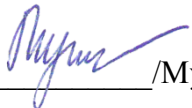
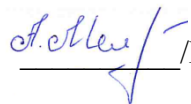


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры физической химии  
и экологии  
протокол № 12 от «24» июня 2019 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ИФ

Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

 /Мельникова А.Я.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Современная физическая химия**

**Обязательная часть – Б1.О.15**

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки  
04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направление (профиль) подготовки  
Современные материалы для медицины и промышленности

Разработчик (составитель)  
к.х.н., доцент

  
подпись

/Насретдинова Р.Н.

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019г.

Составитель: Насретдинова Р.Н., к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и экологии протокол от «24» июня 2019 г. № 12

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 4. 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                                                                                                                                              |  |
| 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 |  |
| 4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| Приложение 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| Приложение 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |

**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:

| Результаты обучения |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Формируемая компетенция (с указанием кода)                                                                                                                                                                                   | Примечание |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Знания              | теоретические основы базовых химических дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов                                                                     |            |
|                     | стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;<br>стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов |            |
| умения              | выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных по-                                                                                                                                                                                                                                    | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ                                                                                                                    |            |

|                                      |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                      | <p>нятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин</p> <p>решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам</p>                 | <p>химии, физики материалов и механики материалов</p>                                                                                                                                                                               |  |
|                                      | <p>проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам; проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры</p>                                              | <p>ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов</p> |  |
| Владения (навыки/ опыт деятельности) | <p>навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам</p>                                                                                                             | <p>ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов</p>                                                                     |  |
|                                      | <p>базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов</p> <p>базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p> | <p>ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов</p> |  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

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

Цель дисциплины:

- раскрытие связей между физическими и химическими явлениями и на этой основе более глубокое понимание сущности химических процессов, протекающих в природе и технике, путей и способов управления последними.

Дисциплина «Современная физическая химия» относится к обязательной части образовательной программы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения дисциплины «Неорганическая и органическая химия». Для усвоения курса физической химии требуется владение операциями дифференцирования (в том числе с частными производными), интегрирования, методами решения простых обыкновенных дифференциальных уравнений. Студент должен иметь представление о строении вещества, фазовых переходах и общих закономерностях химических процессов.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. 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

**ОПК-1** Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)                                                                                                                                 | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                                                                                                                                               | 2 («Не удовлетворительно»)                                                                                                                                                                           | 3 («Удовлетворительно»)                                                                                                                                                             | 4 («Хорошо»)                                                                                                                                                                                      | 5 («Отлично»)                                                                                                                                                                |
| Первый этап (уровень)               | Знать теоретические основы базовых химических дисциплин                                                                                                                                                                       | Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии                                                                                                                     | Имеет представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках                                 | Имеет представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин | Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин |
| Второй этап (уровень)               | Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин | Умеет классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических и неорганических соединений, называть вещества в соответствии с номенклатурой ИЮПАК | Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин | Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов                  | Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин  |
|                                     | решать ти-                                                                                                                                                                                                                    | Умеет ре-                                                                                                                                                                                            | Умеет ре-                                                                                                                                                                           | Умеет ре-                                                                                                                                                                                         | Умеет ре-                                                                                                                                                                    |

|                       |                                                                                  |                                                                                           |                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | повые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам                | шать типовые задачи из базовых курсов химии, но допускает отдельные ошибки                | шать типовые задачи из базовых курсов химии                                                       | шать комбинированные задачи из базовых курсов химии                                                                                                   | шать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии                                                                                            |
| Третий этап (уровень) | Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам | Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов | Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам | Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсуждения освоенного материала | Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам |

**ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)                                                              | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                                                                            | 2 («Не удовлетворительно»)                                                                                                                                            | 3 («Удовлетворительно»)                                                                                                                                                                                | 4 («Хорошо»)                                                                                                                                                                                                                              | 5 («Отлично»)                                                                                                                                                                                                            |
| Первый этап (уровень)               | Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ | Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ | Имеет общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента | Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности | Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента |

|                       |                                                                                            |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Второй этап (уровень) | Уметь проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам                         | Умеет проводить простой анализ и одностадийный синтез по готовой методике без оформления протокола опытов | Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50% от заявленного в методике; анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента | Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний | Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями |
| Третий этап (уровень) | Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов | Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных веществ                              | Владеет базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ                                                                                                                                                                             | Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов                                                                                                                                      | Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов                                                                                                                                                                                                                      |

