


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Аналитической химии

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
Протокол № 29 от «24» июня 2019г.  
Зав. кафедрой

 \_\_\_\_\_ Майстренко В.Н.

Согласовано  
Председатель УМК  
Факультета

 \_\_\_\_\_ Гарифуллина Г.Г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Дисциплины Сорбенты и сорбционные явления в аналитической химии**

**Вариативная часть**

**Б1.В.02**

Направление подготовки магистратура

**04.04.01. «Химия»**

Направленность подготовки

**Аналитическая химия**

Квалификация


Магистр

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

Доцент, к.х.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

 \_\_\_\_\_/Гайнуллина Ю.Ю./

(подпись, Фамилия И.О.)

Дата приема 2019

Уфа-2019

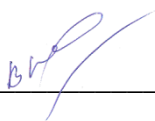
<sup>1</sup>Программа бакалавриата, программа специалитета, программа магистратуры.

<sup>1</sup>Бакалавр, специалист, магистр.

Составитель / составители: к.х.н., доцент Гайнуллина Ю.Ю.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 29 от «24» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Майстренко В.Н.

### Список документов и материалов

|  |    |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы  | 4  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы   | 9  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)  | 9  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  | 10 |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  | 10 |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | 22 |
| 4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)   |    |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 28 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 28 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины  | 29 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 29 |

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)                                | Формируемая компетенция (с указанием кода)   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине   |
|---|--|--|---|
|   | ПК-1. способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты | ПК-1.1. Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           | Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           |
|   |  | ПК-1.2. Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        | Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        |
|   |  | ПК-1.3. Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа |
|   |  | ПК-1.4 Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                              | Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             |
|   |  | ПК-1.5 Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.     | Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.    |
|   |  | ПК-1.6 Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации   | Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации  |
|   |  | ПК-4. способностью участвовать в научных дискуссиях и представлять   |   |
| ПК-4.2. Знать основные требования к стендовым/устным докладам при представлении | Знать: Основные требования к стендовым/устным докладам при представлении полученных результатов НИР  |  |   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати)            | полученных результатов НИР   |  |
|  | <i>ПК-4.3.</i> Уметь высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге (студент-студент, студент-преподаватель, студент-сотрудник лаборатории).  | Уметь: высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге (студент-студент, студент-преподаватель, студент-сотрудник лаборатории).  |
|  | <i>ПК-4.4.</i> Владеть навыками участия в многосторонней научной беседе, используя в устной речи специфическую химическую терминологию   | Владеть: навыками участия в многосторонней научной беседе, используя в устной речи специфическую химическую терминологию   |
| <i>ПК-6.</i> способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности   | <i>ПК-6.1.</i> Знать основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности   | Знать: основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности   |
|  | <i>ПК-6.2.</i> Знать пути решения возникающих проблем  | Знать: пути решения возникающих проблем  |
|  | <i>ПК-6.3.</i> Уметь выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения  | Уметь: выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения  |
|  | <i>ПК-6.4.</i> Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности  | Уметь: выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности  |
|  | <i>ПК-6.4.</i> Владеть способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности  | Владеть: способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности  |
| <i>ПК-7.</i> владением методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования | <i>ПК-7.1.</i> Знать основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ.   | Знать: основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ.   |
|  | <i>ПК-7.2.</i> Уметь правильно составлять конспект лекций, определять главные положения изложения предмета.  | Уметь: правильно составлять конспект лекций, определять главные положения изложения предмета.  |
|  | <i>ПК-7.3.</i> Уметь на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий | Уметь: на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий |
|  | <i>ПК-7.4.</i> Владеть навыками в отборе материала для проведения практических занятий и лабораторных работ  | Владеть: навыками в отборе материала для проведения практических занятий и лабораторных работ по результатам   |

|  |  |   |                              |
|--|--|---|------------------------------|
|  |  | работ по результатам анализа литературных данных. | анализа литературных данных. |
|--|--|---|------------------------------|

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Сорбенты и сорбционные явления в аналитической химии» относится к вариативной части образовательной программы.

Цель дисциплины формирование у студентов представлений о мономолекулярной адсорбции, адсорбции Ленгмюра, а также БЭТ, научить строить изотермы адсорбции. Рассчитывать поверхностное натяжение и емкость монослоя.

Программа составлена таким образом, что студенты смогут ознакомиться структурой и содержанием курса «Сорбенты и сорбционные явления в аналитической химии». В рамках лабораторных работ студентам предложены работы, позволяющие построить изотермы сорбции различных органических соединений на сорбентах различной пористости, изучить влияние температуры и осуществить определения из результатов экспериментальных работ теплоты сорбции и удельные поверхности сорбентов (полярных и неполярных). Большое внимание уделяется практическому применению полученных данных.

Дисциплина изучается на 2 году обучения в течение 3 семестра. Формой отчетности является экзамен.

## **2. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении №1.

### 3. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции **ПК-1.** способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|
|   |   | 2 («Неудовлетворительно»)  | 3 («Удовлетворительно»)  | 4 («Хорошо»)   | 5 («Отлично»)  |
| <b>ПК-1.1.</b> Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации. | Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации. | Затрудняется в определении научной новизны и практической значимости полученных данных   | Формулирует с ошибками научную новизну и практическую значимость полученных данных   | В целом верно формулирует научную новизну и практическую значимость полученных данных, требуется правка специалистом | Знает научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении НИР     |
| <b>ПК-1.2.</b> Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и                            | Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных          | Затрудняется в выборе литературы по тематике исследования. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках экспериментальных методов | Для работы с литературой требуется начальный список. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках теоретических методов | Не всегда выбирает адекватную литературу. Допускает неточности в оценке преимуществ и недостатков                    | Уверенно выбирает литературу по тематике исследования, знает преимущества и недостатки теоретических и |



|   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|--|
| экспериментальных методов используемых в НИР.   | методов используемых в НИР.   |   |   | теоретических и экспериментальных методов   | экспериментальных методов используемых в НИР.  |
| <b>ПК-1.3.</b> Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Затрудняется в выделении теоретической основы экспериментальных методов используемых в НИР  | Определяет отдельные теоретические положения экспериментальных методов.                         | В целом верно определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР.                                  | Самостоятельно определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР с привлечением литературы |
| <b>ПК-1.4</b> Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                              | Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             | Затрудняется в составлении конспекта  | Составляет конспект, ошибается в определении главных положений предшествующих работ по теме НИР | Составляет конспект, определяет главные положения предшествующих работ с помощью специалиста в данной области | Правильно составляет конспекты, самостоятельно выделяет главные положения предшествующих работ         |
| <b>ПК-1.5</b> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по  | Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам   | Затрудняется в проведении первичного литературного анализа в выбранной области исследований | Затрудняется в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа                      | Проводит литературный анализ. Формулирует тематику НИР с  | Способен формулировать тематику НИР по результатам литературного                                       |

|   |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
| результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.                          | первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.                         |   | литературных данных.   | последующей правкой и уточнениями специалистом                               | анализа в выбранной области исследований.  |
| <b>ПК-1.6</b> Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации | Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации | Затрудняется в проведении экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР диссертации | Владеет ограниченным набором навыков экспериментальных работ | Владеет ограниченным набором навыков экспериментальных и теоретических работ | Показывает уверенное владение навыками экспериментальных и теоретических работах по теме НИР диссертации |

