

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана ХФ

 А.С. Князев

«25» 08 2022 г.

Фонд оценочных средств

**Строение вещества**

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Химия»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

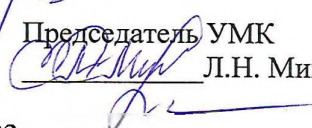
Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.12

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 Л.Н. Мишенина

Томск – 2022

## 1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Дисциплина	Б1.О.12 Строение вещества
Семестр обучения	6
Общий объем дисциплины, ЗЕ	5
Формы текущего контроля	контрольная работа, домашние работы, посещаемость
Форма промежуточной аттестации	экзамен

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по текущему контролю и промежуточной аттестации

## 2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины Б1.О.12 «Строение вещества» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов;	<i>Допороговый уровень</i>	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не способен интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.
	ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии;	<i>Пороговый уровень</i>	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, но способен анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов на базовом уровне.
	ИОПК-1.3. Формулирует		

	<p>заклучения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;</p>	<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p>Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ.</p>
		<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p>Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ, способен к формулированию заключения или выводов по результатам анализа.</p>
<p>ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения</p>	<p>ИОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности;</p> <p>ИОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных</p>	<p><i>Допороговый уровень</i></p>	<p>Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты.</p>

<p>математических и физических задач.</p> <p>способов аппроксимации численных характеристик;</p> <p>ИОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p>Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, но способен анализировать планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты на базовом уровне.</p>
	<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p>Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент использует базовые знания из других областей (математика, физика) для обработки и интерпретации данных.</p>
	<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p>Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, способен планировать работы химической направленности различной сложности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>

## 2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

### 2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Раздел 1. Физические методы исследования строения вещества: Тема 1. Дипольный момент, поляризуемость. Тема 2. Спектроскопические методы (вращательная, колебательная, электронная спектроскопия)	Контрольная работа, домашние работы, посещаемость	ИОПК-1.1. ИОПК-1.2. ИОПК-1.3. ИОПК-4.1. ИОПК-4.2. ИОПК-4.3.
2	Раздел 2. Строение вещества: ИК-, ПМР и масс-спектроскопия Тема 1. Инфракрасная спектроскопия. Тема 2. Протонный магнитный резонанс. Тема 3. Масс-спектроскопия	Контрольная работа, домашние работы, посещаемость	ИОПК-1.1. ИОПК-1.2. ИОПК-1.3. ИОПК-4.1. ИОПК-4.2. ИОПК-4.3.

*Раздел 1. Физические методы исследования строения вещества* оценочные средства: решение расчетных задач.

*Раздел 2. Строение вещества: ИК-, ПМР и масс-спектроскопия.* Оценочные средства: расшифровка ИК, ПМР и масс- спектров.

### 2.2 Содержание оценочных средств

*Раздел 1. Физические методы исследования строения вещества*

Контрольная работа:

Вариант 1

1. Дипольный момент хлорбензола равен  $1,17 \text{ D}$ , а его поляризуемость составляет  $6,1 \times 10^{-23} \text{ см}^3$ . Определите его относительную диэлектрическую проницаемость  $k_r$  (с точностью до сотых) при комнатной температуре, приняв плотность равной  $1,1732 \text{ г/см}^3$ .
2. Волновые числа первых трех линий вращательного спектра окиси углерода  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$  равны  $3,85$ ;  $7,69$  и  $11,53 \text{ см}^{-1}$ . Определите с точностью до трех значащих цифр вращательную постоянную (в  $\text{см}^{-1}$ ), момент инерции и межъядерное расстояние.
3. В ИК-спектре поглощения молекулы  $^2\text{D}^{80}\text{Br}$  наблюдаются три колебательные полосы с центрами при  $1839,82$ ;  $3634,10$  и  $5382,01 \text{ см}^{-1}$ , интенсивность которых резко падает с увеличением волнового числа. Проведите отнесение полос, определите силовую постоянную (Н/м), постоянную ангармоничности и энергию диссоциации (эВ).