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей дисциплины, перечисленных в рейтинг-плане дисциплины, для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**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**

| Этапы освоения  | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Компетенция                                                                                                                                                                                                                  | Оценочные средства                                            |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1-й этап знания | теоретические основы базовых химических дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов                                                                     | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
|                 | стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ                                                                                                                                                                                      | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
| 2-й этап Умения | планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности.<br>самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов                                                                     | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                              |                                                               |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                               | <p>выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин</p> <p>решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам</p> | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов                                                                     | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
|                               | проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам                                                                                                                                                                                                                                                     | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
|                               | проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры                                                                                                                                                                                                                                        | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
| 3-й этап<br>Владения навыками | приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.                    | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов                                                                     | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |

|  |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                              |                                                               |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|  | навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам                   | ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов                                                                     | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
|  | базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов         | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |
|  | базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен |

### Экзаменационные билеты

### Типовые материалы к экзамену

#### Первый модуль

1. Основные понятия химической термодинамики: система, фаза, компонент. Термодинамические переменные. Экстенсивные и интенсивные переменные. Постулат равновесия. Нулевой закон термодинамики.
2. Уравнения состояния системы. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа. Вириальные уравнения.
3. Первый закон термодинамики. Его формулировка и следствия. Функции состояния и функции пути. Теплота, работа и изменение внутренней энергии для различных процессов в идеальном газе. Энтальпия. Вычисление изменений внутренней энергии и энтальпии из опытных данных.
4. Закон Гесса. Теплоты реакций  $Q_V$  и  $Q_P$ . Стандартные энтальпии химических реакций. Энтальпии образования химических соединений.
5. Теплоемкости. Их определение в классической и статистической термодинамике. Использование теплоемкостей для расчетов изменения энергии, энтальпии и энтропии.
6. Зависимость энтальпий химических реакций от температуры. Уравнение Кирхгофа.
7. Второй закон термодинамики. Энтропия, как функция состояния. Изменение энтропии при необратимых процессах.
8. Математический аппарат термодинамики. Фундаментальное уравнение Гиббса. Внутренняя энергия, как однородная функция объема, энтропии и числа молей. Уравнение Гиббса-Дюгема. Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла и их использование при расчетах энергии, энтальпии и энтропии. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
9. Термодинамические потенциалы (характеристические функции) и их свойства. Различные формы записи условий термодинамического равновесия. Критерий самопроизвольного протекания процесса.

10. Химический потенциал. Его различные определения. Способы вычисления изменений химического потенциала в термодинамике и статистической термодинамике. Химический потенциал и стандартный химический потенциал идеального газа. Химический потенциал реальных газов и его расчеты по методу летучести (фугитивности) Льюиса.

11. Химические равновесия в закрытых системах. Условие химического равновесия. Изотерма химической реакции. Стандартная энергия Гиббса химической реакции.

12. Химические равновесия в газовой фазе. Различные формы записи констант равновесия и связь между ними. Закон действующих масс и его термодинамический вывод.

13. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса.

14. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона Клаузиуса. Его применение к процессам плавления, сублимации и испарения в однокомпонентных системах (на примере  $H_2O$ ). Фазовые переходы первого рода. Фазовые переходы второго рода.

15. Основные понятия термодинамики растворов. Функции смешения, избыточные функции смешения. Мольная энергия Гиббса смешения. Идеальные растворы. Закон Рауля и закон Генри. Стандартный химический потенциал компонента в жидком и твердом растворах. Стандартные состояния "чистое вещество" и "бесконечно-разбавленный раствор".

16. Неидеальные растворы. Метод активностей Льюиса. Вычисление коэффициентов активности из экспериментальных данных по давлению пара компонентов раствора. Термодинамическая классификация растворов.

17. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: зависимость растворимости вещества от температуры, криоскопия, эбулиоскопия. Экстракционное равновесие. Осмос, уравнение Вант-Гоффа.

18. Уравнения Гиббса-Дюгема-Маргулеса. Обобщенное уравнение Гиббса Дюгема. Мольные (интегральные) и парциальные мольные величины.

19. Правило фаз Гиббса и его применение к различным диаграммам состояния бинарных систем (простая эвтектика, диаграмма с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся соединением).

20. Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния в координатах:  $P(x_i, y_i)$ - $Tk(x_i, y_i)$ - $x_i(y_i)$ . Азеотропные смеси. Законы Гиббса Коновалова.

21. Химические равновесия в растворах. Константы равновесия при различном выборе стандартных состояний для участников реакции. Химическое равновесие в разбавленном растворе. Влияние инертного растворителя. Гетерогенные химические равновесия с образованием и без образования твердых растворов. Зависимость констант равновесия от температуры. Изобара Вант-Гоффа и ее интегрирование.

22. Третий закон термодинамики. Формулировка Нернста и формулировка Планка.

23. Расчеты констант равновесия с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций и приведенной энергии Гиббса.

## **Второй модуль**

1. Кинетическая кривая. Ее вид для исходных, промежуточных веществ и продуктов реакции. Вычисление скорости реакции по кинетическим кривым.

2. Кинетическая кривая. Скорость химической реакции в гомофазной системе и скорости по компонентам. Средняя и истинная скорости. Вычисление скорости из экспериментальных данных.