Код и формулировка компетенции **ПК-4.** способностью участвовать в научных дискуссиях и представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати)

| Код и наименование индикатора достижения компетенции            | Результаты обучения по дисциплине                 | Критерии оценивания результатов обучения |                                       |  |  |
|---|---|--|---------------------------------------|--|--|
|   |   | 2<br>(«Неудовлетворительно»)             | 3<br>(«Удовлетворительно»)            | 4 («Хорошо»)                             | 5 («Отлично»)                                    |
| <b>ПК-4.1.</b> Знать основные правила ведения научной дискуссии | Знать: основные правила ведения научной дискуссии | Затрудняется в ведении научной дискуссии | Плохо знает правила ведения дискуссии | Знает основные правила ведения дискуссии | Знает основные правила ведения научной дискуссии |
| <b>ПК-4.2.</b> Знать основные                                   | Знать: Основные требования к                      | Затрудняется в оформлении результатов    | Оформляет с серьезными ошибками       | Оформляет с незначительными              | Знает основные требования к                      |

|   |   |  |   |   |  |
|---|---|--|---|---|--|
| требования к стендовым/устным докладам при представлении полученных результатов НИР   | стендовым/устным докладам при представлении полученных результатов НИР  | НИР по правилам                                |   | ошибками                                  | стендовым/устным докладам.   |
| <b>ПК-4.3.</b> Уметь высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге (студент-студент, студент-преподаватель, студент-сотрудник лаборатории). | Уметь: высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге (студент-студент, студент-преподаватель, студент-сотрудник лаборатории). | Затрудняется в высказывании своей точки зрения | Неясно и нечетко излагает точку зрения. | Недостаточно аргументирует точку зрения.  | Умеет высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге со специалистами различного уровня       |
| <b>ПК-4.4.</b> Владеть навыками участия в многосторонней научной беседе, используя в устной речи специфическую химическую терминологию              | Владеть: навыками участия в многосторонней научной беседе, используя в устной речи специфическую химическую терминологию              | Затрудняется в использовании терминологии      | Путается в использовании терминов       | Иногда ошибается в использовании терминов | Владеет навыками участия в научной беседе, свободно использует специфическую химическую терминологию |

Код и формулировка компетенции **ПК-6.** способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности

| Код и наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине | Критерии оценивания результатов обучения |                            |              |               |
|-------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------|--------------|---------------|
|                               |                                   | 2<br>(«Неудовлетворительно»)             | 3<br>(«Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
|                               |                                   |  |                            |              |               |

| <b>достижения компетенции</b>   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| <b>ПК-6.1.</b> Знать основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности                        | Знать: основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности                        | Затрудняется в формулировании возможных проблем                 | Плохо знает основные возможные проблемы                | Знает отдельные возможные проблемы   | Знает основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности                        |
| <b>ПК-6.2.</b> Знать пути решения возникающих проблем   | Знать: пути решения возникающих проблем   | Затрудняется в формулировании путей решения возникающих проблем | Плохо знает пути решения возникающих проблем           | Знает пути решения отдельных проблем   | Знает пути решения возникающих проблем   |
| <b>ПК-6.3.</b> Уметь выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения | Уметь: выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения | Затрудняется в выявлении возникающих проблем                    | Затрудняется в выявлении и разборе возникающих проблем | Имеет недостатки при разборе возникающих проблем с целью поиска путей их решения | Умеет выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения |
| <b>ПК-6.4.</b> Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности           | Уметь: выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности           | Затрудняется в выделении главных проблем                        | Нечетко выделяет возникающие проблемы                  | Не может ранжировать проблемы по степени важности                                | Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности           |

|   |   |  |  |   |  |
|---|---|--|--|---|--|
| <b>ПК-6.5.</b> Владеть способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности | Владеть: способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности | Затрудняется в определении возникающих проблем | Затрудняется в анализе возникающих проблем | Имеет отдельные затруднения в определении и анализе возникающих проблем | Владеет способностью к определению и анализу проблем, возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности |
|---|---|--|--|---|--|

Код и формулировка компетенции **ПК-7.** владением методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения   |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | 2<br>(«Неудовлетворительно»)   | 3<br>(«Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)   | 5 («Отлично»)  |
| <b>ПК-7.1.</b> Знать основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ. | Знать: основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ. | Не способен грамотно подобрать основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ. | Частично знает основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ. | Знает основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ, но допускает отдельные ошибки. | Знает основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ |
| <b>ПК-7.2.</b> Уметь правильно составлять конспект лекций, определять  | Уметь: правильно составлять конспект лекций, определять главные                                | Не способен грамотно составлять конспект лекций, определять главные положения  | Испытывает затруднения правильно составлять конспект   | Умеет правильно составлять конспект лекций, определять главные   | Умеет правильно составлять конспект лекций, определять главные положения                     |

|  |  |   |  |   |  |
|--|--|---|--|---|--|
| главные положения изложения предмета.  | положения изложения предмета.  | изложения предмета.   | лекций, определять главные положения изложения предмета.   | положения изложения предмета, но допускает отдельные ошибки.  | изложения предмета.  |
| <b>ПК-7.3.</b> Уметь на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий | Уметь: на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий | Не способен грамотно на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий. | Испытывает затруднения на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий | Умеет на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий, но допускает отдельные ошибки. | Умеет на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий. |
| <b>ПК-7.4.</b> Владеть навыками в отборе материала для проведения практических занятий и лабораторных работ  | Владеть: навыками в отборе материала для проведения практических занятий и лабораторных работ по   | Не способен грамотно отбирать материал для проведения практических занятий и лабораторных работ по результатам анализа литературных   | Испытывает затруднения об отборе материала для проведения практических занятий и   | Владеет навыками отбора материала для проведения практических занятий и лабораторных работ  | Способен грамотно отбирать материал для проведения практических занятий и лабораторных работ   |

|   |  |         |  |  |   |
|---|--|---------|--|--|---|
| по результатам анализа литературных данных. | результатам анализа литературных данных. | данных. | лабораторных работ по результатам анализа литературных данных. | по результатам анализа литературных данных, но допускает некоторые ошибки. | по результатам анализа литературных данных. |
|---|--|---------|--|--|---|

Рейтинговая система оценок в магистратуре не предусмотрена.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>  | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>  | <b>Оценочные средства</b>                           |
|--|---|---|
| ПК-1.1. Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           | Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.                           | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-1.2. Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        | Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.        | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-1.3. Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-1.4 Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                              | Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике                             | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-1.5 Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.     | Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.    | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-1.6 Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации   | Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации  | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-4.1. Знать основные правила ведения научной дискуссии   | Знать: основные правила ведения научной дискуссии   | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-4.2. Знать основные требования к стендовым/устным докладам при представлении полученных результатов НИР   | Знать: Основные требования к стендовым/устным докладам при представлении полученных результатов НИР   | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-4.3. Уметь высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге (студент-студент, студент-преподаватель, студент-сотрудник лаборатории).               | Уметь: высказывать свою точку зрения и участвовать в диалоге (студент-студент, студент-преподаватель, студент-сотрудник лаборатории).               | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-6.1. Знать основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  | Знать: основные возможные проблемы своей профессиональной деятельности  | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-6.2. Знать пути решения возникающих проблем   | Знать: пути решения возникающих проблем   | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-6.3. Уметь выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения   | Уметь: выявлять возникающие проблемы и осуществлять их разбор с целью поиска путей их решения   | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-6.4. Уметь выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности   | Уметь: выделять главные проблемы при исполнении своей профессиональной деятельности   | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-6.4. Владеть способностью к определению и анализу проблем,  | Владеть: способностью к определению и анализу проблем, возникающих при  | Лабораторные работы, тестирование,                  |



|   |  |   |
|---|--|---|
| возникающих при исполнении своей профессиональной деятельности  | исполнении своей профессиональной деятельности   | допуски, экзамен                                    |
| ПК-7.1. Знать основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ.   | Знать: основную литературу по методике преподавания химии, проведению экспериментальных работ.   | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-7.2. Уметь правильно составлять конспект лекций, определять главные положения изложения предмета.  | Уметь: правильно составлять конспект лекций, определять главные положения изложения предмета.  | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-7.3. Уметь на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий | Уметь: на основе учебной литературы выделять главное и использовать эти сведения для объяснения результатов практических работ, обладать навыками подбора и решения задач для проведения семинарских занятий | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |
| ПК-7.4. Владеть навыками в отборе материала для проведения практических занятий и лабораторных работ по результатам анализа литературных данных.  | Владеть: навыками в отборе материала для проведения практических занятий и лабораторных работ по результатам анализа литературных данных.  | Лабораторные работы, тестирование, допуски, экзамен |

