

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана химического факультета  
А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

**Физико-химические методы исследования**

по направлению подготовки / специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**химик-специалист, преподаватель**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК-6. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

РОПК 6.1 Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- индивидуальные задания;

Тест (РООПК-1.2.)

1. Какой из электронных переходов обладает наибольшей энергией?

- а)  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ;
- б)  $\pi \rightarrow \pi^*$ ;
- в)  $n \rightarrow \pi^*$ ;
- г)  $\pi \rightarrow \sigma^*$ .

2. Молярный коэффициент поглощения показывает:

- а) оптическую плотность раствора, содержащего в 100 мл 1г вещества;

б) угол поворота плоскости поляризации монохроматического света на путь длиной в 1 дм в среде, содержащей оптически активное вещество, при условном приведении концентрации этого вещества к значению равному 1 г/мл;

в) сколько электромагнитного излучения поглотилось исследуемым раствором с концентрацией 1 моль/л и толщиной слоя 1 см

3. В качестве источника излучения в спектроскопии комбинационного рассеяния используют:

- а) лазер
- б) водородную лампу
- в) теплонагреватель

Ключи: 1 а), 2 в), 3а).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

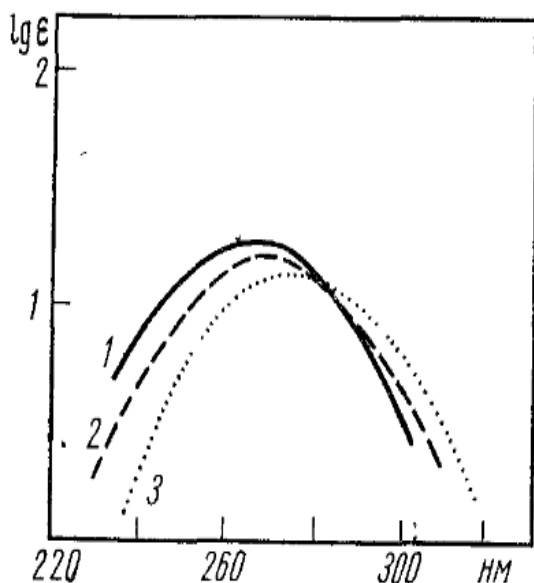
Индивидуальные задания (РООПК 1.3, РОПК 1.1)

Индивидуальные задания содержат по 2 задачи.

Примеры задач:

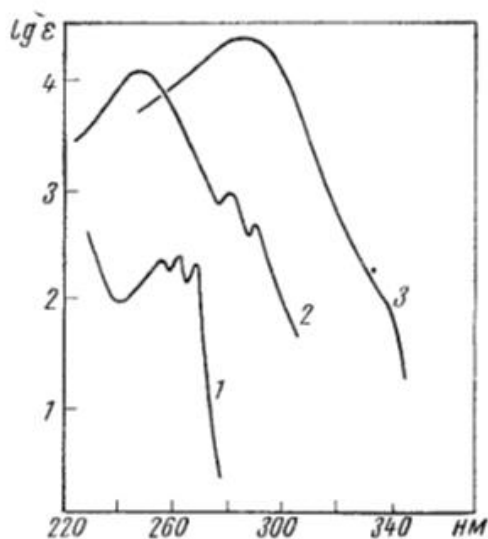
Задача 1

1. Спектр ацетона снят в трех разных растворителях: гексане, воде и спирте. Какому растворителю соответствует каждая кривая?



Задача 2

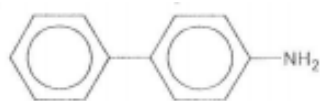
2. На рисунке приведены спектры поглощения следующих соединений  $C_6H_5CH=CHCH_3$ ,  $C_6H_5CH_2CH=CH_2$ ,  $C_6H_5CH=CH-CH=CHCH_3$ .



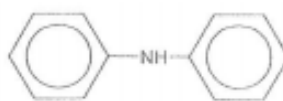
Какому соединению принадлежит каждая кривая поглощения?