3. Молекулярность и порядок химической реакции. Методы определения порядка реакции.

4. Необратимые реакции первого порядка. Определение констант скорости из опытных данных.

5. Необратимые реакции второго порядка. Определение констант скорости из опытных данных..

6. Закон действия масс и условия его применения. Константа скорости реакции. Порядок реакции (суммарный, по исходным реагентам).

7. Дифференциальный и интегральный методы определения порядка реакции.

8. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса, вычисление энергии активации и предэкспоненциального множителя из экспериментальных данных.

9. Последовательные реакции первого порядка. Система дифференциальных уравнений для компонентов реакционной смеси. Определение констант скоростей из опытных данных.

а. Обратимые реакции. Кинетическое условие равновесия, константа равновесия. Уравнение для скорости обратимой реакции первого порядка. Вычисление констант скоростей прямой и обратной реакций из экспериментальных данных

б. Параллельные реакции. Определение относительных и абсолютных констант скоростей элементарных стадий из кинетических кривых расходования исходных соединений, накопления продуктов реакций или соответствующих начальных скоростей.

10. Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Примеры механизмов каталитических реакций.

- a. Каталитические реакции. Кислотно-основной катализ. Кинетический анализ механизмов специфического кислотного катализа (на примере иодирования ацетона).
- b. Автокатализ.
- c. Каталитические реакции. Ферментативный катализ. Уравнение и константа Михаэлиса.
11. Термодинамический аспект теории абсолютных скоростей реакции.
12. Радикально-цепные реакции. Неразветвленные цепные процессы. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций. Основные элементарные стадии цепных процессов.
13. Радикально-цепные реакции. Энергия активации цепного процесса. Обрыв цепей и лимитирующая стадия процесса. Длина цепи.
14. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса).
15. Классическая теория электролитической диссоциации. Основные положения. Недостатки.
16. Современная концепция электролитической диссоциации. Механизмы образования растворов электролитов.
17. Термодинамические свойства растворов электролитов.
18. Теория межмолекулярного взаимодействия Дебая-Гюккеля. Расчет коэффициента активности. Область применения Уравнений Дебая-Гюккеля первого, второго и третьего приближения
19. Неравновесные явления в растворах электролитов.
20. Электропроводность (удельная, молярная) электролитов: понятия, влияние различных факторов.
21. Уравнения Колрауша и Крауса-Брея, их применение к сильным и слабым электролитам.
22. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгангена. Уравнение Онзагера. Область его применения.
23. Гальванический элемент. Правила Международной конвенции о гальваническом элементе и ЭДС.
24. Термодинамика электрохимических реакций в гальваническом элементе. Влияние температуры на ЭДС электрохимической системы. Расчет  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  и  $\Delta S$  для электрохимических систем.
25. Причины возникновения скачка потенциала на концах электрохимической цепи.
26. Диффузионный потенциал. Причины возникновения. Методы элиминирования.
27. Электродные потенциалы. Водородная шкала. Стандартная ЭДС цепи.
28. Классификация электродов. Примеры. Уравнения Нернста для этих электродов.
29. Электрохимические системы. Их классификация в зависимости от природы возникновения ЭДС.
30. Измерение ЭДС как метод физико-химического исследования. Определение констант диссоциации слабых электролитов, pH растворов, произведения растворимости методом ЭДС.
31. Основные признаки равновесных и неравновесных электрохимических систем.
32. Химическое действие электрического тока. Выход вещества по току.
33. Плотность тока как мера скорости электрохимических процессов.
34. Лимитирующие стадии в электрохимических реакциях. Поляризация электрода и ток обмена.
35. Диффузионная кинетика электродных процессов: три основных уравнения, вывод уравнения поляризационной кривой.

Структура экзаменационного билета.

Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.
3. Теоретический вопрос

Образец экзаменационного билета

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Закон Гесса. Теплоты реакций  $Q_V$  и  $Q_p$ . Стандартные энтальпии химических реакций. Энтальпии образования химических соединений.

2. Неидеальные растворы. Метод активностей Льюиса. Вычисление коэффициентов активности из экспериментальных данных по давлению пара компонентов раствора. Термодинамическая классификация растворов.

3. Расчеты констант равновесия с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций и приведенной энергии Гиббса.

Зав. кафедрой физической химии  
и химической экологии БашГУ, проф.

А.Г. Мустафин

20\_\_-20\_\_ уч. г. Кафедра ФХ и ХЭ

Критерии и методика оценивания (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.

**Промежуточный контроль знаний студентов (содержание коллоквиумов)**

**Программа коллоквиума по химической термодинамике**

Термодинамические системы, их классификация, термодинамический метод их описания. Термодинамическое состояние системы. Термодинамические параметры состояния системы - интенсивные и экстенсивные.

Термодинамические процессы. Самопроизвольные и несамопроизвольные, термодинамически обратимые и необратимые, равновесные и неравновесные процессы.

