

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Смирнов Сергей Николаевич

Должность: врио ректора

Дата подписания: 16.09.2022 15:38:35

Уникальный программный ключ:

69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## Физическая органическая химия

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Перспективные материалы: синтез и анализ

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Ворончихина Л.И. \_\_\_\_\_

Тверь, 2021

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины:**

**Цель** освоения курса заключается в изучении студентами вопросов строения и реакционной способности органических соединений и формирование у них целостного представления о проблемах теоретической органической химии.

Основные задачи курса заключаются в углубленном освоении студентами понятийного аппарата, базовых положений и понятий теоретической органической химии, закреплении навыков поиска, анализа и обобщения научных данных и формировании представлений о направлениях развития современной теоретической органической химии.

Изучение дисциплины предполагает предшествующее успешное освоение соответствующих дисциплин базовой и специализированной подготовки. Курс опирается на базовые знания, полученные в ходе изучения органической химии и физической химии. Однако основная часть материала, касающихся природы химической связи, структуры органических соединений и некоторых проблем реакционной способности происходит более детально и глубоко. Чтение данного курса предусмотрено для формирования у студентов умения свободно владеть вопросами, связанными с изучением структуры органических соединений, связи между строением и реакционной способностью, механизмов органических реакций.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Физическая органическая химия» входит в Элективные дисциплины 3 Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Курс опирается на такие ранее изученные дисциплины, такие как неорганическая химия, органическая химия, аналитическая химия, физическая химия. Знания и навыки, полученные студентами в результате изучения дисциплины, необходимы для формирования ее связи с другими дисциплинами. Изучение данного курса благоприятствует успешному изучению последующих дисциплин.

### **3. Объем дисциплины: 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции 22 часа, лабораторные работы - 44 часа;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы – 40 часов;

**самостоятельная работа:** 47 часов, контроль – 27 часов.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР  ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР  ПК-1.3 Готовит объекты исследования
ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)  ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**  
экзамен в 8-м семестре.

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции	Лабораторные работы (оставить нужное)	Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	

<b>Тема 1. Введение.</b> Проблема химической связи. Основы волновой механики. Молекулярные орбитали. Состояние связей у углерода. Особенности сопряженных связей.		2		4	10
<b>Тема 2. Распределение электронной плотности в органических молекулах</b> Строение и реакционная способность. Индуктивный эффект. Мезомерный эффект. Ароматическое состояние. О сверхсопряжении. Количественный анализ. Корреляционные уравнения. Индукционные константы заместителей. Электрофильные ( $\sigma^+$ ) и нуклеофильные ( $\sigma^-$ ) константы заместителей.		4	10	8	15
<b>Тема 3. Общие данные о протекании органических реакций</b> Классификация реакций и реагентов. Кинетика реакций. Теория переходного состояния. Кинетические изотопные эффекты. Элементарные акты реакции.		4	12	8	15
<b>Тема 4. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода</b> Мономолекулярное замещение. Бимолекулярное замещение. Влияние растворителя на ход реакции. Многоцентровые механизмы. Влияние нуклеофила. Эффекты соседних групп.		6	12	10	20
<b>Тема 5. Радикальные реакции</b> Получение и обнаружение свободных радикалов. Теория свободных радикалов. Типы реакций. Радикальное замещение. Радикальные реакции присоединения. Радикальная цепная полимеризация.		6	10	10	14
<b>ИТОГО</b>		<b>22</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>74</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>Тема 1. Введение.</b>	Лекция	Традиционные (фронтальная лекция)
<b>Тема 2. Распределение электронной плотности в органических молекулах</b>	Лекция Лабораторная работа	Традиционные (фронтальная лекция) Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 3. Общие данные о протекании органических реакций</b>	Лекция Лабораторная работа	Традиционные (фронтальная лекция) Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 4. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода</b>	Лекция Лабораторная работа	Традиционные (фронтальная лекция) Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 5. Радикальные реакции</b>	Лекция Лабораторная работа	Традиционные (фронтальная лекция) Технология проблемного обучения Групповая работа

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

##### 1. Материалы для проведения текущей аттестации

#### Вопросы для самопроверки и повторения

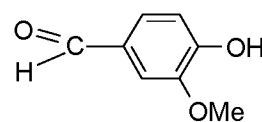
##### Тема 1. Введение

1. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов в молекуле, изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в бутадиене -1,3.
2. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и кислорода, изобразите графически электронное строение фурана. Сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?

3. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в бутадиене -1,2.
4. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и серы, графически изобразите электронное строение тиофена. Сколько и какие электроны образуют сопряженную  $\pi$ -систему.
5. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в антраcene. Чему равно  $n$  и сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?
6. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и азота, графически изобразите схему электронного строения пиримидина.
7. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атома углерода, изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в фенантрене. Чему равно  $n$  и сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?
8. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и азота, графически изобразите схему электронного строения имидазола.

## Тема 2. Распределение электронной плотности в органических молекулах

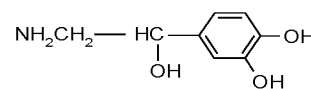
2. Электронодонорное или электроноакцепторное влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле:



3. Какое соединение является более сильным основанием: 2,4,6-тринитроанилин или 2,4,6-тринитро-N,N-диметиланилин.

4. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие:  $m\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $n\text{-COCH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ .

5. Какое влияние - электронодонорное или электроноакцепторное — оказывают функциональные группы в молекуле норадреналина:



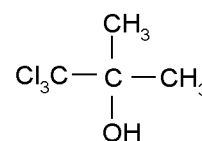
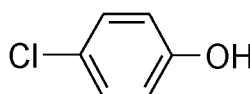
6. Определите, какое из соединений в каждой паре имеет больший дипольный момент. В какой паре соединений I-II или III-IV больше разность дипольных моментов?

7. а) Анилин (I) – 2,4,6-триметиланилин (II);

8. б) N,N-Диметиланилин (III) – 2,4,6-триметил-N,N-диметиланилин (IV).

9. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие:  $n\text{-CONH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m\text{-FC}_6\text{H}_4\text{F}$ .

10. Какие электронные эффекты проявляют одинаковые функциональные группы в соединениях:



11. Расположите в ряд в порядке уменьшения полярности связи C=O следующие соединения: трифторацетон, хлорацетон, гексафторацетон, ацетон.

12. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие:  $n\text{-NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m\text{-HC}\equiv\text{C-C}_6\text{H}_4\text{F}$ .

13. Электронодонорное или электроноакцепторное характер проявляют аминогруппа и карбоксильная группа в соединениях:  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  и  $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$ .
14. Расположите в порядке возрастания констант диссоциации следующие кислоты: цианоуксусную,  $\beta$ -цианопропионовую,  $\alpha$ -цианопропионовую. Будут ли эти кислоты сильнее уксусной.
15. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразить одни предельные структуры в другие:  $p$ - $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m$ - $\text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ .
16. Определите виды гибридизации атомов углерода в молекуле пентен-3-ина-1 и расположите атомы в ряд по уменьшению электротрицательности.

### Тема 3. Общие данные о протекании органических реакций

1. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атома углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в молекуле пропена.
2. Определите вид сопряжения в молекуле простейшего непредельного альдегида –пропеналя – акролеина - и схематически изобразите перекрывание  $p$ -орбиталей в сопряженной системе.
3. Многие природные соединения, используемые в фармации, являются производными фенантрена. Определите, является ли фенантрен ароматическим соединением.
4. Изобразить схематически перекрывание  $p$ -орбиталей сопряженной системы в молекуле кротоновой ((E)-бутен-2-вой) кислоты, содержащейся в кротоновом масле).
5. Покажите графически, как распределена электронная плотность в молекуле кротоновой ((E)-бутен-2-вой) кислоты. Укажите виды



сопряжения и сравните электроотрицательность атомов в сопряженном фрагменте.

### **Примерные варианты контрольных работ**

#### Контрольная работа № 1 *Классификация, номенклатура и структурная изомерия*

##### **Билет № ...**

1. Приведите все структурные изомеры ациклических соединений состава  $C_3H_8O$  и назовите их по заместительной номенклатуре и радикало-функциональной номенклатуре. К каким классам относятся эти соединения? Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.
2. Приведите структурную формулу 2-амино-3-{4-[бис(2-хлорэтил)амино] фенил} пропановая кислота.