Задача 3

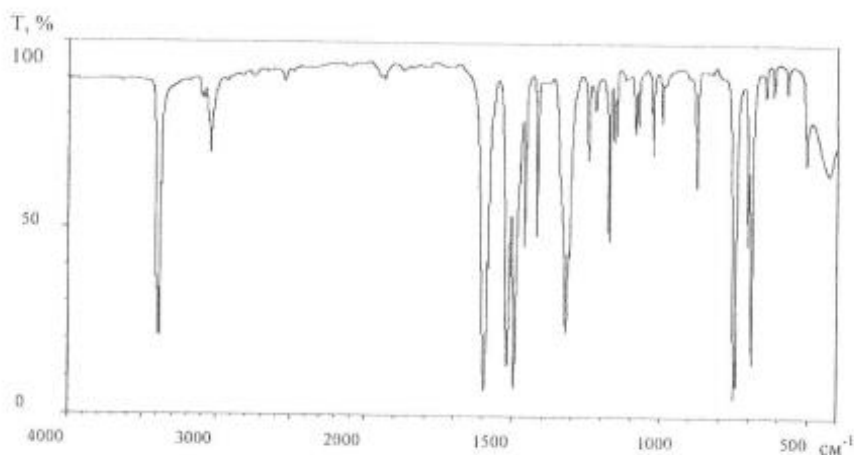
3. Какому из соединений 1 или 2 принадлежит ИК спектр?



1



2



Задача 4

В ИК-спектре наблюдаются полосы при 970, 1380, 1640, 2850, 2860, 3030 и 3400 (широкая)  $cm^{-1}$ . В растворе четыреххлористого углерода появляется узкая полоса при 3600  $cm^{-1}$ . Какому соединению соответствует спектр:  $CH_3CH=CHCH_2OH$  или  $CH_3COCH_2CH_3$ ?

Ответы:

Задача 1. 1-вода, 2-спирт, 3-гексан.

Задача 2. С удлинением сопряженной цепи полосы поглощения смещаются в длинноволновую область и их интенсивность возрастает.

$C_6H_5CH=CH-CH=CHCH_3$  – кривая 3,

$C_6H_5CH=CHCH_3$  – кривая 2,

$C_6H_5CH_2CH=CH_2$  – кривая 1.

Задача 3. В области валентных колебаний связи N–H наблюдаем одну полосу поглощения, следовательно, ИК спектр принадлежит соединению 2.

Задача 4.  $CH_3CH=CHCH_2OH$

Критерии оценивания:

Результаты индивидуальных работ определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если все задачи решены без ошибок при первой сдаче работы.

Оценка «хорошо» выставляется, если все задачи решены без ошибок после второй сдачи работы. Индивидуальное задание имело недочеты и было возвращено студенту на доработку.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если все задачи решены без ошибок после третьей и последующих доработок.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если индивидуальное задание не выполнено.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Зачет с оценкой в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 10 вопросов, проверяющих РООПК-1.2. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит 2 вопроса, для проверки РООПК-2.2 и РОПК 1.1. Вопросы, оформлены в виде практических задач. Ответы на вопросы второй части предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень тестовых вопросов:

1. Какой из электронных переходов обладает наибольшей энергией?

а)  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ;

б)  $\pi \rightarrow \pi^*$ ;

в)  $n \rightarrow \pi^*$ ;

г)  $\pi \rightarrow \sigma^*$ .

2. Молярный коэффициент поглощения показывает:

а) оптическую плотность раствора, содержащего в 100 мл 1г вещества;

б) угол поворота плоскости поляризации монохроматического света на путь длиной в 1 дм в среде, содержащей оптически активное вещество, при условном приведении концентрации этого вещества к значению равному 1 г/мл;