Вариант 2

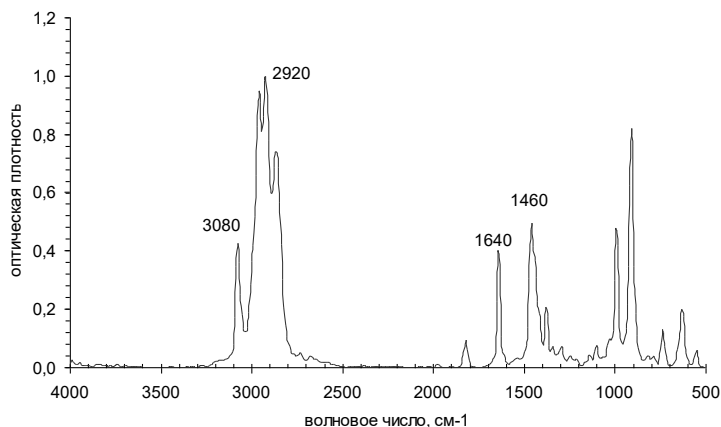
1. Вычислить поляризуемость (в  $\text{см}^3$ ) газообразной молекулы п-ксилола при  $1200 \text{ K}$  и давлении  $2 \text{ атм}$ , если относительная диэлектрическая проницаемость равна  $1,003$ .
2. Рассчитайте с точностью до трех значащих цифр положение (в  $\text{см}^{-1}$ ) первых трех линий вращательного спектра поглощения молекулы  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ , если известно межъядерное расстояние  $r_e=1,13 \text{ \AA}$ . Нарисуйте схему вращательных уровней и спектр. В каком направлении будет смещена система уровней и спектр для изотопозамещенной молекулы  $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ ?
3. Для молекулы  $^{15}\text{N}^{16}\text{O}$  известна силовая постоянная связи  $1550 \text{ Н/м}$  и энергия диссоциации  $637,6 \text{ кДж/моль}$ . Найти постоянную ангармоничности, максимальное колебательное квантовое число. А также энергию перехода с  $0$  на  $2$  колебательный подуровень ( $\text{см}^{-1}$ ).

Раздел 2. Строение вещества: ИК-, ПМР и масс-спектрокопия

Контрольная работа:

Вариант 1

1. Сопоставьте данные ИК-спектра со структурой 1-гексена

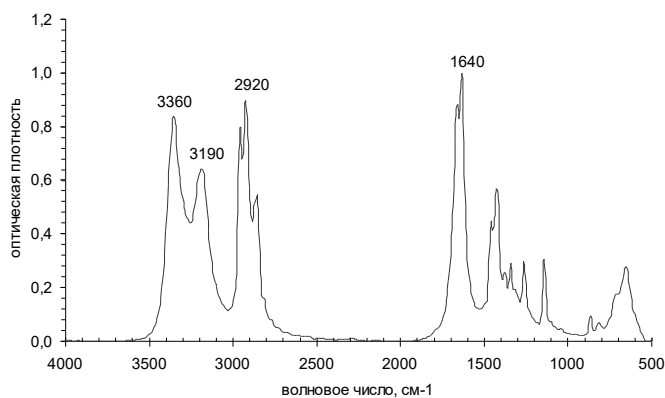


2. Какой из двух структур  $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OCH}_2\text{CH}_3$  или  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$  - отвечает спектр ПМР, содержащий триплет, квадруплет и два синглета при  $\delta$  1,0; 3,7; 4,6; и 7,3 м.д соответственно.

3. В масс-спектр пропанола имеет следующий вид:  $m/z$  – 27(14), 28(11), 29(17), 31(100), 39(6), 41(10), 42(13), 43(4), 45(5), 58(5), 60(1). Какому из изомерных спиртов он принадлежит? Объясните пути образования основных фрагментных ионов?