Образец экзаменационного билета

Минобрнауки России  
 ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
 Факультет химический  
 Кафедра физической химии и химической экологии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

**Дисциплина «СОРБЕНТЫ И СОРБЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ»**

Билет № 2

1. Расчет потенциальной энергии взаимодействия Леннарда-Джонса на примере адсорбции аргона на базисной грани графита.
2. Природа сорбентов. Активированные угли, силикагели, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты, неорганические соли и оксиды, пористые полимеры. Модифицирование адсорбентов

Зав.кафедрой

Майстренко В.Н.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных

возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:**

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **«Сорбенты и сорбционные явления в аналитической химии»**

1. Краткие сведения о силовом поле поверхности и его происхождение.
2. Сущность сорбции. Адсорбция, абсорбция. Локализованная и нелокализованная адсорбция, удельная поверхность.
3. Адсорбционные явления и их применение в технике.
4. Термодинамическое доказательство экзотермичности адсорбции.
5. Способы выражения адсорбции. Изотерма, изобара, изостера адсорбции.
6. Неспецифические сорбенты ( угли, неполярные пористые полимеры, сажа), сорбенты, имеющие на поверхности заряды или сосредоточенную электронную плотность (силикагель, оксид алюминия, цеолита или молекулярные сита, гидроксилы, полярные пористые полимеры).
7. Природа сорбентов. Активированные угли, силикагели, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты, неорганические соли и оксиды, пористые полимеры. Модифицирование адсорбентов.
8. Типы сорбатов по химической природе и специфичности молекулярных взаимодействий.

9. Расчет потенциальной энергии взаимодействия Леннарда-Джонса на примере адсорбции аргона на базисной грани графита.
10. Ориентационные и индукционные взаимодействия. Не специфическая адсорбция на специфических адсорбентах (КС1, цеолитах).
11. Адсорбция дипольных и квадрупольных молекул на ионных адсорбентах. Особенности взаимодействия ароматических углеводородов с гидроксильными группами поверхности.
12. Теория Гиббса. Общие условия равновесия объёмных фаз и поверхностных слоев.
13. Условия механического равновесия фаз. Адсорбция, как избыток вещества в поверхностном слое, фундаментальные уравнения Гиббса и их применение для определения адсорбции на границе раздела фаз.
14. Молекулярные модели адсорбции газов и паров на однородной поверхности. Уравнение адсорбции Генри.
15. Мономолекулярная локализованная адсорбция. Теория Лэнгмюра, ее допущения. Изотерма Лэнгмюра для одного и нескольких газов.
16. Полимолекулярная локализованная адсорбция. 17. Теория БЭТ, ее допущения, недостатки модели БЭТ, математическая основа. Применение уравнения БЭТ для оценки величины удельной поверхности.
18. Изотермы III типа.
19. Физическая адсорбция на пористых адсорбентах.
20. Изотермы IV типа.
21. Теория капиллярной конденсации. Уравнение Кельвина-Томсона. Различные типы пор. Капиллярная конденсация в различных моделях пор.
22. Причины капиллярно-конденсационного гистерезиса.
23. Физическая адсорбция на микропористых адсорбентах. Изотерма I типа, их интерпретация. Зависимость адсорбции на микропористых адсорбентах от температуры.
24. Определение объёма пор микропористого адсорбента по методу Дубинина и Каганера в соответствии с потенциальной теорией Поляны. Коэффициент аффинности. Эмпирическое уравнение Дубинина.
25. Основные особенности хемосорбции. Хемосорбция водорода, кислорода, азота, оксида углерода.
26. Хемосорбция соединений основного характера при изучении кислотности поверхности.
27. Природа неоднородности реальных твердых тел (ступеньки скола, вакансии, междоузлия).
28. Непористые и пористые твердые тела.
29. Классификация адсорбентов и катализаторов по размерам и характеру пор.
30. Классификация по строению: корпускулярные и губчатые пористые системы.

### ***Пример лабораторных работ***

#### **Лабораторная Работа 1 «Изучение адсорбции ПАВ из растворов на твердом адсорбенте»**

**Цель работы:** получение изотерм поверхностного натяжения растворов ПАВ на границе с воздухом; определение предельной адсорбции ПАВ из водного раствора на угле; вычисление удельной поверхности адсорбента.

**Краткая теория.** Типичные ПАВ имеют асимметрично построенные молекулы, состоящие из двух частей: активной полярной группы, хорошо взаимодействующей с молекулами воды, типа  $-\text{OH}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{SO}_3\text{Na}$ ,  $-\text{COONa}$  и др., и неполярной гидрофобной группы – углеводородного радикала.

Такие дифильные молекулы, способные взаимодействовать одновременно с полярными и неполярными средами, самопроизвольно накапливаются на границах раздела фаз, понижая энергию Гиббса поверхности и образуя адсорбционный слой определенной структуры. В ад-

сорбционных слоях молекулы ПАВ ориентируются полярными группами в сторону полярной среды (воды), а гидрофобной неполярной частью – в сторону менее полярной фазы (воздуха, углеводородной жидкости). По мере заполнения поверхности раздела вода – воздух молекулами ПАВ поверхностное натяжение на этой границе резко снижается. В разреженных адсорбционных слоях молекулы ПАВ располагаются вдоль поверхности. Такое расположение ПАВ приводит к наибольшему экранированию молекул воды и обеспечивает минимальное поверхностное натяжение раствора.

С ростом концентрации раствора число молекул ПАВ в адсорбционном слое увеличивается. При некоторой концентрации раствора может образоваться предельно насыщенный адсорбционный слой, так называемый **«частокол Ленгмюра»**. В этом случае поверхностный слой отвечает конденсированной пленке и поверхность воды оказывается сплошь покрытой углеводородными участками молекул ПАВ. Поверхностнонатяжению растворов при этих концентрациях приближается к значению поверхностного натяжения самих поверхностно-активных веществ на границе с воздухом.

При введении адсорбентов в водные растворы ПАВ молекулы ПАВ адсорбируются на границе вода–твердая поверхность. Согласно **правилу Ребиндера при адсорбции ПАВ разность полярностей между адсорбентом и растворителем уменьшается.** Все полярные гидрофильные поверхности адсорбируют ПАВ из неполярных и слабополярных жидкостей. Неполярные сорбенты, такие, как уголь или некоторые полимерные материалы, наоборот, хорошо адсорбируют ПАВ из полярных жидкостей.

На адсорбцию ПАВ из растворов существенное влияние оказывает и пористость сорбента. Влияние пористости определяется соотношением размеров пор и молекул ПАВ. С уменьшением размеров пор адсорбция небольших молекул ПАВ, как правило, возрастает. Однако это наблюдается, только если молекулы ПАВ имеют размеры, позволяющие проникнуть в поры адсорбента.

По истечении определенного времени в системе адсорбент–водный раствор ПАВ устанавливается равновесие между количеством А молекул ПАВ, перешедших на поверхность сорбента, и их объемной равновесной концентрацией с. Это равновесие может быть описано уравнением Ленгмюра (3.2), при этом емкость монослоя А<sub>∞</sub> отвечает предельной адсорбции. Для более точного определения величины А<sub>∞</sub>, предпочтительнее использовать уравнение Ленгмюра в линейной форме:

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{A_{\infty}} + \frac{1}{A_{\infty} \cdot K} \cdot \frac{1}{C} \quad (3.16)$$

Графически зависимость  $\frac{1}{A} = f\left[\frac{1}{C}\right]$  выражается прямой, пересекающей ось ординат. Отрезок, отсекаемый от оси ординат, определяет величину, обратную емкости монослоя. Тангенс угла наклона прямой позволяет найти константу адсорбционного равновесия К.