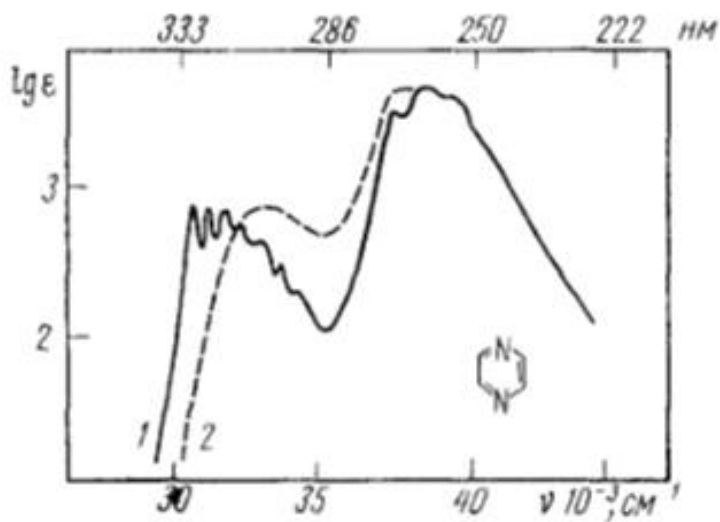
в) сколько электромагнитного излучения поглотилось исследуемым раствором с концентрацией 1 моль/л и толщиной слоя 1 см

3. В качестве источника излучения в спектроскопии комбинационного рассеяния используют:

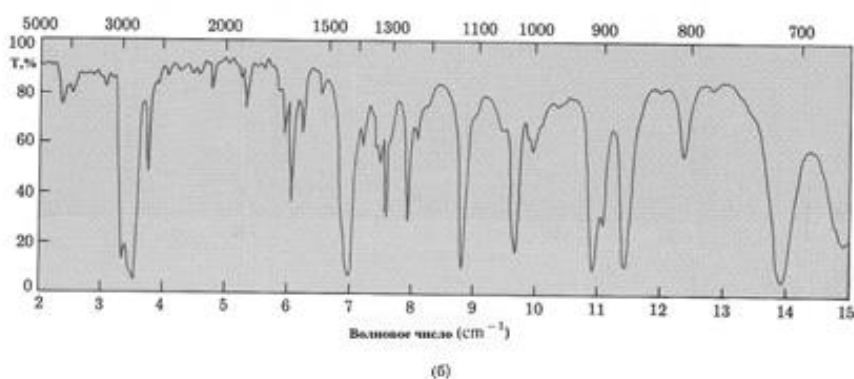
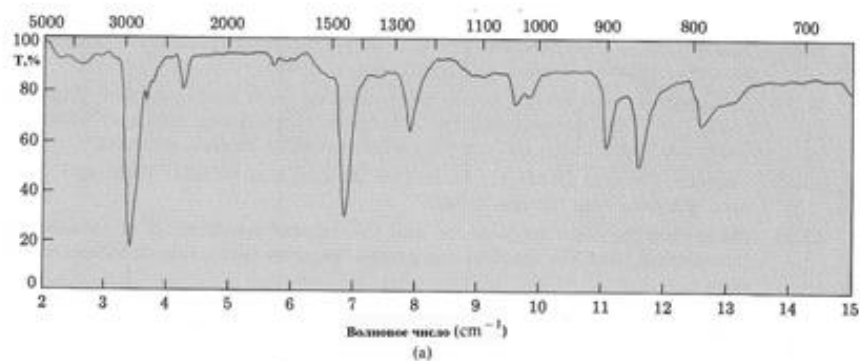
- а) лазер
- б) водородную лампу
- в) теплонагреватель

Примеры задач:

1. К какому типу переходов относятся полосы поглощения ацетофенона с максимумами при 240, 280 и 320 нм (в гексане), если известно, что  $D_{240}=0,63$  ( $l=0,5$  см;  $C=10^{-3}$  моль/л);  $D_{280}=0,85$  ( $l=1$  см;  $C=10^{-3}$  моль/л);  $D_{320}=0,42$  ( $l=1$  см;  $C=10^{-2}$  моль/л).
2. Спектр пиразина изменяется при изменении полярности растворителя, как это показано на рисунке. Определите какой спектр соответствует раствору в воде и в циклогексане, и объясните происходящие изменения.



3. На рисунке приведены спектры циклогексана и циклогексена. Идентифицируйте их и поясните ваш ответ.



Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Вопрос 1. Оценка результатов тестирования выставляется по следующей схеме соответствий:

- 80-100% правильных ответов – «отлично»;
- 60-79% правильных ответов – «хорошо»;
- 40-59% правильных ответов – «удовлетворительно»;
- 0-39% правильных ответов – «неудовлетворительно».

Вопрос 2. Рассмотрены все составляющие вопроса – 5 баллов

Вопрос 3. Обоснованный ответ о предполагаемой структуре соединения, используя таблицы характеристических частот химических групп – 5 баллов.