#### Контрольная работа № 2 *Пространственное строение и стереоизомерия*

##### **Билет № ...**

1. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов в молекуле, изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в бутадиене -1,3.
2. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атомов углерода и кислорода, изобразите графически электронное строение фурана. Сколько электронов образуют сопряженную  $\pi$ -систему?

#### Контрольная работа № 3 *Взаимное влияние атомов в молекуле*

##### **Билет № ...**

1. Электронодонорное (ЭД) или электроноакцепторное (ЭА) влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле 3-метилокси- 4-гидроксибензойной кислоты?

2. С помощью набора резонансных структур изобразите влияние заместителей в следующих соединениях: *n*-хлорбензальдегид, акрилонитрил, салицилловая кислота.

Контрольная работа № 4 *Кислотность и основность органических соединений*

**Билет № ...**

1. При нагревании смеси диэтилового эфира и диэтилсульфида с бромоводородной кислотой расщеплению подвергается более основное соединение. Определите его.
2. Расположите в порядке уменьшения кислотных свойств, следующие кислоты: 1) гликолевую, 2) уксусную, 3) молочную, 4) масляную, 5)  $\beta$ -оксипропионовую.
3. Расположите приведенные ниже соединения в порядке уменьшения основных свойств: 1) анилин, 2) ацетанилид, 3) бензиламин, 4) *n*-аминофенол.

**2. Материалы для проведения промежуточной аттестации**

<b>Результат (индикатор)</b>	<b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков</b>	<b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b>
<b>ПК-1.1</b>	<p>1. Какие факторы сказываются на силе <i>n</i>-этилбензойной кислоты по сравнению с бензойной.</p> <p>2. Какое соединение является более сильным основанием: 2,4,6-тринитроанилин или 2,4,6-тринитро-N,N-диметиланилин.</p>	<p>Ответ правильный с объяснением и примерами – 3 балла (отлично)</p> <p>Ответ верный без примеров – 2 балла (хорошо)</p> <p>Ответ верный без объяснений – 1 балл (удовлетворительно)</p>

ПК-1.2	<p>1. Расположите в ряд в порядке уменьшения полярности связи C=O следующие соединения: трифторацетон, хлорацетон, гексафторацетон, ацетон.</p> <p>Определите виды гибридизации атомов углерода в молекуле пентен-3-ина-1 и расположите атомы в ряд по уменьшению электротрицательности.</p>	<p>Ответ правильный с объяснением и примерами – 3 балла (отлично)</p> <p>Ответ верный без примеров – 2 балла (хорошо)</p> <p>Ответ верный без объяснений – 1 балл (удовлетворительно)</p>
ПК-1.3	<p>1. Расположите в порядке возрастания констант диссоциации следующие кислоты: цианоуксусную, <math>\beta</math>-цианопропионовую, <math>\alpha</math>-цианопропионовую. Будут ли эти кислоты сильнее уксусной.</p> <p>2. Подобрать посуду для синтеза тетрафенилфосфат бромида</p>	<p>Ответ правильный с объяснением и примерами – 3 балла (отлично)</p> <p>Ответ верный без примеров – 2 балла (хорошо)</p> <p>Ответ верный без объяснений – 1 балл (удовлетворительно)</p>
ПК-2.1	<p>1. Какие факторы сказываются на силе <i>n</i>-этилбензойной кислоты по сравнению с бензойной.</p> <p>2. Какое соединение является более сильным основанием: 2,4,6-тринитроанилин или 2,4,6-тринитро-N,N-диметиланилин.</p>	<p>Ответ правильный с объяснением и примерами – 3 балла (отлично)</p> <p>Ответ верный без примеров – 2 балла (хорошо)</p> <p>Ответ верный без объяснений – 1 балл (удовлетворительно)</p>
ПК-2.2	<p>1. Основные хромофору в УФ-спектроскопии.</p> <p>2. Расположите в порядке уменьшения кислотных свойств следующие кислоты: гликолевую, уксусную, молочную, цианоуксусную.</p>	<p>Ответ правильный с объяснением и примерами – 3 балла (отлично)</p> <p>Ответ верный без примеров – 2 балла (хорошо)</p>