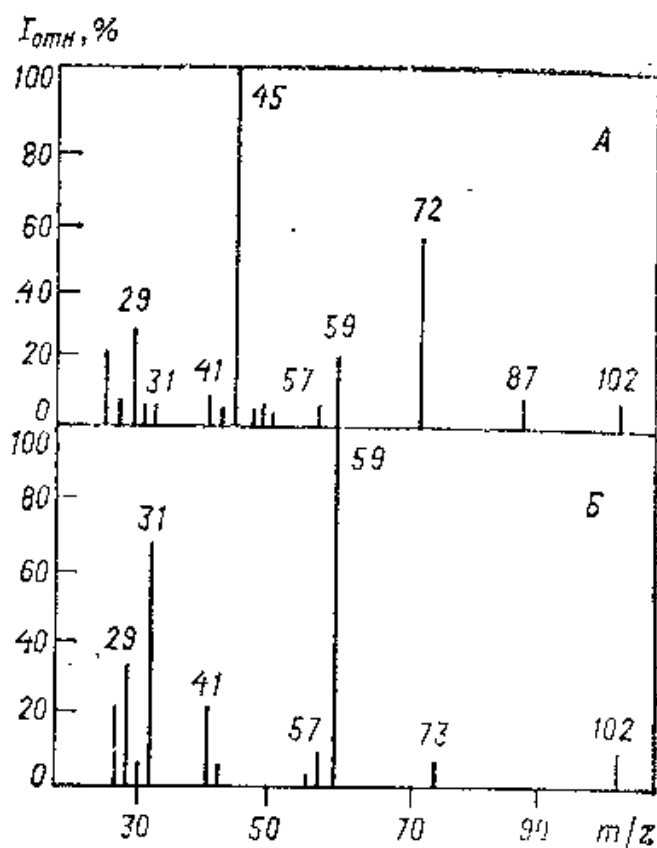
Вариант 2

1. Из анализа ИК-спектра предложите структуру соединения  $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}$



2. Производное уксусной кислоты  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  в спектре ПМР имеет три сигнала ( $\delta$  м. д.) : 1,05 (дублет); 1,95 (синглет); 4,85 (мультиплет); соотношение интенсивностей 6:3:1. О каком веществе идет речь?

3. На рисунке приведены масс-спектры изомерных эфиров – этилизобутилового и этилвтор-бутилового. Установите структуры веществ А и Б. Объясните происхождение основных фрагментов ионов:



Задания для выполнения домашних работ, содержатся в учебно-методическом обеспечении и в учебной литературе к курсу, которые представлены в пункте 11 и 12 рабочей программы данной дисциплины.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архиве кафедры.

## 2.3 Методические рекомендации

### 2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий и практических занятий.

Студент проходит аттестацию в семестре и допускается к экзамену при выполнении контрольных работ не ниже «удовлетворительно», выполнении 60 % домашних заданий, а также хорошей посещаемости практических и лекционных занятий (не менее 70%).

### 2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

- контрольная работа

«отлично», решены все задачи без замечаний

«хорошо», решены все задачи с небольшими замечаниями или присутствуют погрешности в расчетах (калькуляция)

«удовлетворительно», решено 2/3 от варианта контрольной работы, присутствуют нарушения в логике решения задач и расчетах

«неудовлетворительно», решено менее 2/3 от варианта контрольной работы, присутствуют значительные нарушения в логике решения задач и расчетах.

- домашние задания

«зачтено», если выполнено более 60 % от домашней работы  
«не зачтено», если выполнено менее 60 % от домашней работы

Общий текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее двух раз в семестр.

### **3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

#### **3.1 Порядок проведения экзамена**

Экзамен в шестом семестре проводится в устной форме по билетам, проверяющим ИОПК 1.1, ИОПК 4.1 и ИОПК 4.3. Продолжительность экзамена 1,5 часа, из них 1 час на подготовку ответа, 30 минут на устный ответ.

Экзаменационный билет состоит из двух частей. Первая часть предполагает развернутые устные ответы на вопросы по разделу 1 «Физические методы исследования строения вещества», вторая часть – по разделу 2 «Строение вещества».

#### **3.2 Примеры экзаменационных билетов:**

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра физической и коллоидной химии  
*Дисциплина: Строение вещества*

##### **Экзаменационный билет № 1**

1. Классификация физических методов. Прямая и обратная задачи. Требование корректности поставленных задач. Характеристическое время метода (вывод формулы для излучения).

2. Метод получения макроскопических количеств фуллеренов. Свойства фуллеренов. Химическая стабильность четных и нечетных структур. Правила стабилизации. ИК-, КР-спектры фуллеренов и их электронные спектры поглощения. Окисление фуллеренов. Частично радикальный характер молекул фуллеренов. Химическая связь в объемных карбофуллеренах. Главные факторы, определяющие особенности связи в каркасных и циклических структурах. Псевдоароматичность. Соединения включения.