Величину адсорбции А для ПАВ обычно рассчитывают, определяя концентрацию раствора до и после адсорбции:

$$A \approx \Gamma = \frac{C_0 - C}{m} \cdot V, \quad (3.17)$$

где С<sub>0</sub>, с – начальная и равновесная концентрации ПАВ в растворе;

$m$  – масса адсорбента;

$V$  – объем раствора ПАВ, в который введен адсорбент.

Разность концентраций поверхностно-активного вещества  $C_0 - c$  удобно определять по изменению поверхностного натяжения раствора.

Определив экспериментально емкость монослоя  $A_\infty$  по формуле (3.4), можно рассчитать удельную поверхность адсорбента  $S_{уд}$ , т. е. поверхность, приходящуюся на единицу массы адсорбента. Для этого необходимо знать площадь  $s_0$ , занимаемую одной молекулой адсорбата в насыщенном адсорбционном слое на границе раздела фаз. Согласно исследованиям Ленгмюра и Гаркинса площадь, занимаемая одной молекулой большинства одноосновных жирных кислот и спиртов, составляет 0,2–0,3 нм<sup>2</sup>.



13

### ***Критерий оценивания лабораторных работ***

*Удовлетворительно- нет комплексного отчета*

*Хорошо- грамотно оформлен отчет, и сдан допуск к работе*

*Отлично- приведены все изотермы, построены графики, сделан отчет по работе*

***Допуски к лабораторным работам:***

***Перечень вопросов:***

1. Краткие сведения о силовом поле поверхности и его происхождение.
2. Сущность сорбции. Адсорбция, абсорбция. Локализованная и нелокализованная адсорбция, удельная поверхность.
10. Адсорбционные явления и их применение в технике.
11. Термодинамическое доказательство экзотермичности адсорбции.
12. Способы выражения адсорбции. Изотерма, изобара, изостера адсорбции.
13. Неспецифические сорбенты ( угли, неполярные пористые полимеры, сажа), сорбенты, имеющие на поверхности заряды или сосредоточенную электронную плотность (силикагель, оксид алюминия, цеолита или молекулярные сита, гидроксилы, полярные пористые полимеры).
14. Природа сорбентов. Активированные угли, силикагели, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты, неорганические соли и оксиды, пористые полимеры. Модифицирование адсорбентов.
15. Типы сорбатов по химической природе и специфичности молекулярных взаимодействий.
16. Расчет потенциальной энергии взаимодействия Леннарда-Джонса на примере адсорбции аргона на базисной грани графита.

10. Ориентационные и индукционные взаимодействия. Не специфическая адсорбция на специфических адсорбентах (КС1, цеолитах).
13. Адсорбция дипольных и квадрупольных молекул на ионных адсорбентах. Особенности взаимодействия ароматических углеводородов с гидроксильными группами поверхности.
14. Теория Гиббса. Общие условия равновесия объёмных фаз и поверхностных слоев.
13. Условия механического равновесия фаз. Адсорбция, как избыток вещества в поверхностном слое, фундаментальные уравнения Гиббса и их применение для определения адсорбции на границе раздела фаз.

### **Критерии оценивания:**

*К выполнению работы допущен, если ответил на все вопросы.*

*К выполнению работы не допущен, если ответил не более чем на 3 вопроса.*

### **Тесты по дисциплине**

- Поверхностно – активные вещества поверхностное натяжение растворителя:
  1. повышают;
  2. понижают;
  3. в зависимости от концентрации могут как повышать, так и понижать;
  4. не изменяют.
- 2. Поверхностно – инактивные вещества поверхностное натяжение растворителя:
  1. повышают;
  2. уменьшают в очень сильной мере;
  3. не изменяют;
  4. могут, как повышать, так и понижать в зависимости от своей концентрации.
- 3. Поверхностно – неактивные вещества:
  1. повышают поверхностное натяжение растворителя, только присутствуя в растворах в больших количествах;
  2. изменяют поверхностное натяжение растворителя только при малых концентрациях;
  3. практически не изменяют поверхностное натяжение растворителя, присутствуя в растворе даже в значительных количествах;
  4. не способны растворяться в растворителе.
- 4. При растворении ПАВ концентрация их молекул в поверхностном слое жидкости по сравнению с таким же слоем, но расположенным в ее глубине:
  1. практически одинаковая;
  2. значительно выше;
  3. всегда во много раз ниже;
  4. может быть как ниже, так и выше в зависимости от времени наблюдения.
- 5. При растворении ПИВ концентрация их частиц в поверхностном слое жидкости по сравнению с таким же слоем, но расположенным в ее глубине:
  1. практически одинаковая;
  2. значительно выше;
  3. всегда во много раз ниже;
  4. может быть как ниже, так и выше в зависимости от времени наблюдения.
- 6. Уравнение Гиббса для расчета величины адсорбции  $\Gamma$  на границе раздела жидкость – газ выглядит следующим образом:
  1.  $\Gamma = K \cdot C^{1/n}$ ;
  2.  $\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{C}{C+K}$ ;
- в)  $\Gamma = - \frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}$ ;
- г)  $\Gamma = - \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT}$ .
- 7. Поверхностная активность вещества  $g$  показывает:
  1. как изменяется поверхностное натяжение раствора при увеличении концентрации растворенного вещества в 2 раза;
  2. во сколько раз увеличивается поверхностное натяжение раствора при увеличении концентрации растворенного вещества в 2 раза;

3. во сколько раз уменьшается поверхностное натяжение раствора при уменьшении концентрации ПАВ в 2 раза;
  4. как изменяется поверхностное натяжение раствора при увеличении концентрации растворенного вещества на единицу.
8. Поверхностная активность вещества  $g$  рассчитывается по формуле:

$$g = \frac{\Delta\sigma}{\Delta C};$$

1.

$$g = - \frac{\Delta\sigma}{\Delta C};$$

2.

$$g = dc \cdot d\sigma;$$

3.

$$g = - \frac{dc}{d\sigma}.$$

4.

9. Величина адсорбции  $\Gamma$  имеет положительное значение при:

1.  $d\sigma > 0$  и  $dc > 0$ ;
2.  $d\sigma < 0$  и  $dc > 0$ ;
3.  $d\sigma < 0$  и  $dc < 0$ ;
4.  $d\sigma = 0$  и  $dc > 0$ .

10. Величина адсорбции  $\Gamma$  имеет отрицательное значение при:

1.  $d\sigma > 0$  и  $dc < 0$ ;
2.  $d\sigma < 0$  и  $dc < 0$ ;
3.  $d\sigma < 0$  и  $dc > 0$ ;
4.  $d\sigma = 0$  и  $dc > 0$ .

11. Поверхностная активность ПАВ имеет наибольшее значение:

1. при его малых концентрациях в растворе;
2. при его высоких концентрациях в растворе;
3. независимо от его концентрации в растворе;
4. при его концентрации в растворе равной 1 моль/л.

12. Поверхностная активность ПАВ имеет наименьшее значение:

- а) при его малых концентрациях в растворе;
- б) при его высоких концентрациях в растворе;
- в) независимо от его концентрации в растворе;
- г) при его концентрации в растворе равной 1 моль/л.

13. К ПАВ относятся вещества, молекулы которых:

1. состоят только из гидрофобной углеводородной цепи;
2. являются симметричными и обе их части являются или гидрофильными, или гидрофобными;
3. имеют несимметричное строение и состоят из сравнительно небольшой полярной группы и длинного углеводородного радикала;
4. могут иметь самое различное строение.

14. Полярная и неполярная части молекулы ПАВ соединяются между собой:

1. ковалентной связью;
2. ионной связью;
3. водородной связью;
4. межмолекулярными связями.

15. Поверхностная активность ПАВ возрастает с:

1. увеличением длины его углеводородного радикала;
2. уменьшением длины его углеводородного радикала;
3. увеличением его растворимости;
4. уменьшением его растворимости.