		<p>Ответ верный без объяснений – 1 балл (удовлетворительно)</p>
--	--	---

## РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ

### 1 модуль:

Сравнительная характеристика различных видов молекулярной спектроскопии. Общие сведения о спектрах. Инфракрасная спектроскопия. Новые возможности в исследовании органических соединений: фотоэлектронная и рентгеноэлектронная спектроскопии. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Основы метода ЯМР. Химический сдвиг и его измерение. Использование химических сдвигов в структурном анализе. Спин-спиновое взаимодействие.

Решение задач – 10 баллов

Контрольная работа – 10 баллов

Тестовый контроль – 10 баллов

*I контрольная точка – 30 баллов.*

### 2 модуль

Электронные спектры органических молекул. Классификация электронных переходов. Термины и обозначения в электронной спектроскопии. Эмпирические правила. Электронный парамагнитный резонанс. Рефрактометрические методы. Комплексная оценка структуры молекул по спектральным данным. Масс-спектроскопия. Молекулярная масса и определение молекулярной формулы. Масс-спектрометрический распад. Происхождение и интерпретация масс-спектров.

Тестовый контроль – 10 баллов

Работа со спектрами – 10 баллов

Индивидуальные задания – 10 баллов

*II контрольная точка – 30 баллов.*

Экзамен – 40 баллов

**Всего:** 100 баллов

### **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### 1) Литература

#### **а) Основная литература:**

1. Ким А.М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.М. Ким. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 844 с. — 978-5-379-02004-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65281.html>

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Орлова А.М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Орлова; А.М. Орлова. - Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. - 230 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48034.html>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Ин-тернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.xumuk.ru/>

2. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>

3. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html)

4. <http://elibrary.ru/>

5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>

6. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины** **Примерный перечень тем курсовых работ**

1. Деструктурные теории органической химии
2. Теория химического строения А.М. Бутлерова
3. Типы химических связей
4. Характерные свойства ковалентной связи
5. Ароматические связи
6. Соединения без химической связи
7. Развитие представлений о взаимном влиянии атомов
8. Сопряженные связи
9. Стереохимия органических соединений
- 10.Ион-дипольные и диполь-дипольные взаимодействия
- 11.Свойства ковалентных связей
- 12.Учение о химической связи (в развитии)
- 13.Симметрия и химическая связь
- 14.Свойства сопряженных ароматических связей
- 15.Резонанс в органической химии

16. Семиполярная связь. Особенности молекул

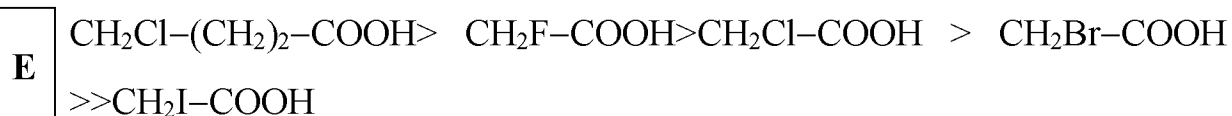
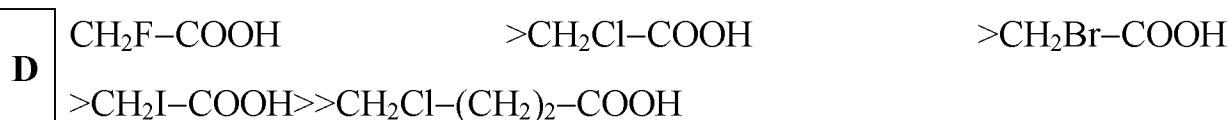
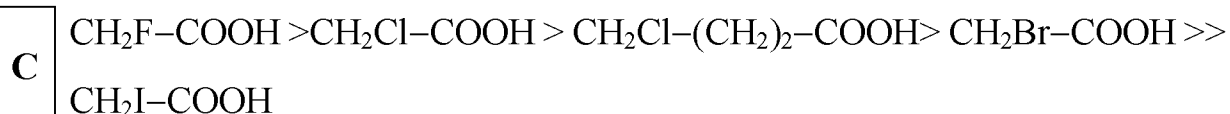
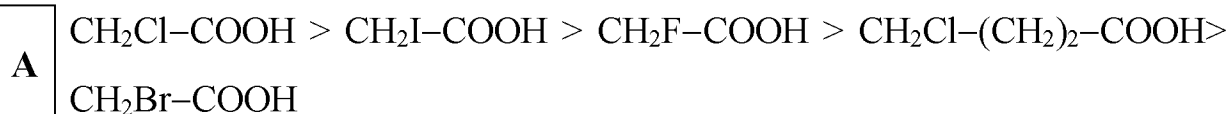
17. Полярность. Поляризуемость молекул