#### 4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

*Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке). Вопросы данного раздела показывают вклад дисциплины в образовательный результат образовательной программы. Объем заданий в данном разделе зависит как от количества формируемых индикаторов достижения компетенций, так и от объема дисциплины по учебному плану.*

Тест

1. Какой из электронных переходов обладает наибольшей энергией? (РООПК-1.1)
  - а)  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ;
  - б)  $\pi \rightarrow \pi^*$ ;
  - в)  $n \rightarrow \pi^*$ ;

г)  $\pi \rightarrow \sigma^*$ .

2. Молярный коэффициент поглощения показывает: (РООПК 2.2)

а) оптическую плотность раствора, содержащего в 100 мл 1г вещества;

б) угол поворота плоскости поляризации монохроматического света на путь длиной в 1 дм в среде, содержащей оптически активное вещество, при условном приведении концентрации этого вещества к значению равному 1 г/мл;

в) сколько электромагнитного излучения поглотилось исследуемым раствором с концентрацией 1 моль/л и толщиной слоя 1 см

3. В качестве источника излучения в спектроскопии комбинационного рассеяния используют (РООПК 2.3.):

а) лазер

б) водородную лампу

в) теплонагреватель

Ключи: 1 а), 2 в), 3а).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

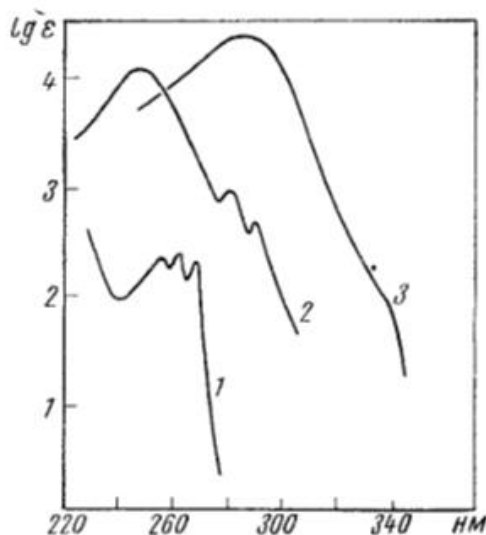
Задачи

Задача 1 (ПК-1)

В ИК-спектре найдены широкая полоса в области  $3000 \text{ см}^{-1}$  и полосы при 2970, 2930, 2895, 2870, 2850,  $1705 \text{ см}^{-1}$ . Какому соединению соответствует спектр:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COCH}_3$  или  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ ?

Задача 2 (ОПК-2.)

4. На рисунке приведены спектры поглощения следующих соединений  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CHCH}_3$ .



Какому соединению принадлежит каждая кривая поглощения?

Ответы:

Задача 1.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COCH}_3$



Задача 2. С удлинением сопряженной цепи полосы поглощения смещаются в длинноволновую область и их интенсивность возрастает.

$C_6H_5CH=CH-CH=CHCH_3$  – кривая 3,

$C_6H_5CH=CHCH_3$  – кривая 2,

$C_6H_5CH_2CH=CH_2$  – кривая 1.

Теоретические вопросы:

1. Электромагнитное излучение. Электромагнитный спектр. Характеристики электромагнитного излучения. (ОПК-1).  
Ответ должен содержать определение электромагнитного излучения, области электромагнитного спектра, характеристики (длина волны, частота колебаний, энергия).
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность, пропускание, их взаимосвязь. Физический смысл молярного коэффициента поглощения. Отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности. (ПК-1).  
Ответ должен содержать формулировку закона Бугера-Ламберта-Бера, математическую форму записи закона Бугера-Ламберта-Бера, даны определения понятиям оптическая плотность и пропускание, физический смысл молярного коэффициента поглощения.
3. Особенности метода ИК-спектроскопии. Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул. Валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности. (ОПК-2).  
Ответ должен содержать суть метода ИК-спектроскопии. Даны определения понятиям валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний приведены факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.

### **Информация о разработчиках**

Фаустова Жанна Владимировна, кандидат химических наук, кафедры органической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, старший преподаватель.