16. Поверхностная активность ПАВ равна нулю:

1. в области малых концентраций;
2. в области больших концентраций;
3. при  $\Gamma = \Gamma_{\infty}$ ;
4. ни при каких условиях не может быть равна нулю.

17. Зависимость поверхностной активности ПАВ от длины его углеводородного радикала определяется:
1. изотермой его адсорбции;
  2. правилом Дюкло-Траубе;
  3. уравнением Гиббса;
  4. уравнением Лэнгмюра.
18. К молекулярным или неионогенным ПАВ относятся:
1. алифатические спирты;
  2. соли жирных карбоновых кислот;
  3. сложные эфиры;
  4. третичные амины.
19. К ионогенным катионактивным ПАВ относятся:
1. вторичные или третичные амины;
  2. некоторые высшие карбоновые кислоты;
  3. простые эфиры;
  4. ароматические спирты.
20. К ионогенным анионактивным ПАВ относятся:
1. фенолы;
  2. соли жирных карбоновых кислот;
  3. сульфоалканы;
  4. сложные эфиры.
21. Амфолитные ПАВ:
1. являются электронейтральными молекулами;
  2. содержат в молекуле одну или несколько гидрофильных групп, способных быть как донорами, так и акцепторами протонов в зависимости от pH раствора;
  3. могут быть как ионогенными, так и неионогенными в зависимости от их концентрации в растворе;
  4. являются симметричными молекулами, гидрофильная и гидрофобная части которых имеют одинаковые размеры.
22. Площадь  $S_0$ , занимаемая одной молекулой ПАВ в поверхностном слое жидкости при  $\Gamma = \Gamma_\infty$ , зависит от:
1. размеров молекулы ПАВ;
  2. длины её углеводородного радикала;
  3. размеров её гидрофильной части;
  4. концентрации ПАВ в растворе.
23. В насыщенном мономолекулярном слое молекулы ПАВ располагаются:
1. горизонтально поверхности жидкости;
  2. перпендикулярно поверхности жидкости;
  3. беспорядочно;
  4. или горизонтально, или вертикально поверхности жидкости в зависимости от концентрации ПАВ в растворе.
24. Площадь, занимаемая одной молекулой ПАВ в поверхностном слое при их малой концентрации в растворе, зависит от:
1. размеров молекулы ПАВ;
  2. размеров её гидрофильной части;
  3. концентрации ПАВ в растворе;
  4. температуры раствора.
25. Площадь  $S_0$ , занимаемую одной молекулой ПАВ в насыщенном мономолекулярном слое при  $\Gamma = \Gamma_\infty$ , можно рассчитать по формуле:
1.  $S_0 = v \cdot \rho$ ;
  2.  $S_0 = \Gamma \cdot M$ ;
  3.  $S_0 = N_0 \cdot \Gamma$ ;
  4. 
$$S_0 = \frac{1}{\Gamma_\infty \cdot N_0}$$
.
26. Длину молекулы ПАВ можно рассчитать по формуле:
1.  $l = v \cdot \rho$ ;
  2.  $l = \rho / m$ ;
  3.  $l = M \cdot \rho / \Gamma_0$ ;
  4. 
$$l = \frac{\Gamma_\infty \cdot M}{\rho}$$
.
27. Поверхность твёрдого адсорбента:
1. является однородной;
  2. обладает одинаковыми адсорбционными свойствами;
  3. содержит в своём составе так называемые адсорбционные или активные центры;
  4. содержит малые участки с повышенным запасом свободной поверхностной энергии Гиббса.
28. Адсорбция на твёрдой поверхности в отличие от адсорбции на поверхности жидкости:



1. может быть как мономолекулярной, так и полимолекулярной;
  2. может осуществляться только за счёт действия сил физической природы;
  3. происходит, в первую очередь, на её определённых участках, обладающих повышенным запасом внутренней энергии;
  4. всегда является необратимым процессом.
29. Мономолекулярная адсорбция газа по Лэнгмюру на твёрдом адсорбенте:
1. происходит на всей поверхности адсорбента;
  2. происходит только на активных центрах адсорбента;
  3. является обратимым процессом;
  4. осуществляется только за счёт действия сил химической природы.
30. Уравнение Лэнгмюра, описывающее адсорбцию газа на твёрдой поверхности, имеет вид:
1. 
$$\Gamma = -\frac{\Delta S}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT};$$
  2. 
$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{p}{k+p};$$
  3. 
$$\Gamma = p \cdot \frac{\Gamma_{\infty}}{k+p};$$
  4. 
$$\Gamma_{\infty} = \Gamma \cdot \frac{k+p}{p}.$$
31. Уравнение Лэнгмюра позволяет описать:
1. любой участок изотермы адсорбции;
  2. только тот участок изотермы адсорбции, который имеет прямолинейный характер;
  3. только тот участок изотермы адсорбции, который изображается параболической кривой;
  4. только тот участок изотермы адсорбции, который изображается прямой, параллельной оси абсцисс.
32. Уравнение Фрейндлиха позволяет описать:
1. любой участок изотермы адсорбции;
  2. только тот участок изотермы адсорбции, который имеет прямолинейный характер;
  3. только тот участок изотермы адсорбции, который изображается параболической кривой;
  4. только тот участок изотермы адсорбции, который изображается прямой, параллельной оси абсцисс.
33. Уравнение Фрейндлиха для адсорбции газа имеет следующий вид:
1. 
$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{p}{k+p};$$
  2. 
$$\Gamma = K \cdot p^{1/n};$$
  3. 
$$\lg \Gamma = \lg K + \frac{1}{n} \cdot \lg p;$$
  4. 
$$\Gamma = n \cdot p^k.$$
34. Удельную поверхность твёрдого адсорбента можно рассчитать по формуле:
1. 
$$S_{уд} = \Gamma_{\infty} \cdot N_A;$$
  2. 
$$S_{уд} = \Gamma_{\infty} \cdot N_A \cdot K;$$
  3. 
$$S_{уд} = \Gamma \cdot N_A \cdot S_0;$$
  4. 
$$S_{уд} = \Gamma_{\infty} \cdot N_A / S_0.$$
35. Константа K в уравнении Фрейндлиха для адсорбции газа представляет собой:
1. величину адсорбции  $\Gamma$  при равновесном давлении газа равном единице;
  2. равновесное давление газа, при котором все активные центры, расположенные на поверхности твёрдого адсорбента, насыщены молекулами газа;
  3. величину адсорбции  $\Gamma$  при равновесном давлении газа равном атмосферному;
  4. величину адсорбции  $\Gamma_{\infty}$  при данных внешних условиях.
36. Предельное значение адсорбции газа  $\Gamma_{\infty}$  на данном адсорбенте:
1. не зависит от величины температуры;
  2. с увеличением температуры уменьшается;
  3. с увеличением температуры увеличивается;
  4. зависит от температуры сложным образом.
37. Предельное значение адсорбции газа  $\Gamma_{\infty}$  на данном адсорбенте с увеличением температуры:
1. достигается при более низком равновесном давлении газа  $p$ ;
  2. достигается при более высоком равновесном давлении газа  $p$ ;
  3. достигается всегда при одном и том же равновесном давлении газа  $p$ ;
  4. не изменяет своей величины.
38. При одинаковых внешних условиях на активированном угле лучше всего будет адсорбироваться газ:
1. кислород;
  2. водород;
  3. азот;
  4. хлор.