18. Способы образования химической связи

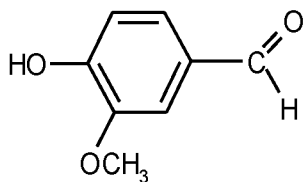
### Экзаменационные тестовые задания

Инструкция к вопросам 1-5: За вопросом или незаконченным утверждением следует пять или более ответов. Выберите один наиболее правильный ответ.

1. Расположите следующие кислоты – бромуксусная, йодуксусная, хлоруксусная, фтруксусная и  $\gamma$ -хлормасляная - в порядке убывания значений индуктивного эффекта:



2. Электронодонорное (ЭД) или электроноакцепторное (ЭА) влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле ванилина (3-метилокси-4-гидроксибензальдегид)?



**A** OH – ЭА; CH<sub>3</sub>O – ЭД; CHO – ЭД

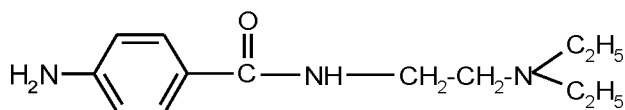
**B** OH – ЭД; CH<sub>3</sub>O – ЭД; CHO – ЭА

**C** OH – ЭД; CH<sub>3</sub>O – ЭА; CHO – ЭД

**D** OH – ЭД; CH<sub>3</sub>O – ЭА; CHO – ЭА

**E** OH – ЭА; CH<sub>3</sub>O – ЭА; CHO – ЭА

3. 2-(Диэтиламино)этиламид*n*-аминобензойной кислоты применяется в медицинской практике в



виде гидрохлорида под названием

новокаинамид.

Определите место протонирования в исходной молекуле.

**A** Только атом кислорода

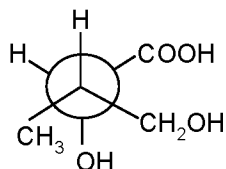
**B** Только три атома азота

**C** Атом кислорода и атом азота в незамещенной аминогруппе

**D** Атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе и атом азота в монозамещенной аминогруппе

**E** Атом кислорода, атом азота в незамещенной аминогруппе, атом азота в монозамещенной аминогруппе и атом азота в дизамещенной аминогруппе

4. Назовите изображенное в виде проекционной формулы Ньюмена следующее соединение по заместительной номенклатуре IUPAC



**A** 1-карбоксит-2-метилпропандиол-1,3

**B** 3-метилбутандиол-2,4-овая кислота

**C** 2,4-дигидрокси-3-метилбутановая кислота

**D** 1-карбоксит-1,3-дигидрокси-2-метилпропан

**E** 3-метил-2,4-дигидроксибутановая кислота

5. Какое количество изомеров существует для ациклических соединений состава  $C_4H_{10}O$ .

**A** 4

**B** 5

**C** 6

**D** 7

**E** 8

Инструкция к вопросам 6-10: Вставьте пропущенное слово.

