

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

Физико-химия поверхности нанокompозитных систем

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

В.В. Шелковников

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.

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 науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их

ИОПК 2.2 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

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

ИПК 1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов

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

Элементы текущего контроля:

– тесты (ИОПК 2.2)

Примеры вопросов теста

### **1. В каком случае реализуется хемосорбционный процесс на поверхности подложки?**

- [1] При изменении удельной свободной энергии поверхности
- [2] Действие сил электростатического взаимодействия
- [3] Если энергия ионизации ( $I$ ) атома больше, чем работа ( $\phi$ ) выхода металла:  $I > \phi$
- [4] Происходит обмен электронами между атомом и подложкой

### **2. С какой симметрией образуется упорядоченная структура адсорбата на поверхности подложки?**

- [1] С конкретной симметрией, не совпадающей с симметрией подложки
- [2] С симметрией отличной от симметрии подложки
- [3] С симметрией, которая может совпадать с симметрией подложки, а может и не совпадать (зависит от условий)
- [4] С симметрией подложки

### **3. Условием стабильного существования поверхности раздела между двумя фазами является:**

- |     |                             |     |                             |
|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|
| [1] | $\Delta H_{\text{обр}} > 0$ | [3] | $\Delta F_{\text{обр}} < 0$ |
| [2] | $\Delta G_{\text{обр}} < 0$ | [4] | $\Delta F_{\text{обр}} > 0$ |

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

Зачет в первом семестре проводится в виде устной защиты доклада по теме выбранного студентом индивидуального задания, оформленного в виде презентации и аналитической записки на итоговом семинаре (ИОПК 2.1-2.2, ИПК 1.1-1.2). В пояснительной записке должны быть обоснованы актуальность выбранной темы, предмет и объект исследований, представлены общий план и детальные планы отдельных стадий научного-исследования, приведен анализ литературных и/или экспериментальных данных, сформулированы краткие выводы по теме индивидуального задания.

Примерный перечень тем индивидуальных заданий

1. Исследование поверхности цеолитов методом просвечивающей электронной микроскопии
2. Физико-химия поверхности оксида циркония (IV)
3. Свойства поверхности мезофаз оксида кремния SBA-15 и MCM-41
4. Изучение свойств поверхности наночастиц ZnO полученных методом лазерной абляции
5. Исследование поверхности мезоструктурированных материалов на примере MCM-41
6. Физико-химические свойства поверхности  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$
7. Лейкосапфиры: структура, синтез, дефекты
8. Модифицированная поверхность кремнезема
9. Слоистые перовскитоподобные оксиды как фотокаталитический материал
10. Влияние дефектов структуры поверхности на свойства наночастиц диоксида кремния
11. Структура нанокристаллического сульфида серебра  $\text{Ag}_2\text{S}$
12. Появление дефектов в кремниевых пластинах и их обнаружение методом Кельвина-Зисмана
13. Оксид алюминия в качестве носителя для катализаторов гидроочистки
14. Исследование поверхности твердого остатка пиролиза биомассы
15. Структура оксида циркония и синтез нанорегулярных сорбентов на его основе
16. Формирование массива наночастиц при электроосаждении платины на стеклогуглерод и дисперсный углеродный носитель
17.  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  как фотокаталитический материал
18. Структура поверхности  $\text{V}_2\text{O}_5$
19. Изучение структуры и поверхности оксидов, в частности, оксида олова
20. Морфология и структура поверхности оксидов молибдена
21. Синтез и изучение структуры нанесенных  $\text{Ni/Mn-Ce-O}$  и  $\text{Ni/Zr-Mn-Ce-O}$  катализаторов
22. Изучение структуры алюмината кальция и люминесцентных материалов на его основе
23. Синтез пористого  $\text{MgO}$  и его адсорбционные свойства
24. Механизмы окисления бездефектных поверхностей углеродных наноструктур: влияние кривизны поверхности

Результаты презентации индивидуальных заданий определяются оценками «зачтено» или «незачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если даны исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и дополнительные вопросы аудитории; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют.

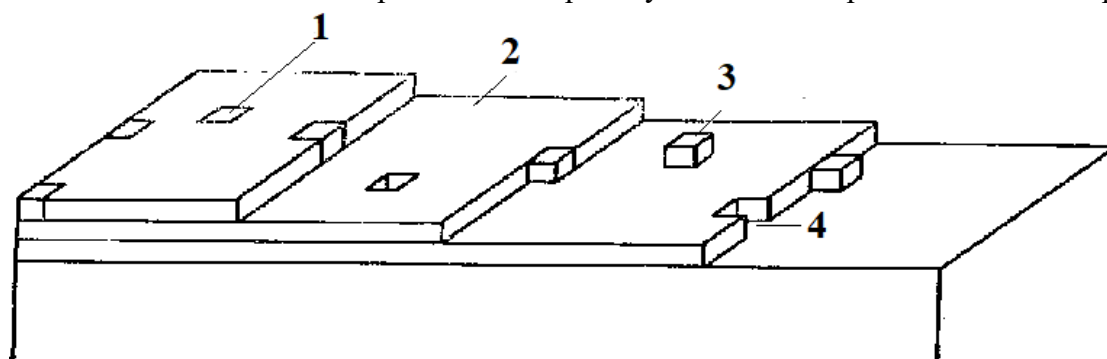
Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не дал ответа на большинство вопросов при защите индивидуального задания; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов.

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

Примеры вопросов теста

1. Какие процессы не могут происходить при столкновении молекулы (атома) с поверхностью?
  - [1] Зеркальное (упругое) отражение молекулы от поверхности без потери энергии
  - [2] Перенос заряда с адсорбированной молекулы (атома) к поверхности через силы Ван-дер-Ваальса
  - [3] Адсорбция молекул (атомов) на поверхности
  - [4] Неупругое отражение молекул (атомов) от поверхности с потерей части энергии на возбуждение колебательных или электронных степеней свободы атомов, лежащих на поверхности
2. За счет чего при физической адсорбции адсорбированная молекула связывается с поверхностью?
  - [1] Силы гравитационной природы
  - [2] Силы Ван-дер-Ваальса
  - [3] Силы донорно-акцепторного взаимодействия
  - [4] Сила поверхностного натяжения
3. Укажите тип кристаллической решётки у кристаллов инертных газов:
  - [1] Кубическая гранецентрированная
  - [2] Кубическая объёмцентрированная
  - [3] Кубическая примитивная
  - [4] Гексагональная дважды объёмцентрированная
4. В каком случае реализуется хемосорбционный процесс на поверхности подложки?
  - [1] При изменении удельной свободной энергии поверхности
  - [2] Действие сил электростатического взаимодействия
  - [3] Если энергия ионизации ( $I$ ) атома больше, чем работа ( $\phi$ ) выхода металла:  $I > \phi$
  - [4] Происходит обмен электронами между атомом и подложкой

5. Внимательно посмотрите на картинку. Что изображено под цифрой 1?



- [1] Адаом
- [2] Петля
- [3] Вакансия
- [4] Ступень

6. Что такое  $\tau_0$  в уравнении времени жизни ( $\tau$ ) молекулы в физадсорбированном состоянии?

- [1] Период одного колебания адсорбированной молекулы в потенциальной яме
- [2] Период одного колебания адсорбированной молекулы в объёме кристалла
- [3] Период одного колебания адсорбированной молекулы на вершине потенциального барьера
- [4] Период серии из трёх колебаний адсорбированной молекулы в потенциальной яме

7. При адсорбции Атом Cs ( $I = 3,87$  эВ) на поверхности W ( $\phi = 4,5$  эВ)

- [1] Валентный электрон адатома будет отдан металлу, а адатом станет ионизированным
- [2] Адатом получит валентный электрон
- [3] Электрон перейдёт к адатому от подложки
- [4] Адатом будет в нейтральном состоянии

8. Как изменяется свободная энергия поверхности при уменьшении размера частиц твёрдого тела?

- [1] Не изменяется
- [2] Увеличивается
- [3] Уменьшается
- [4] Может как увеличиваться, так и уменьшаться (зависит от условий)

9. При соотношении:  $P_m = \lambda \gg kT$  – реализуется этот тип адсорбции молекул адсорбата на поверхности подложки:

- [1] Нелокализованная
- [2] Локализованная
- [3] Псевдолокализованная
- [4] Ни один из них

10. Ансамбль адсорбированных молекул на поверхности твердого тела называется?

- [1] Адслой
- [2] Слой конгломерации
- [3] Адсорбированный слой
- [4] Эпитаксиальный слой

11. Тип элементарной ячейки такого адслоя будет определяться конкуренцией взаимодействий:

- [1] Адсорбент-адсорбент
- [2] Адсорбат-адсорбент
- [3] Адсорбат-адсорбат
- [4] Всё из представленного

12. С какой симметрией образуется упорядоченная структура адслоя на поверхности подложки?

- [1] С конкретной симметрией, не совпадающей с симметрией подложки
- [2] С симметрией отличной от симметрии подложки
- [3] С симметрией, которая может совпадать с симметрией подложки, а может и не совпадать (зависит от условий)
- [4] С симметрией подложки

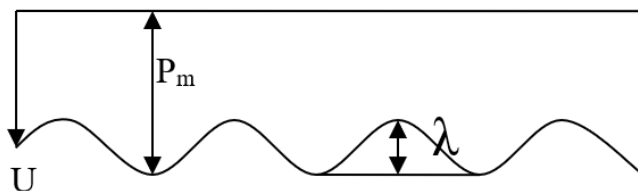
13. Что происходит с молекулой адсорбата при соотношении  $kT > \lambda \approx P_m$ ?

- [1] Адсорбируется на поверхности подложки
- [2] Формирует над собой следующий адсорбционный слой
- [3] Десорбируется с поверхности подложки
- [4] Ионизируется

14. В общем случае при адсорбции молекула адсорбата в среднем теряет ... степеней свободы:

- [1] 2
- [2] 1
- [3] 3
- [4] 0

15. Внимательно посмотрите на рисунок. Что обозначается символом  $\lambda$ ?



- [1] Адсорбционный потенциал в разных точках поверхности
- [2] Максимум адсорбционного потенциала
- [3] Амплитуда изменения адсорбционного потенциала
- [4] Адсорбированная фаза

16. Какое количество границ раздела фаз может существовать в обычных условиях при 25 °С?

- [1] 3
- [2] 1
- [3] 5
- [4] 6

17. Карты адсорбционного потенциала отражают:

- [1] Энергетический рельеф поверхности
- [2] Адсорбционные центры
- [3] Миграции молекул по поверхности
- [4] Среднее время жизни молекул на поверхности

18. Условием стабильного существования поверхности раздела между двумя фазами является:

- |     |                             |     |                             |
|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|
| [1] | $\Delta H_{\text{обр}} > 0$ | [3] | $\Delta F_{\text{обр}} < 0$ |
| [2] | $\Delta G_{\text{обр}} < 0$ | [4] | $\Delta F_{\text{обр}} > 0$ |

19. Для способа монослойного роста поверхностная энергия адслоя ... поверхностной энергии подложки.

- [1] Меньше
- [2] Больше
- [3] Такая же
- [4] Не имеет значения

20. Степени свободы какого вида движения теряется при адсорбции?

- [1] Вращательного
- [2] Колебательного
- [3] Поступательного
- [4] Вращательного и колебательного

Ключи: 1- [2], 2- [2], 3- [1], 4- [4], 5- [3], 6- [1], 7- [1], 8- [2], 9- [2], 10- [1,3], 11- [2,3], 12- [4], 13- [3], 14- [2], 15- [3], 16- [3], 17- [1], 18- [4], 19- [1], 20- [3].

### **Информация о разработчиках**

Водянкина Ольга Владимировна, д.х.н., профессор, зав. кафедрой физической и коллоидной химии.