Первое начало (закон) термодинамики, его содержание и математические выражения. Внутренняя энергия, энтальпия. Их свойства. Теплота и работы различного рода. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Вычисление изменения внутренней энергии, теплоты и работы при протекании различных процессов. Теплоемкость. Теплоемкости как мера изменения внутренней энергии или энтальпии с изменением температуры. Зависимость теплоемкости индивидуального вещества от температуры.

Первое начало термодинамики и энергетика различных процессов. Закон Гесса, его формулировка. Следствия из закона Гесса и их применение для термохимических расчетов. Уравнение Кирхгофа. Методы расчета тепловых эффектов различных физических и химических процессов. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Расчет тепловых эффектов по данным  $H^{\circ}_0$  и  $H^{\circ}_T - H^{\circ}_0$  или  $H^{\circ}_{298}$  и  $H^{\circ}_T - H^{\circ}_{298}$ . Расчеты с использованием уравнения Гиббса - Гельмгольца.

Второе начало (закон) термодинамики. Термодинамические методы рассмотрения вопроса о возможности и направлении самопроизвольного протекания процессов. Статистическая природа второго закона. Уравнение второго закона для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Её основные свойства. Энтропия как координата состояния в явлениях теплообмена. Методы расчета изменения энтропии при протекании различных процессов. Абсолютная энтропия. Вычисление абсолютной энтропии и её изменения. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса. Критерии возможности направления и предела протекания различных процессов в изолированной системе.

Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики (фундаментальное уравнение Гиббса). Значение этого уравнения. Фундаментальные уравнения Гиббса для открытых и закрытых систем.

Метод термодинамических функций Гиббса. Внутренняя энергия и энтальпия как изохорно-изоэнтропийный и изобарно-изоэнтропийный потенциалы.

Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса, их полные дифференциалы, свойства  $F$  и  $G$ . Условия равновесия и протекания процессов при постоянстве давления и температуры или объема и температуры.

Характеристические функции. Их свойства. Связи между ними. Естественные переменные. Критерии возможности самопроизвольного течения процессов и критерии устойчивого равновесия в закрытых системах для различных условий существования системы.

Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Его вывод. Различные формы этого уравнения. Физический смысл величин, входящих в уравнение Гиббса - Гельмгольца. Значение уравнения. Влияние температуры на изменение энергии Гиббса. Методы расчета  $\Delta G$ .

Химические потенциалы. Их свойства. Химические потенциалы однокомпонентных систем. Связь химических потенциалов с энергией Гиббса.

Термодинамический метод активности. Его суть. Активность, коэффициент активности. Летучесть и коэффициент летучести. Физический смысл коэффициента активности (летучести). Различные методы определения летучести реальных газов.

### **Программа коллоквиума по кинетике**

Кинетическая кривая. Определение. Вид кинетических кривых для исходных реагентов, промежуточных и конечных продуктов реакции.

Скорость химической реакции. Определение для гомогенной реакции в закрытой системе. Размерность скорости. Средняя, истинная и начальная скорости. Скорость реакции по компонентам и скорость реакции.

Вычисление истинной скорости реакции из экспериментальных данных. Описание кинетических кривых полиномом и вычисление скоростей в любые моменты времени.

Формулировка закона действия масс. Примеры.

Константа скорости химической реакции, ее физический смысл. Размерности констант скоростей.

Порядок реакции (по исходным реагентам, суммарный). Молекулярность реакции.

Определение порядка и константы скорости реакции из экспериментальных данных дифференциальным и интегральным методами.

Уравнение Аррениуса. Физический смысл и размерности величин, входящих в уравнение Аррениуса.

Вычисление энергии активации и предэкспоненциального множителя из экспериментальных данных.

### **Программа коллоквиума по электрохимии**

Электролиты. Теория электролитической диссоциации, ее недостатки. Современная теория. Термодинамическое описание растворов электролитов. Суть метода активности. Активность общая, отдельных ионов, средняя ионная активность. Коэффициент активности отдельных ионов и средний ионный коэффициент активности, связь между ними. Ионная сила раствора.

Ион-ионные взаимодействия в растворах. Теория Дебая-Гюккеля. Уравнение Дебая-Гюккеля первого, второго и третьего приближений, области их применений.

Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузия и миграция ионов в растворах. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Электрическая проводимость (электропроводность) растворов. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводности, их определение и связь между ними. Влияние концентрации раствора на электропроводность. Предельная электропроводность. Закон Кольрауша. Числа переноса.

Электрофоретический и релаксационный эффекты. Уравнение Онзагера, область его применения. Эффекты Дебая-Фалькенгагена и Вина.

Обобщенная электрохимическая система. Гальванический элемент. Основные положения международной конвенции об электродвижущей силе (э.д.с.) и электродных потенциалах. Схематическая запись гальванических элементов. Написание реакций, протекающих на электродах и в гальваническом элементе в целом.