6. Способность атомов в молекуле притягивать валентные \_\_\_\_\_, связывающие его с другими атомами, называют \_\_\_\_\_.
7. Ковалентная связь это химическая связь, образованная за счет \_\_\_\_\_ электронов \_\_\_\_\_ связываемых \_\_\_\_\_.
8. Ковалентная связь, образуемая за счет \_\_\_\_\_ пары одного атома и вакантной орбитали другого, называется \_\_\_\_\_.
9.  $\sigma$ -Связь – это связь, образованная при осевом перекрывании атомных орбиталей с расположением максимума \_\_\_\_\_ на прямой, соединяющей \_\_\_\_\_ связываемых атомов.



10. Часть пространства, в котором вероятность нахождения электрона \_\_\_\_\_, называется \_\_\_\_\_ орбиталью.

Инструкция к вопросам 11-22: За перечнем пронумерованных цифрами вопросов (формул, рисунков и т.п.) следует список ответов, обозначенных буквами. Для каждого вопроса (формулы, рисунка и т.п.) надо подобрать соответствующий ответ, обозначенный буквенным индексом. Каждый ответ может быть использован один раз, несколько раз или не использован совсем.

Укажите, какие типы связи имеются в следующих соединениях:

11.  $\text{CH}_3\text{-CH}_3$   **A** Ковалентная неполярная

12.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$   **B** Ковалентная полярная

13.  $\text{NH}_4\text{Cl}$   **C** Семиполярная

14.  $[(\text{CH}_3)_3\text{N}]\text{Br}$   **D** Ионная

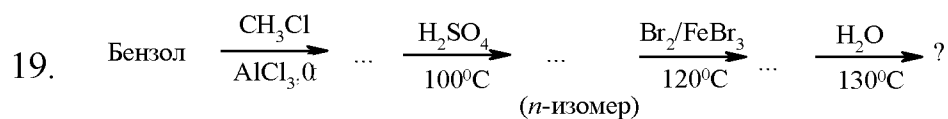
15.  $\text{CH}_3\text{NO}_2$   **E** Донорно-акцепторная

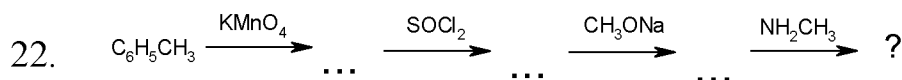
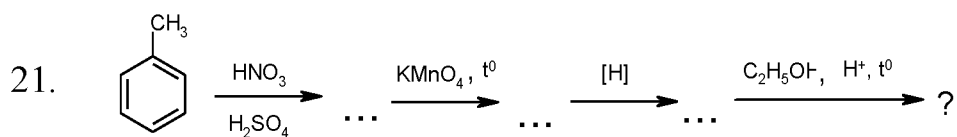
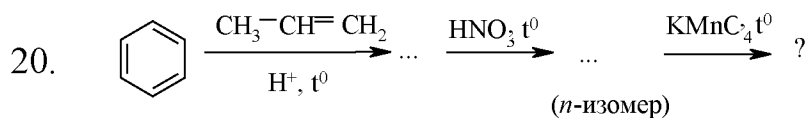
16.  $\text{CH}_3\text{OH}$

17.  $\text{HNO}_3$

18.  $\text{N}_2\text{O}_4$

Какие продукты образуются в результате представленных последовательных реакций?





<b>A</b>	4-Гидроксибензолсульфокислота
<b>B</b>	N-Метиламид бензойной кислоты
<b>C</b>	3-Гидрокси- <i>n</i> -толуолсульфокислота
<b>D</b>	Этиловый эфир <i>n</i> -аминобензойной кислоты
<b>E</b>	<i>n</i> -Нитробензойная кислота

### Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является необходимой и важной частью учебной деятельности студента по изучаемой дисциплине и включает:

- поиск и систематизация литературных данных по изучаемой теме (конспект, реферат, базы данных научно-образовательных порталов);
- изучение теоретического материала по учебнику при подготовке к контрольным и практическим работам (конспекты);
- решение задач и упражнений по изучаемым разделам (письменный отчет).

Особое внимание следует уделять овладению основными теоретическими понятиями, законами, методами, правилами и т.д. Для этого необходимо работать систематически, не пропускать лекционные и практические занятия, тщательно прорабатывать теоретический материал по

учебнику, не оставлять невыясненными трудные вопросы, работать над ошибками.