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра физической и коллоидной химии  
*Дисциплина: Строения вещества*

##### **Экзаменационный билет № 4**

1. Спектроскопические методы исследования (эмиссионная, абсорбционная). Молекулярная абсорбционная спектроскопия, типы переходов в молекулах. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонения от закона.

2. Методы исследования структурно нежестких молекул. Характеристическое время метода. Время жизни изомеров. Уширение спектральных линий. Зависимость спектра ЯМР нежестких молекул от температуры.



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра физической и коллоидной химии  
Дисциплина: Строения вещества

Экзаменационный билет № 10

1. Вращательные спектры. Модель нежесткого ротатора. Причины нежесткости молекул. Применение вращательной спектроскопии (какие геометрические параметры молекулы можно рассчитать из вращательного спектра?). Определение дипольных моментов методом Штарка (эффект Штарка).
2. Стереохимия. Молекулярная структура. Атомарная (геометрическая) и электронная структура. Принцип максимального перекрытия.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в полном объеме содержатся в архиве кафедры.

### 3.3. Критерии оценивания

Результаты дисциплины определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту в случае полного безошибочного ответа с правильным применением понятий и определений, при демонстрации понимания на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту в случае правильного и достаточно полного ответа, не содержащего существенных ошибок, и при демонстрации понимания на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту в случае недостаточно полного объема ответа, наличия ошибок и пробелов в знаниях при ответе на теоретические вопросы.

Оценке «неудовлетворительно» соответствуют неполные и поверхностные ответы, указывающие на отрывочные знания. При ответах на дополнительные и наводящие вопросы допускает существенные ошибки, демонстрирует отсутствие понимания материала.

## 4 Оценочные средства для контроля остаточных знаний

1. В каких единицах измеряются волновые числа?

- а) см
- б)  $\text{с}^{-1}$
- в)  $\text{см}^{-1}$
- г) эВ

2. Методом ИК-спектроскопии изучают:

- а) колебание групповых и характеристических частот молекул
- б) геометрические параметры молекул (длина связи, валентный угол...)
- в) параметры кристаллической решетки
- г) магнитные свойства вещества

3. В каких областях спектра проявляются переходы между электронными состояниями молекулы?

- а) в ИК-области
- б) в УФ и видимой области
- в) в микроволновой и длинноволновой ИК-областях

г) во всех областях спектра, кроме УФ-области

4. Какие виды излучения используются в дифракционных методах исследования?

- а) электронные пучки, рентгеновское излучение, потоки нейтронов
- б) все виды электромагнитного излучения
- в) ИК и УФ излучение
- г) микро- и радио-волновое излучение

5. Основное правило отбора для получения микроволнового спектра?

- а) отсутствие дипольного момента у молекулы
- б) наличие ядерного типа поляризуемости
- в) наличие дипольного момента у молекулы
- г) наличие валентных колебаний у молекулы

6. Спектр ПМР молекулы  $\text{CHCl}_2\text{CH}_3$  состоит из

- а) синглета интенсивностью 5H;
- б) из двух синглетов интенсивностью 1:3;
- в) из синглета и триплета интенсивностью 1:3;
- г) из квадруплета и дублета интенсивностью 1:3.

7. Спектры ЯМР принято приводить в шкале

- а) частот (Гц);
- б) напряженности магнитного поля (Эрстед)
- в) магнитной индукции (Гаус)
- г) миллионных долей

8. Интенсивность сигнала ПМР определяется

- а) числом эквивалентных протонов
- б) числом протонов при соседних атомах углерода
- в) путем сравнения с интенсивностью сигнала стандарта.

9. В масс-спектре регистрируются

- а) отрицательные ионы;
- б) положительные ионы
- в) нейтральные радикалы
- г) незаряженные частицы

10. Какой из нижеприведенных фуллеренов - наночастиц на основе углерода - является наиболее химически стабильным?

- а) C70
- б) C60
- в) C51
- г) C84

11. Какие виды излучения используются в методе фотоэлектронной спектроскопии?

- а) все виды электромагнитного излучения
- б) УФ и рентгеновское излучение
- в) ИК излучение
- г) микроволновое излучение

Полный перечень заданий для оценки остаточных знаний хранится в архиве кафедры.