Термодинамика обратимых электрических систем. Температурная зависимость э.д.с. Расчет констант равновесия и других термодинамических характеристик электрохимических реакций ( $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta C_p$ ) по данным об э. д. с. гальванических коэффициентов и их температурных коэффициентах.

Скачки потенциала на границе раздела фаз в электрохимических системах. Основные причины их возникновения. Э. д. с. гальванического элемента как сумма скачков потенциала. Потенциал электрода. Водородная шкала потенциалов. Стандартные электродные потенциалы. Концентрационная зависимость электродных потенциалов. Уравнение Нернста.

Электроды. Классификация электродов. Электроды первого и второго рода, амальгамные, газовые и редокси-электроды (подробно о каждом виде электродов: общая характеристика; схематическая запись; реакции, протекающие на электродах; уравнения для электродных потенциалов; важнейшие представители каждого вида; их применение).

Электрохимические цепи. Принципы классификации. Цепи с переносом и без переноса. Физические цепи. Химические цепи. Концентрационные цепи.

Диффузионные потенциалы. Методы оценки их величины. Способы уменьшения диффузионных потенциалов на границе двух жидкостей.

Области применения метода э.д.с.

Химические действия электрического тока. Законы Фарадея, их сущность и формулировки. Выход вещества по току. Плотность тока как мера скорости электродного процесса.

Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Их основные признаки. Ток обмена. Электродная поляризация. Основные стадии электродных процессов. Лимитирующие стадии. Поляризационные характеристики (поляризационные кривые). Перенапряжение.

Оценка промежуточных знаний студентов на лабораторных работах осуществляется на основании их ответов на вопросы для самостоятельной подготовки.

Итоговый контроль проводится в виде зачетов и экзаменов в 6, 7 семестрах. Для зачета необходимо выполнить лабораторные работы, сдать отчет по работам, иметь положительные оценки по результатам контрольных работ. Экзаменационная оценка ставится на основании письменного и устного ответов по экзаменационному билету.

### Критерии и методика оценивания:

- 5 баллов выставляется студенту, если точно используется специализированная терминология, показано уверенное владение нормативной базой;
- 4 балла выставляется студенту, допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, нет определенной логической последовательности, неточно используется специализированная терминология;
- 3 балла выставляется студенту, нет общего понимания вопроса, имеются затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии.

### Тестирование

1. При зарядке свинцового аккумулятора на аноде протекает процесс

- 1)  $\text{PbSO}_4 + 2\text{e} \leftrightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$
- 2)  $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}$
- 3)  $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e} \leftrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \leftrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}$

2. При работе гальванического элемента в стандартных условиях происходят процессы превращения химической энергии реагентов в

- 1) Электромагнитную
- 2) **Электрическую**
- 3) Магнитную
- 4) Световую

3. В гальваническом элементе из никелевого ( $\varphi^\circ = -0,25\text{В}$ ) и железного ( $\varphi^\circ = -0,44\text{В}$ ) электродов, погруженных в 1 моляльные растворы их солей, на аноде протекает процесс

- 1)  $\text{Fe}^0 - 2\text{e} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$
- 2)  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e} \leftrightarrow \text{Fe}^0$ ;
- 3)  $\text{Ni}^0 - 2\text{e} \leftrightarrow \text{Ni}^{2+}$
- 4)  $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e} \leftrightarrow \text{Ni}^0$

4. Определить ЭДС гальванического элемента, содержащего железный и серебряный электроды в 0,1 моляльных растворах их солей ( $\varphi^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{В}$ ,  $\varphi^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80\text{В}$ )

- 1) -1,21
- 2) **1,21**
- 3) 1,24
- 4) -1,24

5. Как схематически записывают каломельный электрод

- 1)  $\text{Cl}^- \setminus \text{AgCl}, \text{Ag}$
- 2)  $\text{SO}_4^{2-} \setminus \text{Hg}_2\text{SO}_4, \text{Hg}$
- 3)  **$\text{Cl}^- \setminus \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$**
- 4)  $\text{Hg}^{2+} \setminus \text{Hg}$

6. Чем характеризуется электродвижущая сила

- 1) **разностью электродных потенциалов**
- 2) суммой электродных потенциалов
- 3) произведением электродных потенциалов
- 4) отношением электродных потенциалов

7. Из чего состоит концентрационный гальванический элемент:

- 1) из двух одинаковых металлических электродов, погруженных в раствор соли этого же металла
- 2) из двух разных металлических электродов, погруженных в растворы солей этих же металлов с разными концентрациями
- 3) из двух разных металлических электродов, погруженных в раствор солей этих металлов с одинаковыми концентрациями
- 4) из двух одинаковых металлических электродов, погруженных в растворы солей этого же металла с разными концентрациями.**

**8.** Из каких электродов состоит гальванический элемент Даниэля-Якоби

- 1) медного и кадмиевого
- 2) кадмиевого и цинкового
- 3) медного и цинкового**
- 4) цинкового и железного