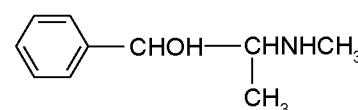
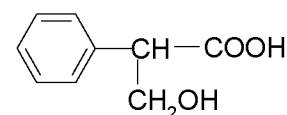
Ниже представлены задания и вопросы для контроля самостоятельной работы студентов для более детального и глубокого освоения материала по данной учебной дисциплине.

### Задания для самостоятельной работы

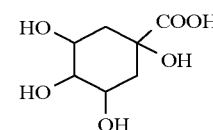
#### Классификация, номенклатура и структурная изомерия

1. Приведите все структурные изомеры циклических соединений состава  $C_6H_{12}$  и назовите их по заместительной и радикально-функциональной номенклатурам. К каким классам относятся эти соединения? Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.
2. Приведите все структурные изомеры ациклических соединений состава  $C_4H_{10}O$  и назовите их по заместительной и радикально-функциональной номенклатурам. К каким классам относятся эти соединения? Отметьте в них первичные, вторичные и третичные атомы углерода.

3. В алкалоиде атропине в виде сложного эфира содержится троповая кислота. Выделите в ее молекуле родоначальную структуру и назовите троповую кислоту по заместительной номенклатуре. Какие функциональные группы содержатся в ее молекуле?

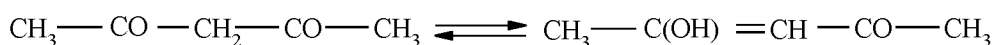


4. В молекуле алкалоида эфедрина выделите родоначальную структуру, функциональные группы и назовите это соединение по заместительной номенклатуре.
5. В состав коры входит хинная кислота. Выделите в ее молекуле родоначальную структуру и функциональные группы. Назовите хинную кислоту по заместительной номенклатуре.



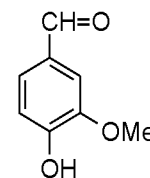
6. Назовите цитраль  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$  по заместительной номенклатуре. К какому классу относится это соединение?

7. Ацетилацетон представляет собой равновесную смесь двух таутомерных форм:



Выделите в них функциональные группы и назовите каждую форму по заместительной номенклатуре.

8. В молекуле ванилина выделите функциональные группы и назовите это соединение по заместительной номенклатуре.



Приведите структуры 3-4 ароматических альдегидов изомерных ванилину.

9. Систематическое название лекарственного средства терпина – 4-(1-гидрокси-1-метилэтил)-1-метилциклогексанол. Приведите его структуру и отметьте в ней первичный, вторичный и третичный атомы углерода. К какому классу относится терпин?

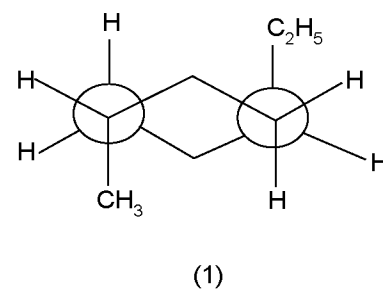
10. Основу сульфамидных препаратов составляет сульфаниловая кислота. Назовите ее по заместительной номенклатуре. Приведите структуры еще трех ароматических соединений этого же состава  $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$ .

#### Пространственное строение и стереоизомерия

11. Сколько плоскостей симметрии имеет молекула каждого из следующих соединений: этанола, хлороформа, бромхлорметана, этилена, пропена, *цис*-бутена-2?

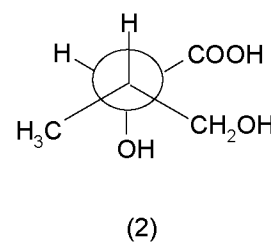
12. Изобразите с помощью формул Ньюмена конформации бутанола-1, возникающие при вращении связи С-1-С-2. Укажите вырожденные конформации.

13. Назовите по заместительной номенклатуре соединение (1), изображенное в виде формулы Ньюмена. Имеет ли молекула этого соединения плоскость симметрии? Существует ли более выгодная по сравнению с приведенной конформация этого соединения?



