197. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) обесцвечивает бромную воду; 2) образует с аммиаком соли; 3) растворяется в водном растворе гидрокарбоната натрия с выделением  $\text{CO}_2$ ; 4) при окислении хромовой смесью образуются малоновая кислота (пропан-1,3-диовая кислота) и метилэтилкетон: а) гексен-3-овая кислота; б) 4-метилгексен-3-овая кислота; в) 4-метилгексановая кислота; г) 3-метилпентановая кислота. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

198. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) образует соли с соляной кислотой; 2) ацилируется; 3) при действии азотистой кислоты образует соль диазония; 4) при действии брома в уксусной кислоте в бензольное кольцо входит только один атом брома: а) ацетанилид; б) 2,4-диметиланилин; в) 2-этиланилин; г) N-метил-N-п-толиламин. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

199. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода; 2) протонируется в холодной концентрированной серной кислоте; 3) вступает в реакцию этерификации; 4) при межмолекулярной дегидратации образуется диизопропиловый эфир: а) 2-метилпропановая кислота; б) пропанол-2; в) пропанол-1; г) 2-метилпропанол-1. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

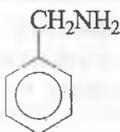
200. Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию:

1) протонируется в холодной концентрированной серной кислоте; 2) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода; 3) растворяет в щелочной среде  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  с образованием темно-синего раствора; 4) при окислении иодной кислотой образует ацетон и уксусный альдегид: а) 2-метилбутан-2-ол; б) 2-метилбутан-1,3-диол; в) 2-метилбутан-2,3-диол; г) пентан-2,3-диол. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

## Рекомендации к решению и оформлению задачи 5

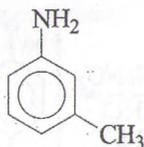
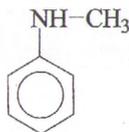
**Пример задачи.** Какое из указанных ниже соединений (а–г) отвечает описанию: 1) образует соли с минеральными кислотами; 2) дает изонитрильную реакцию; 3) диазотируется (при действии азотистой кислоты образует соль диазония); 4) с бромной водой дает осадок дибромпроизводного: а) бензиламин; б) 4-метиланилин; в) метилфениламин; г) 3-метиланилин. Приведите ход рассуждений и уравнения реакций, упомянутых в задаче.

Прежде всего, необходимо написать структурные формулы соединений «а–г» и определить, к какому классу относится каждое из них:



а) бензиламин – первичный алифатический амин,  $\text{NH}_2$ -группа связана с боковой цепью бензольного кольца

б) 4-метиланилин – первичный ароматический амин



в) метилфениламин – вторичный жирноароматический амин

г) 3-метиланилин – первичный ароматический амин

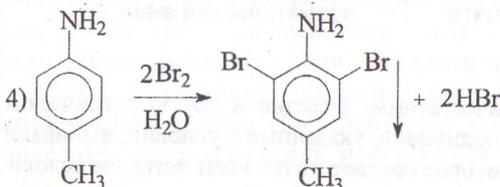
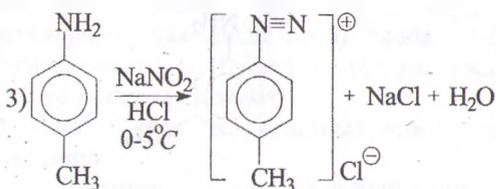
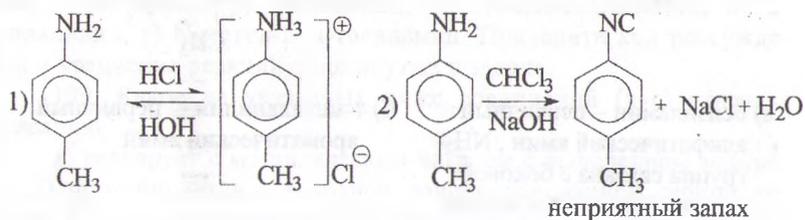
Затем, анализируя качественные реакции и другие химические свойства данных классов соединений, указанные в условии, выбирают из соединений «а–г» то, которое соответствует всем четырем условиям. Ход рассуждений оформляют в виде табл. 17.

Таблица 17

Экспериментальный факт	Вывод о присутствующих в соединении структурных фрагментах
1) Образует соли с минеральными кислотами	обладает основностью, амин
2) Дает изонитрильную реакцию	первичный амин
3) Диазотируется	первичный ароматический амин
4) С бромной водой дает осадок дибромпроизводного	ароматический амин, в котором занято одно о- либо п-положение по отношению к NH <sub>2</sub> -группе

Отвечает описанию соединение «б» – 4-метиланилин.

Далее для выбранного соединения приводятся уравнения реакций, указанных в задаче, подтверждающих его строение.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Щербина А. Э., Матусевич Л. Г., Сенько И. В., Звонок А. М. Органическая химия. Реакционная способность основных классов органических соединений. – Мн.: БГТУ, 2000. – 612 с.
2. Щербина А. Э., Матусевич Л. Г., Сенько И. В. Органическая химия: Задачи и упражнения. – Мн.: БГТУ, 2003. – 624 с.
3. Артеменко А. И. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 2002. – 560 с.
4. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Т. Органическая химия. – СПб.: Иван Федоров, 2002. – 622 с.
6. Погапов В. М., Татаринчик С. Н. Органическая химия. – М.: Химия, 1989. – 488 с.
7. Нечаев А. П., Еременко Т. В. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1985. – 464 с.
8. Звонак А. М., Кузьмянок Т. С., Селівёрстава Т. С. Даведачныя матэрыялы да курса «Арганічная хімія» (Асноўныя паняцці і тэрміны). – Мн.: БДТУ, 1995. – 37 с.
9. Кушнер М. А., Алексеев А. Д. Органическая химия: Лаб. практикум для студентов заочного обучения специальностей 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств», 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 05 «Химическая технология переработки древесины», 1-48 02 01 «Биотехнология», 1-54 01 03 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции», 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». – Мн.: БГТУ, 2004. – 86 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания.....	3
Программа дисциплины.....	9
Теоретические представления в органической химии.....	9
Углеводороды.....	11
Функциональные производные углеводов.....	14
Указания к выполнению контрольных работ.....	21
Контрольные работы.....	23
Контрольная работа № 1.....	23
Задача 1.....	23
Рекомендации к решению и оформлению задачи 1.....	25
Задача 2.....	26
Задача 3.....	28
Рекомендации к решению и оформлению задачи 3.....	30
Задача 4.....	31
Задача 5.....	33
Рекомендации к решению и оформлению задачи 5.....	37
Контрольная работа № 2.....	38
Задача 1.....	38
Рекомендации к решению и оформлению задачи 1.....	42
Задача 2.....	42
Рекомендации к решению и оформлению задачи 2.....	43
Задача 3.....	44
Задача 4.....	45
Задача 5.....	46
Рекомендации к решению и оформлению задачи 5.....	51
Литература.....	53

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Составители:

**Сенько Инга Викторовна**  
**Селиверстова Тамара Семеновна**

Редактор Р. М. Рябая

Подписано в печать 10.05.2006. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 3,3. Уч.-изд. л. 3,2.

Тираж 150 экз. Заказ *240*.

Учреждение образования

«Белорусский государственный технологический университет».

220050. Минск, Свердлова, 13а.

ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».

220050. Минск, Свердлова, 13.

ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.