39. Из воздуха на твердом адсорбенте лучше всего будет адсорбироваться:
1. водяной пар;
  2. углекислый газ;
  3. кислород;
  4. азот.
40. Адсорбция газа на твердом адсорбенте зависит от:
1. его цвета и запаха;
  2. природы адсорбента и адсорбтива;
  3. температуры кипения газа;
  4. равновесного давления газа над твердым адсорбентом.
41. Согласно теории БЭТ – Поляни, образование дополнительных адсорбционных слоев на твердом адсорбенте:
1. происходит за счет сил межмолекулярного взаимодействия;
  2. в результате конденсации молекул пара;
  3. происходит только после завершения формирования первого мономолекулярного слоя;
  4. возможно при незаконченном первом мономолекулярном слое.
42. При адсорбции из растворов на твердом адсорбенте:
1. всегда происходит накопление только растворителя;
  2. может происходить как адсорбция растворенного вещества, так и растворителя;
  3. осаждаются только молекулы растворенного вещества, независимо от его природы;
  4. могут осаждаться как молекулы, так и ионы растворенного вещества.
43. Величину адсорбции  $\Gamma$  из растворов на твердом адсорбенте можно рассчитать по формуле:
1.  $\Gamma = \frac{(C_0 - C) \cdot V}{m}$  ;
  2.  $\Gamma = \frac{(C_0 - C) \cdot m}{V}$  ;
  3.  $\Gamma = \frac{(C - C_0)}{m \cdot V}$  ;
  4.  $\Gamma = - \frac{(C_0 - C) \cdot m}{V}$  .
44. Соотношение между адсорбированными на твердом адсорбенте молекулами растворенного вещества и растворителя зависит от:
1. времени, в течение которого происходит процесс адсорбции;
  2. собственной адсорбционной способности этих соединений на твердом адсорбенте;
  3. концентрации раствора;
  4. массы адсорбента.
45. На активированном угле из бинарной системы бензол – анилин:
1. лучше будет адсорбироваться бензол;
  2. лучше будет адсорбироваться анилин;
  3. оба вещества будут адсорбироваться в одинаковой мере;
  4. оба вещества не будут адсорбироваться.
46. На силикагеле ( $\text{SiO}_2$ ) из бинарной системы бензол – анилин:
1. лучше будет адсорбироваться бензол;
  2. лучше будет адсорбироваться анилин;
  3. оба вещества будут адсорбироваться в одинаковой мере;
  4. г) оба вещества не будут адсорбироваться.
47. С помощью гидрофильного адсорбента (глина, силикагель) ПАВ лучше извлекается из:
1. воды;
  2. бензола;
  3. гексана;
  4. этанола.
48. С помощью гидрофобного адсорбента (уголь, графит, парафин) ПАВ лучше извлекается из:
1. воды;
  2. бензола;
  3. гексана;
  4. этанола.
49. Отрицательная адсорбция на твердом адсорбенте происходит:
1. если вместо растворенного вещества адсорбируется растворитель;
  2. при использовании разбавленных растворов;
  3. при использовании концентрированных растворов;
  4. если растворитель и адсорбент очень сильно различаются своей полярностью.
50. Специфическая или избирательная ионная адсорбция происходит на:
1. неполярном адсорбенте;
  2. любом твердом адсорбенте;

3. ионных кристаллах;
  4. твердом адсорбенте, поверхность которого образована полярными молекулами, способными к диссоциации в водном растворе.
51. Адсорбционная способность ионов в водном растворе зависит от:
1. величины их заряда;
  2. степени гидратации;
  3. радиуса в гидратированном состоянии;
  4. массы иона.
52. При примерно одинаковом радиусе, с увеличением величины заряда адсорбционная способность ионов:
1. возрастает;
  2. уменьшается;
  3. остается неизменной;
  4. изменяется сложным образом.
53. При одинаковой величине заряда с возрастанием радиуса ионов их адсорбционная способность:
1. а) возрастает;
  2. уменьшается;
  3. остается неизменной;
  4. изменяется сложным образом.
54. Наличие гидратной оболочки у иона:
1. увеличивает его адсорбционную способность;
  2. ослабляет его адсорбционную способность;
  3. не влияет на его адсорбционную способность;
  4. влияет на его адсорбционную способность сложным образом.
55. Для однозарядных катионов щелочных металлов в случае их адсорбции из водного раствора лиотропный ряд выглядит следующим образом:
1.  $Cs^+ > Rb^+ > K^+ > Na^+ > Li^+$ ;
  2.  $Cs^+ < Rb^+ < K^+ < Na^+ < Li^+$ ;
  3.  $Li^+ > Cs^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+$ ;
  4.  $Li^+ < Cs^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+$ .
56. Вид потенциалопределяющих ионов при их избирательной адсорбции на ионном кристалле определяется с помощью правила:
1. Дюкло–Траубе;
  2. Шульца – Гарди;
  3. Панета – Фаянса;
  4. Гендерсона – Гассельбаха.
57. Эквивалентная ионная адсорбция:
1. характерна только для слабых электролитов;
  2. характерна только для сильных электролитов;
  3. характерна для любого электролита;
  4. не характерна никакому электролиту.
58. Для однозарядных галогенид – анионов в случае их адсорбции из водных растворов лиотропный ряд выглядит следующим образом:
1.  $I^- < Br^- < Cl^- < F^-$ ;
  2.  $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$ ;
  3.  $F^- > I^- > Cl^- > Br^-$ ;
  4.  $F^- < I^- < Cl^- < Br^-$ ;
59. Из ионов щелочных металлов в водном растворе наибольшей адсорбционной способностью обладает:
1.  $Cs^+$ ;
  2.  $Rb^+$ ;
  3.  $K^+$ ;
  4.  $Na^+$ .
60. Изгалогенид – анионов, находящихся в водном растворе, наименьшей адсорбционной способностью обладает:
1.  $I^-$ ;
  2.  $Br^-$ ;
  3.  $Cl^-$ ;
  4.  $F^-$ .

**Критерии оценки (в баллах): по тестированию**

- 25 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 23-25 тестовых вопросов;
- 20 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 18-22 тестовых вопросов;
- 15 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 13-16 тестовых вопросов;
- 10 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 8-12 тестовых вопросов;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 4-7 тестовых вопросов;
- 0 баллов выставляется студенту, если студент дал правильные ответы менее чем 3 тестовых вопроса.

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

##### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины** **Основная литература**

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### **Основная литература**

1. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен: учебное пособие по некоторым главам химии почв. – Тула: Гриф и К, 2009. – 172с.
2. Оура К., Лифшиц В. Г., Саранин А. А. и др. Введение в физику поверхности / Под ред. В. И. Сергиенко. — М.: Наука, 2006. — 490 с.
3. Конюхов В.Ю. Хроматография. учебник (Электронный ресурс) СПб.: Лань, 2012. URL:<http://e.lanbook.com/>
4. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. 2 том. (электронный ресурс) М.: Всыш.шк, 2010.[www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/8167](http://www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/8167)
5. Васильев В.П. Аналитическая химия. том 2. М.: Дрофа, 2004г. [www.biblioclub.ru/53423.Analiticheskaya\\_khimiya](http://www.biblioclub.ru/53423.Analiticheskaya_khimiya)
6. Химия привитых поверхностных соединений: учеб.пособие / под ред. Г. В. Лисичкина - М.: ФИЗ-МАТЛИТ, 2003 - 592 с.

##### **Дополнительная литература**

1. Герасимов Я.И. и др. Курс физической химии. М.: Химия, ч.1 1976.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность и пористость. М.: Мир. 1984.
3. Киселев А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии. М.: Высшая школа. 1986.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия. Изд. 3.1990. 510 с.
5. Трепнел Б. Хемосорбция. Издатинлит. 1958.
6. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия 1976.
7. Шапкин Н.П., Жамская Н.Н., Скобун А.С. и др. Адсорбция белков и жиров из сточных вод пищевых предприятий на природных сорбентах// Известия Вузов. Пищевая технология, №4, 2001. С.36-38.
8. Пирузян А.В., Боковикова Т.Н., Найденов Ю.В. Адсорбция белков на природных сорбентах // Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. Электронный научно-технический журнал, № 6, 2008.
9. Э.М. Ширалиева, Л.А. Биннатова, А.И. Ягубов, Н.М. Мурадова, В.Э. Рустамова, А.Н. Нуриев. Сорбция тионина из водных растворов некоторыми катионзамещенными

формами бентонита и их коллоидно-химические характеристики // Конденсированные среды и межфазные границы, Т. 9, № 1, С. 79-82.