14. Приведите наиболее выгодные конформации *цис*- и *транс*-1-изопропил-3-метилциклогексана и изобразите их с помощью формул Ньюмена.

15. Приведите структуры изомерных кислот  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$  и дайте им систематические названия с учетом пространственного строения. Различаются ли эти стереоизомеры по физическим свойствам?



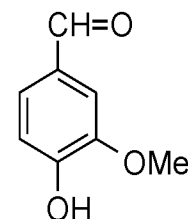
16. Назовите изображенное в виде формулы Ньюмена соединение (2) по заместительной номенклатуре. Хиральна ли его молекула?

17. Можно ли только с помощью метода поляриметрии идентифицировать изомеры в следующих парах (R)- и (S)-глицериновые альдегиды; (R)- и (S)-молочные кислоты; (S)-аланин и  $\beta$ -аланин; (+) и (-)-валины; (R)- и (S)-бута-нолы-2?

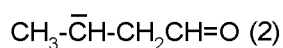
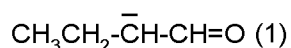
#### Взаимное влияние атомов в молекуле

18. Учитывая форму и пространственную направленность орбиталей атома углерода, графически изобразите схему электронного строения  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в молекуле пропена.
19. Определите вид сопряжения в молекуле простейшего непредельного альдегида –пропеналя – акролеина - и схематически изобразите перекрывание *p*-орбиталей в сопряженной системе.
20. Многие природные соединения, используемые в фармации, являются производными фенантрена. Определите, является ли фенантрен ароматическим соединением.

21. Изобразить схематически перекрывание *p*-орбиталей сопряженной системы в молекуле кротоновой ((*E*)-бутен-2-вой) кислоты, содержащейся в кротоновом масле).
22. Покажите графически, как распределена электронная плотность в молекуле кротоновой ((*E*)-бутен-2-вой) кислоты. Укажите виды сопряжения и сравните электроотрицательность атомов в сопряженном фрагменте.
23. Укажите вид и знак электронных эффектов алкильных групп в следующих ионах:  $(C_2H_5)_2NH_2^+$ ,  $C_2H_5O^-$ ,  $(CH_3)_2O^+H$ ,  $CH_3O^+H_2$ ,  $CH_3CH_2CH_2^-$ ,  $CH_3CH_2CH_2^+$ .
24. Как различаются по электронной плотности бензольные кольца в молекулах тирозина [2-амино-3-(*n*-гидроксифенил)пропановой кислоты] и фенилаланина (2-амино-3-фенилпропановой кислоты)?
25. Проявляют ли одинаковые функциональные группы одни и те же электронные эффекты в молекулах 2-аминоэтансульфоновой кислоты (таурина) и *n*-аминобензолсульфоновой (сульфаниловой) кислоты?
26. Расположите в ряд по увеличению электронной плотности в бензольном кольце следующие соединения: фенол, 4-гидрокси-3-нитробензолсульфоновая кислота, бензол.
27. Какой из диеновых фрагментов в молекулах – пентадиена-1,3 или сорбиновой кислоты  $CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH$  – имеет большую электронную плотность?
28. Электронодонорное или электроноакцепторное влияние оказывают на электронную плотность бензольного кольца каждая из функциональных групп в молекуле ванилина?



29. В каком из двух карбанионов (1) или (2) более эффективно делокализуется отрицательный заряд под влиянием заместителей,



связанных с анионным центром?

30. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи кривых стрелок, как можно преобразить одни предельные структуры в другие:  $n\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ ;  $m\text{-H}_2\text{C}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ .
31. Определите виды гибридизации атомов углерода в молекуле пентен-3-ина-1 и расположите атомы в ряд по уменьшению электротрицательности.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Столы, стулья, доска ученическая  
Весы лабораторные ВЛ-120 с гирей калибровочной 100гЕ2

Весы лабораторные ВЛТЭ-1100г с гирей калибровочной 1кг F1

Доска классная большая

Лаборатория подготовительная

Горелка (M082-06990)

Спиртовка СЛ с металлической оправой

Сушилка для пипеток

Шкаф вытяжной

Шкаф сушильный

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Аннотации	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета