

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
И.о. декана  
А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

**Спектральные методы диагностики материалов**

по направлению подготовки

**04.04.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.С. Князев

Председатель УМК  
Б.В. Шелковников

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения.

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

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.2 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристизации веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук

ИОПК 1.3 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук

ИПК 1.1 Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

ИПК 1.3 Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования. Проводит поиск, анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике исследовательской работы

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

Элементы текущего контроля:

- Вопросы для текущего контроля знаний*
- Защита рефератов*
- Тесты*
- Защита отчетов по лабораторным работам*
- Коллоквиум*

**Примерные темы рефератов:**

1. Устройства для детектирования рентгеновского излучения.
2. Энергоанализаторы электронов.
3. Энерго- и массанализаторы ионов.
4. Атомно-силовая и туннельная микроскопия как элементы нанотехнологий.
5. Электронная микроскопия полимеров. Трудности и способы их преодоления.
6. Аппаратура для получения высокого вакуума.
7. Техника безопасности при работе с рентгеновским излучением.
8. Неразрушающие методы анализа.

**Вопросы для текущего контроля знаний студентов**

1. Какой величиной определяется разрешение в оптическом микроскопе?
2. Что такое «дифракционный предел»?
3. Дайте определение «упругого» и «неупругого» рассеяния частиц
4. В результате какого процесса возникает рентгеновская эмиссия в электронном микроскопе?
5. Перечислить вторичные пучки, эмитирующиеся исследуемым объектом при облучении его электронами

6. Какие виды сигнала детектируются в сканирующем электронном микроскопе и какого рода информацию об объекте они дают?
7. Для чего нужен генератор развертки в сканирующем электронном микроскопе?
8. Как рассчитать увеличение?
9. Для чего используются ионные пучки в электронном микроскопе?
10. Каковы отличия в устройстве просвечивающего электронного микроскопа по сравнению со сканирующим?
11. Зачем необходим высокий вакуум в просвечивающем микроскопе?
12. Что такое теневая картинка, как она возникает?
13. Какую информацию об объекте дает микродифракция?
14. В чем особенности пробоподготовки образцов для просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ)?
15. Каким образом подготовить для исследования блочные образцы нанокомпозитов?
16. Для чего и каким способом проводится контрастирование образцов?
17. Каким образом посредством ПЭМ можно исследовать морфологию поверхности?
18. Какова функция гониометра в рентгеновском дифрактометре?
19. Какая величина может быть получена из уравнения Дебая-Шерера?
20. Что такое тунNELНЫЙ эффект?
21. Каким образом перемещается игла в сканирующем туннельном микроскопе (СТМ)?
22. Что измеряется в качестве функции отклика в СТМ?
23. Основное требование к образцам для СТМ?
24. Каковы возможности СТМ для создания упорядоченных атомарных систем?
25. Режимы работы СТМ?
26. Каковы принципы атомно-силовой микроскопии (АСМ)?
27. Режимы работы атомно-силового микроскопа?  
Каким образом детектируется смещение зонда в АСМ?

#### **Образцы задач для коллоквиума:**

1. Энергия электрона при ускорении его потенциалом  $V$  вольт равна  $eV$  ( $e$  – заряд). В единицах электрон-вольт энергия равна  $V$  эВ.
  - а) Вычислите энергию электрона, ускоренного потенциалом 40 В в джоулях.
  - б) Когда электрон ударяется об атом-мишень, максимальная энергия испущенного фотона соответствует переходу всей энергии летящего электрона в энергию фотона. Вычислите длину волны таких фотонов (электрон ускоряется потенциалом 40 В).
  - в) Докажите, что
$$\lambda_{\text{кор}} = \frac{12390}{V} \text{ \AA}$$

где  $\lambda_{\text{кор}}$  – самая короткая испускаемая длина волны.
2. а) Для металлической меди Cu край К поглощения лежит при  $\lambda = 1,380 \text{ \AA}$ . Для металлического серебра этот край лежит при  $0,4858 \text{ \AA}$ . Вычислите энергию, необходимую для испускания одного электрона с К уровня Cu и К уровня Ag.
  - б) Длины волн четырех линий испускания Cu лежат при  $1,54433 \text{ \AA}$  ( $\alpha_2$ ),  $1,54051 \text{ \AA}$  ( $\alpha_1$ ),  $1,39217 \text{ \AA}$  ( $\beta$ ), (что в действительности проявляется при высоком разрешении в виде дублета) и  $1,38102 \text{ \AA}$  ( $\gamma$ ). Эти линии являются результатом испускания рентгеновских фотонов, когда электроны с L уровня энергии падают на K уровень, вакантный после испускания электронов. Вычислите энергию L уровней меди, соответствующих этим линиям.

#### **Примеры тестовых вопросов для текущего контроля**

1. Наилучшее разрешение в СЭМ возможно в потоке:

1. вторичных электронов
  2. обратно отраженных электронов
  3. рентгеновских квантов
2. Вторичные электроны возникают в результате следующего процесса:
1. упругое рассеяние
  2. неупругое соударение
  3. эмиссия характеристического рентгеновского излучения
3. Метод рентгеновской дифракции основан на явлении
1. дифракции электронных пучков
  2. дифракции рентгеновских фотонов на кристаллической решетке
  3. поглощении рентгеновских лучей веществом
4. Размер области когерентного рассеяния для данной фазы тем меньше,
1. чем больше ширина рентгеновской линии
  2. чем больше угол  $\theta$
  3. чем больше интенсивность линии, принадлежащей данной фазе.
5. Метод СТМ основан на
1. изменении емкости в зазоре между иглой и образцом
  2. туннелировании электронов через промежуток между иглой и образцом
  3. сканировании поверхности тонкой металлической иглой
6. На картине СТМ отображается
1. топография поверхности
  2. положение отдельных атомов
  3. локальная плотности электронных состояний
7. Фотоэффект – это:
1. эмиссия фотона под воздействием электронного пучка
  2. эмиссия электрона под воздействием рентгеновского излучения
  3. детектирование фотонов путем засвечивания фотопленки

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

Промежуточная аттестация проводится в устной форме.

В ходе промежуточной аттестации оцениваются результаты обучения по компетенциям ОПК-1, ПК-1.

Экзаменационный билет состоит из двух разделов. Первый раздел содержит два теоретических вопроса, контролирующие результаты обучения ИОПК-1.2, ИОПК 1.3, ИПК-1.1, ИПК 1.3, второй раздел – практическое задание, контролирующий результаты обучения ИПК-1.3.

Пример экзаменационного билета:

1. Генерация рентгеновского излучения. Устройство рентгеновской трубки, фильтрация рентгеновского излучения.
2. Устройство и принцип работы туннельного микроскопа.
3. Проведите расшифровку ИК спектра.

Критерии оценивания:

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

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы, и дана полная расшифровка спектра (практическое задание).

Оценка «хорошо» выставляется, если при ответе допущены небольшие неточности, практическое задание выполнено в полном объеме.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если имеются существенные недостатки при ответе на теоретические вопросы, при выполнении практического задания есть недостатки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если практическое задание не выполнено, при ответе на теоретические вопросы имеются существенные недостатки.

### **Информация о разработчиках**

Изак Татьяна Ивановна канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии химического факультета ТГУ, доцент.