**9.** Из числа записанных схематически электродов, укажите электрод II рода

- 1)  $\text{Zn}^{2+} \setminus \text{Zn}$ ,
- 2)  $\text{Br}^- \setminus \text{AgBr}$  , Ag**
- 3)  $\text{H}^+ \setminus \text{H}_2$ , Pt,
- 4)  $\text{Sn}^{4+}$  ,  $\text{Sn}^{2+} \setminus \text{Pt}$

**10.** В работающем гальваническом элементе катодом является электрод, на котором

- 1) выделяется газ
- 2) протекает процесс восстановления**
- 3) более отрицательный потенциал
- 4) протекает процесс окисления

Критерии и методика оценивания:

Один тестовый опрос (25 вопросов).

- 1 балл выставляется студенту, если ответ правильный;

- 0 баллов выставляется студенту, если ответ неправильный.

### Защита лабораторной работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ                                                                                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Изучение химического равновесия гомогенной реакции                                                                                                           |
| 2.       | Изучение зависимости давления насыщенного пара индивидуальной жидкости от температуры.                                                                       |
| 3.       | Определение энтальпии образования кристаллогидрата из безводной соли и воды.                                                                                 |
| 4        | Исследование равновесия двухкомпонентной системы «жидкий раствор-пар». Построение диаграммы «температура-состав» для двух полностью смешивающихся жидкостей. |
| 5        | Изучение гетерогенного равновесия в системе из двух ограниченно растворимых жидкостей.                                                                       |
| 6        | Исследование кристаллизации бинарных легкоплавких систем. Построение диаграммы плавкости.                                                                    |
| 7        | Изучение взаимной растворимости жидкостей в трехкомпонентной системе. Построение диаграммы равновесия в системах с ограниченной растворимостью.              |
| 8        | Определение активационных параметров реакции окисления иодид-иона пероксидом водорода методом отсчета времени.                                               |
| 9        | Изучение кинетики инверсии сахара.                                                                                                                           |
| 10       | Изучение кинетики тушения люминесценции флюоресцеина бромидом калия.                                                                                         |

|    |                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | Изучение кинетики реакции иодирования ацетона.                                                                                                          |
| 12 | Математическое моделирование сложных химических реакций.                                                                                                |
| 13 | Определение эффективных чисел переноса ионов в растворе серной кислоты.                                                                                 |
| 14 | Исследование электрической проводимости электролитов в воде.                                                                                            |
| 15 | Определение константы диссоциации одноосновной кислоты методом измерения электропроводности растворов                                                   |
| 16 | Исследование элемента Даниеля                                                                                                                           |
| 17 | Определение произведения растворимости труднорастворимого соединения методом измерения электродвижущих сил.                                             |
| 18 | Определение температурной зависимости электродвижущей силы гальванического элемента и расчёт на её основе термодинамических величин химической реакции. |

Проводится в форме устного опроса до выполнения работы и проверки оформленной работы в лабораторном журнале.

Критерии и методика оценивания:

- 0 баллов выставляется студенту, если он не владеет содержанием практической работы;
- 1 балл выставляется студенту, если он частично владеет содержанием практической работы;
- 2 балла выставляется студенту, если он владеет содержанием практической работы, но не может объяснить полученные результаты;
- 3 балла выставляется студенту, если он владеет содержанием практической работы, может объяснить полученные результаты.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература

1. Борисов И.М. Основы химической термодинамики: учеб. пособие / И. М. Борисов; БГПУ им. М. Акмуллы. — Уфа: БГПУ, 2009. — 180 с.
2. Стромберг А. Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник для химических специальностей вузов. М.: Высшая школа, 2009. 527 с.
3. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч.1/Башкирский государственный университет; авт.-сост. Ю.С. Зимин; И.В. Сафарова; В.Р. Хайруллина; Р.Н. Насретдинова; С.Л. Хурсан. — Уфа : РИЦ БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ [URL:https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Zimin\\_idr\\_Fizicheskaja\\_himija\\_1\\_up\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Zimin_idr_Fizicheskaja_himija_1_up_2017.pdf)

#### Дополнительная литература

1. Еремин В.В. и др. Основы физической химии. Теория и задачи. М.: Экзамен. 2005. 478 с.
2. Физическая химия (Под редакцией Краснова К.С.). В 2 кн. Кн.1. Строение вещества. Термодинамика. Изд-е 3-е. М.: Высш. шк., 2001. 687 с.
3. Кудряшов И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. Изд. 6-е. М.: Высш. шк. 1991. 527 с.
4. Краткий справочник физико-химических величин (Под ред. Равделя А.А. и Пономаревой А.М). Изд. 10-е, перераб. - СПб.: Иван Федоров. 2003. 240 с.
5. Е.Т.Денисов. Химическая кинетика. М.: Химия. : 2000. 566 с.
6. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. Изд. 4-е. М.: Высшая школа, 1984. 391 с
7. Физическая химия (Под редакцией Краснова К.С.). В 2 кн. Кн2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. М.: Высш. шк., 2001. 319 с.
8. Вопросы для подготовки к коллоквиумам по физической химии [Электронный ресурс]: методические указания для студентов химического факультета / Башкирский государственный

университет; сост. Ю.С. Зимин; И.В. Сафарова. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Zimin\\_Vopros\\_dlya\\_podgotovki\\_k\\_kollokviumam\\_po\\_fizicheskoy\\_himii\\_Ufa\\_RIC\\_BashGU\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Zimin_Vopros_dlya_podgotovki_k_kollokviumam_po_fizicheskoy_himii_Ufa_RIC_BashGU_2017.pdf)

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

1. «Электронная библиотека БашГУ» <https://elib.bashedu.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://elibrary.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru>
6. Научный журнал «Вестник Башкирского университета» <http://bulletin-bsu.com>
7. Научный журнал «Доклады Башкирского университета» <http://www.dokbsu.ru>
8. Web of Science Core Collection <http://apps.webofknowledge.com/>
9. Scopus <http://www.scopus.com/>

### Программное обеспечение:

1. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
2. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
3. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
4. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
5. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
6. Система электронного тестирования на базе Moodle <http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841> (afferte).

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

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>                                                             | <i>Вид занятий</i>         | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                                                                                                                             | <b>2</b>                   | <b>3</b>                                                                                                                                                            |
| <b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b><br>аудитория № 405 (корпус химфак)                              | <i>Лекции</i>              | <b>Аудитория № 405 (корпус химфак)</b><br>Учебная мебель,<br>мультимедиа-проектор BenQ MX660,<br>экран настенный Classic Norma 244*183.                             |
| <b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b><br>аудитория № 405 (корпус химфак)<br>аудитория № 101. (корпус | <i>Лабораторные работы</i> | <b>Аудитория № 101 (корпус химфак)</b><br>Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,<br>аквадистиллятор ДЭ-4, кондуктометры (2 шт)<br>Модуль “Термостат” |

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| химфак)<br>аудитория № 120. (корпус химфак).                                                                                                                                                                                                      |                                                         | <p>Модуль “Электрохимия”<br/> Модули “Универсальный контроллер” (2 шт).<br/> Модуль “Термохимический анализ”<br/> Поляриметр круговой СМ-3, термостаты (3 шт),<br/> весы аналитические, кондуктометр АНИОН 7020,<br/> весы технические, персональные компьютеры Pentium 4.</p> <p><b>Аудитория № 120 (корпус химфак)</b><br/> Термостаты (2 шт.).<br/> Модуль “Электрохимия”<br/> Модуль “Универсальный контроллер”<br/> Модуль “Термохимический анализ”. Персональный компьютер в комплекте HP AiO 20" CQ 100 (моноблок)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b><br/> аудитория № 405 (корпус химфак)<br/> аудитория № 101. (корпус химфак)<br/> аудитория № 120. (корпус химфак).<br/> Аудитория № 005 (корпус химфак)</p> | Проведение групповых и индивидуальных консультаций      | <p><b>Аудитория № 101 (корпус химфак)</b><br/> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,<br/> аквадистиллятор ДЭ-4, кондуктометры (2 шт)<br/> Модуль “Термостат”<br/> Модуль “Электрохимия”<br/> Модули “Универсальный контроллер” (2 шт).<br/> Модуль “Термохимический анализ”<br/> Поляриметр круговой СМ-3, термостаты (3 шт),<br/> весы аналитические, кондуктометр АНИОН 7020,<br/> весы технические, персональные компьютеры Pentium 4.</p> <p><b>Аудитория № 120 (корпус химфак)</b><br/> Термостаты (2 шт.).<br/> Модуль “Электрохимия”<br/> Модуль “Универсальный контроллер”<br/> Модуль “Термохимический анализ”. Персональный компьютер в комплекте HP AiO 20" CQ 100 (моноблок)</p> <p><b>Аудитория № 005 (корпус химфак)</b><br/> 15 компьютеров на базе четырехъядерных процессоров Intel Core i5 3.2 ГГц с оперативной памятью 4 Гб.</p> |
| <p><b>4. учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (корпус химфак)<br/> аудитория № 101. (корпус химфак)<br/> аудитория № 120. (корпус химфак).</p>                                      | Проведение текущего контроля и промежуточной аттестации | <p><b>Аудитория № 101 (корпус химфак)</b><br/> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,<br/> аквадистиллятор ДЭ-4, кондуктометры (2 шт)<br/> Модуль “Термостат”<br/> Модуль “Электрохимия”<br/> Модули “Универсальный контроллер” (2 шт).<br/> Модуль “Термохимический анализ”<br/> Поляриметр круговой СМ-3, термостаты (3</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                              |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Аудитория № 005 (корпус химфак)</p>                                                                                                                                                       |                               | <p>шт),<br/>         весы аналитические, кондуктометр АНИОН 7020,<br/>         весы технические, персональные компьютеры Pentium 4.<br/> <b>Аудитория № 120 (корпус химфак)</b><br/>         Термостаты (2 шт.).<br/>         Модуль “Электрохимия”<br/>         Модуль “Универсальный контроллер”<br/>         Модуль “Термохимический анализ”. Персональный компьютер в комплекте HP AiO 20”CQ 100 (моноблок)<br/> <b>Аудитория № 005 (корпус химфак)</b><br/>         15 компьютеров на базе четырехъядерных процессоров Intel Core i5 3.2 ГГц с оперативной памятью 4 Гб.</p>                                                                                                  |
| <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b><br/>         библиотека, аудитория № 201 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100)<br/>         читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p> | <p>Самостоятельная работа</p> | <p><b>Аудитория № 201</b><br/>         PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь<br/>         ПК в компл. Фермо Intel<br/>         Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь<br/> <b>Читальный зал № 2(физмат корпус - учебное)</b><br/>         PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт.<br/>         ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel<br/>         Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.<br/>         Программное обеспечение:<br/>         1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные<br/>         2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> |

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
дисциплины **Современная физическая химия**  
на 5 семестр  
очная

| Вид работы                                                                                                                              | Объем дисциплины     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|                                                                                                                                         | очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)                                                                                             | 4/144                |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:                                                                                    | 73,2                 |
| лекций                                                                                                                                  | 36                   |
| практических / семинарских                                                                                                              | -                    |
| лабораторных                                                                                                                            | 36                   |
| Других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) | 1,2                  |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся, включая подготовку к экзамену / зачету                                             | 34,8                 |
| Контроль                                                                                                                                | 36                   |
| Форма контроля                                                                                                                          | Экзамен, 5 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 | ФКР | ЛР | СРС  |                                                                                  |                                                                                                   |                                                                                                   |
| 1 | 2                                             |                                                                                                                                                       | 4  | 5   | 6  | 7    | 9                                                                                | 10                                                                                                | 10                                                                                                |
| 1 | Термодинамическая система и ее описание       |                                                                                                                                                       | 7  | 1,2 | 7  | 7    | [1-4, 7-10]                                                                      | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников. | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен                                     |
| 2 | Фазовое равновесие                            |                                                                                                                                                       | 7  |     | 7  | 7    | [1-5, 7-10]                                                                      | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников. | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен                                     |
| 3 | Химическое равновесие                         |                                                                                                                                                       | 7  |     | 9  | 7    | [3,6,7]                                                                          | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников. | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен                                     |
| 4 | Основные понятия и законы химической кинетики |                                                                                                                                                       | 7  |     | 7  | 7    | [1-4, 7-10]                                                                      | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников. | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен                                     |
| 5 | Равновесие в растворах электролитов           |                                                                                                                                                       | 8  |     | 6  | 6,8  | [1-4, 7-10]                                                                      | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников. | тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум, экзамен                                     |
|   | Итого                                         |                                                                                                                                                       | 36 | 1,2 | 36 | 34,8 |                                                                                  |                                                                                                   |                                                                                                   |

## РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Современная физическая химияНаправление подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов

курс 3, семестр 5

| Виды учебной деятельности студентов                             | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|                                                                 |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1(термодинамика)                                         |                            |                          |             |              |
| Текущий контроль                                                |                            |                          |             |              |
| 1. Выполнение лабораторных работ                                | 4                          | 5                        | 0           | 20           |
| Рубежный контроль                                               |                            |                          |             |              |
| 1. Коллоквиум 1                                                 | 7                          | 1                        | 0           | 7            |
| 2. Коллоквиум 2                                                 | 8                          | 1                        | 0           | 8            |
| Модуль 2 (кинетика+электрохимия)                                |                            |                          |             |              |
| Текущий контроль                                                |                            |                          |             |              |
| 1. Выполнение лабораторных работ                                | 2                          | 6                        | 0           | 12           |
| 2. Тестирование                                                 | 1                          | 10                       |             | 12           |
| Рубежный контроль                                               |                            |                          |             |              |
| 1. Коллоквиум 1                                                 | 11                         | 1                        | 0           | 11           |
| Поощрительные баллы                                             |                            |                          |             |              |
| 1. Публикация статей в научных журналах                         | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| 2. Участие в студенческой олимпиаде                             | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) |                            |                          |             |              |
| 1. Посещение лекционных занятий                                 |                            |                          | 0           | -6           |
| 2. Посещение практических занятий                               |                            |                          | 0           | -10          |
| Итоговый контроль                                               |                            |                          |             |              |
| 1. Экзамен                                                      | 30                         | 1                        | 0           | 30           |