10. П.А. Кебец, Ю.В. Леоненко, М.В. Малоземов, П.Н. Нестеренко. Сорбция цвиттер-ионных красителей сверхсшитым полистиролом из водных растворов // Вестн. Моск. Университета. Сер. 2. Химия. 2006. Т. 47. № 3.

11. Смагин А.В. Газовая фаза почв. Изд. МГУ, М., 2005, –300 стр.

### **Программное обеспечение в Интернет-ресурсы:**

На компьютерах кафедры аналитической химии имеется выход в Интернет, а также доступ к электронным библиотекам.

Библиотека Башкирского государственного университета предлагает бакалаврам следующие Интернет-ресурсы:

- Базы данных российских библиотек;
- Базы данных зарубежных библиотек;
- Электронные варианты авторефератов и диссертаций;
- Научные поисковые системы.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х книгах. Книга 1. 4-е изд. стер. Кн. 1. М.: "Дрофа". 2004.

[www.biblioclub.ru/53423\\_Analiticheskaya\\_khimiya\\_kniga\\_1.html](http://www.biblioclub.ru/53423_Analiticheskaya_khimiya_kniga_1.html)

2. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования: учебное пособие / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. — СПб.: Лань, 2012. — 480 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань". — ISBN 978-5-8114-1320-1. — <URL: <http://e.lanbook.com/>>.

3. Основы аналитической химии. /Под ред. Ю.А. Золотова. Т. I-II/ М.: Академия. 2010. [www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/8167](http://www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/8167)

-база данных ScinceDirect издательства Elsevir: <http://www.sciencedirect.com>;

- научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

4. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х книгах. Книга 1. 4-е изд. стер. Кн. 1. М.: "Дрофа". 2004.

[www.biblioclub.ru/53423\\_Analiticheskaya\\_khimiya\\_kniga\\_1.html](http://www.biblioclub.ru/53423_Analiticheskaya_khimiya_kniga_1.html)

5. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х книгах. Книга 2. 4-е изд. стер. Кн. 1. М.: "Дрофа". 2004.

[www.biblioclub.ru/53422\\_Analiticheskaya\\_khimiya\\_kniga\\_2.html](http://www.biblioclub.ru/53422_Analiticheskaya_khimiya_kniga_2.html)

6. Основы аналитической химии. /Под ред. Ю.А. Золотова. Т. I-II/ М.: Академия. 2010. [www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/8167](http://www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/8167)

7. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочернин Л.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум. М.: Дрофа, 2009. [www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/53421](http://www.bashedu.bibliotech.ru/Reader/Book/53421)

8. Гайнуллина Ю.Ю. Зильберг Р.А. Учебное пособие, г.Уфа, РИЦ БашГУ, 2017. [https://elib.bashedu.ru/dl/local/Gajnullina\\_Zilberg\\_Lab\\_praktikum\\_po\\_analiticheskoj\\_himii\\_pr\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Gajnullina_Zilberg_Lab_praktikum_po_analiticheskoj_himii_pr_2017.pdf)

9. Гайнуллина Ю.Ю. Масс-спектрометрический метод анализа. [https://elib.bashedu.ru/dl/local/Shirjaeva\\_idr\\_Mass-spektrometricheskij\\_metod\\_up\\_2018.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Shirjaeva_idr_Mass-spektrometricheskij_metod_up_2018.pdf)

### **б) дополнительная литература:**

1. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994.

2. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. Л.: Химия, 1984.

3. МИ 2336-95 ГСИ Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания.

4. ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. М.: Госстандарт России.

**в) учебно-методический комплекс кафедры аналитической химии и изданные в РИЗО БашГУ:**

1. Методические указания по математической обработке результатов анализа, 2008

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

«Интернет», необходимой для освоения дисциплины (модуля) Библиотека ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет» предлагает магистрам следующие Интернет-ресурсы:

- Базы данных российских библиотек;
- Базы данных зарубежных библиотек;
- Полнотекстовые базы данных;
- Электронные варианты авторефератов и диссертаций;
- Коллекции электронных дисков;
- Научные поисковые системы;
- Программное обеспечение.

База данных ScinceDirect издательства Elsevir: <http://www.sciencedirect.com>;

Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU: <http://elibrary.ru> .

Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU: <http://elibrary.ru> .

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор № 31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019
10. Linux OpenSUSE 12.3 (x84\_64) GNU General Public License
11. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU –moodle

### **Информационное обеспечение:**

Договор на БД периодических изданий между БашГУ и «ИВИС» № 96-П1414 от 26.06.2014

Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 09504-0361 от 20.10.2014

Договор на зарубежные БД между БашГУ и НЭИКОН № 193 от 16.10.2014

Договор на приобретение ПО ЭБС ЭБ БашГУ между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» №095

Договор на ЭБС между БашГУ и «Нексмедиа» № 132-0614 от 07.07.2014

Договор на ЭБС между БашГУ и издательством «Лань» № 1417 от 04.07.2014  
Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 09504-0496 от 19.10.2015  
Договор на ЭБС между БашГУ и «Нексмедиа» № 587 от 29.07.2015  
Договор на ЭБС между БашГУ и издательством «Лань» № 586 от 29.07.2015  
Договор на БД периодических изданий между БашГУ и «ИВИС» № 85-П от 10.06.2016  
Договор на БД Institute of Electrical and Electronic Engineers между БашГУ и ГПНТБ № IEEE6 от 01.12.2016  
Договор на БД AnnualReviews между БашГУ и ГПНТБ России № AR6 от 09.01.2017  
Договор на БД APS OnlineJournals между БашГУ и ГПНТБ России № APS6 от 01.12.2016  
Договор на БД CASC между БашГУ и ГПНТБ России № CASC6 от 09.01.2017  
Договор на БД ProQuest между БашГУ и ГПНТБ России № ProQuest6 от 01.04.2017  
Договор на БД QuestelOrbit между БашГУ и ГПНТБ России № Questel 6 от 09.01.2017  
Договор на БД Taylor&Francis между БашГУ и ГПНТБ России № T&F6 от 01.04.2017  
Договор на БД Taylor&Francis между БашГУ и ГПНТБ России № T&F6 от 09.01.2017  
Договор на БД WebofScience между БашГУ и ГПНТБ России № WoS43 от 01.04.2017  
Договор на БД WileyJournals между БашГУ и ГПНТБ России № Wiley 6 от 01.12.2016  
Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 1067095040368 от 25.11.2016  
Договор на ЭБС между БашГУ и «Нексмедиа» № 690 от 26.07.2016  
Договор на ЭБС между БашГУ и издательством «Лань» № 691 от 01.08.2016  
Договор на БД периодических изданий между БашГУ и «ИВИС» № 136-П от 03.07.2017  
Договор на БД AnnualReviews между БашГУ и ГПНТБ России № AR6 от 09.01.2018  
Договор на БД CASC между БашГУ и ГПНТБ России № CASC6 от 09.01.2018  
Договор на БД ProQuest между БашГУ и ГПНТБ России № ProQuest6 от 09.01.2018  
Договор на БД QuestelOrbit между БашГУ и ГПНТБ России № Questel 6 от 09.01.2018  
Договор на БД SCOPUS между БашГУ и ГПНТБ России № SCOPUS6 от 08.08.2017  
Договор на БД SCOPUS между БашГУ и ГПНТБ России № SCOPUS39 от 09.01.2018  
Договор на БД SpringerNature между БашГУ и ГПНТБ России № Springer6 от 25.12.2017  
Договор на БД Taylor&Francis между БашГУ и ГПНТБ России № T&F6 от 09.01.2018  
Договор на БД WebofScience между БашГУ и ГПНТБ России № WoS39 от 02.04.2018  
Договор на БД WileyJournals между БашГУ и ГПНТБ России № Wiley6 от 09.01.2018  
Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 095040220 от 06.12.2017  
Договор на БД между БашГУ и ГПНТБ России № IEEE6 от 09.01.2018  
Договор на ЭБС между БашГУ и «Нексмедиа» № 836 от 29.08.2017  
Договор на ЭБС между БашГУ и издательством «Лань» № 838 от 29.08.2017  
Договор на электронную периодику между БашГУ и РУНЭБ № 1256 от 03.12.2017  
Соглашение на бесплатные коллекции в ЭБС между БашГУ и издательством «Лань» № 1617 от 28.08.2017  
Договор на БД APS OnlineJournals между БашГУ и ГПНТБ России № APS6 от 09.01.2018  
Договор на БД периодических изданий между БашГУ и «ИВИС» № 133-П от 03.07.2018  
Договор на ЭБС между БашГУ и «Нексмедиа» № 847 от 03.09.2018  
Договор на ЭБС между БашГУ и издательством «Лань» № 848 от 03.09.2018  
Договор на электронную периодику между БашГУ и РУНЭБ № SIO-2112018 от 02.10.2018  
Соглашение на бесплатные коллекции ЭБС ЛАНЬ от 01.10.2018

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**





| № п/п | Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом | Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы  | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа  |
|-------|---|---|---|---|
|       | Сорбенты и сорбционные явления в аналитической химии                      | <p><b>1.учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа:</b><br/>аудитория №001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008(химфак корпус), аудитория №305 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), № 311 (химфак корпус), № 405 (химфак корпус).</p> <p><b>2.учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b><br/>лаборатория № 109(химфак корпус)</p> <p><b>3.учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b><br/>№001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория</p> | <p><b>Аудитория №001</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория №002</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория №007</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория 008</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория №305</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 310</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183</p> <p><b>Аудитория №311</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Mattewhite</p> <p><b>Аудитория № 405</b><br/>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic</p> <p><b>Лаборатория №109</b><br/>Учебная мебель, Генератор водорода, Насос вакуумный, Весы лабораторные ONAUSPA-214 С, Аналого-цифровой преобразователь АЦП-2, Деионизатор воды ДВ-10UV, Комплекс хроматографический газовый «ХРОМОС» GX-1000 , Компрессор, Магнитная мешалка 3-х</p> | <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензиибессрочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p> <p>4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>5. LinuxOpenSUSE 12.3 (x84_64) GNUGeneral-PublicLicense</p> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  | <p>№ 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:№001</b> (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус) аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p> <p><b>5. помещение для самостоятельной работы:</b><br/> читальный зал №1 (главный корпус),<br/> читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное),<br/> читальный зал №5 (гуманитарный корпус),<br/> читальный зал №6 (учебный корпус),<br/> читальный зал №7 (гуманитарный корпус),<br/> лаборатория № 109 (химфак корпус)</p> <p><b>6.помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b></p> | <p>секционная с подогревом ULABUS-3110, Магнитная мешалка MS-H280-Pro, Автоматический поляриметр AtagoAP-300, Ноутбук ASUS</p> <p><b>Аудитория № 004</b><br/> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер LenovoThinkCentre A70z IntelPentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Аудитория № 005</b><br/> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPOneos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Читальный зал №1</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал №5</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал №6</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал №7</b><br/> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Лаборатория № 318</b><br/> Учебная мебель, МФУ M Samsung лазерный SCX-4623F, Компьютер в составе: системный блок DEPO 460MDi5-650, монитор, клавиатура, мышь, Рефрактометр, набор ариометров, 2 рН-метра АНИОН-4100, 2 рН-метра HI98103 Checker1</p> |  |
|--|--|---|--|

|  |  |                                 |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|
|  |  | лаборатория 318 (химфак корпус) |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|

## Приложение 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ ХИМИЧЕСКИЙ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Сорбенты и поверхностные явления в аналитической химии**  
на 3 семестр  
очная

| <b>Вид работы</b>   | <b>Объем дисциплины</b> |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 4 ЗЕТ / 144 часов       |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 55,2                    |
| лекций  | 18                      |
| практических / семинарских  | -                       |
| лабораторных  | 36                      |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,2                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 52,8                    |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 36                      |

Форма контроля: экзамен  
экзамен 3 семестр

| № | Тема и содержание   | Форма изучения материалов:<br>лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) |          |    |    | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов                | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|---|---|---|----------|----|----|--|--|---|
|   |   | ЛК  | ПР / Сем | ЛР | СР |  |  |   |
| 1 | 2   | 3   | 4        | 5  | 6  | 7  | 8  | 9   |
| 1 | Краткие сведения о силовом поле поверхности. Основные понятия   | 1   |          |    | 5  | Л.1, гл. 16<br>Л.3   | Проработать лекцию   | коллоквиум  |
| 2 | Типы адсорбционных взаимодействий. Энергия адсорбционных сил  | 2   |          | 4  | 5  | Л.1, гл.16<br>Л.2;<br>Л.3  | Проработать лекции;<br>подготовиться к лабораторной работе | оформленная лабораторная работа   |
| 3 | Адсорбция простых молекул на неполярном адсорбенте, энергия сорбции сложных молекул                     | 2   |          | 2  | 5  | Л.1, гл.18;<br>Л.2 § 1-4   | Проработать лекции;<br>подготовиться к лабораторной работе | оформленная лабораторная работа   |
| 4 | Электростатические силы при адсорбции. Водородная связь. Расчеты различных типов энергий взаимодействия | 2   |          | 4  | 5  | Л.1,<br>Л.3<br>Л.3, ч.1, 1.4   | Проработать лекции;<br>подготовиться к лабораторной работе | оформленная лабораторная работа   |

|   |  |   |  |   |     |  |  |                                 |
|---|--|---|--|---|-----|--|--|---------------------------------|
| 5 | Природа сорбентов. Специфические и неспецифические сорбенты. Способы их получения, области применения и классификация. Сорбаты и их классификация по характеру взаимодействия. | 2 |  |   | 6   | Л.1, гл. 16 §3,4<br>Л.2                          | Проработать лекции   | коллоквиум                      |
| 6 | Способы выражения сорбции. Изотерма, изобара, изостера. Изотермы сорбции газов. Уравнения Генри и Ленгмюра. Адсорбция смеси газов. Уравнение изотермы полимолекулярной         | 1 |  | 6 | 14  | Л.1 гл17,<br>§ 1-4;<br>Л.3 ч.П 7.11              | Проработать лекции;<br>подготовиться к лабораторной работе | оформленная лабораторная работа |
| 7 | Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными формами. Уравнение Гиббса. Применение фундаментального уравнения Гиббса   | 1 |  | 4 | 5   | Л.1, гл. 19.<br>§ 1-3;<br>Л.2, гл.3<br>§ 3.1-3.3 | Проработать лекции;<br>подготовиться к лабораторной работе | оформленная лабораторная работа |
| 8 | Адсорбция пористыми сорбентами. Изотермы IV типа. Капиллярная конденсация. Гистерезис. Уравнения изотерм   | 1 |  | 6 | 3,8 | Л.2, гл.4 §4.1-4.4<br>Л.4                        | Проработать лекции   | коллоквиум                      |

|   |  |           |  |           |             |                         |   |                                 |
|---|--|-----------|--|-----------|-------------|-------------------------|---|---------------------------------|
|   | сорбции  |           |  |           |             |                         |   |                                 |
| 9 | Физическая сорбция микропористыми сорбентами. Теория Поляньи. Ее области применения, недостатки. Уравнение Дубинина. Определение объема микропор. Хемосорбция. Особенности. Изотерма хемосорбции. Изучение кислотности поверхности | 4         |  | 7         | 4           | Л.1, гл. 16 §3,4<br>Л.2 | Проработать лекции; подготовиться к лабораторной работе | оформленная лабораторная работа |
|   | <b>Итого</b>   | <b>18</b> |  | <b>36</b> | <b>52,8</b> |                         |   |                                 |

