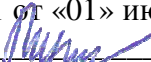



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 11 от «01» июня 2017 г.  
Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

Согласовано:  
Председатель УМК химического факультета  
 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина «Физическая химия»


Базовая

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
22.03.01 – Материаловедение и технология материалов

Направленность (профиль) подготовки  
Конструирование и производство изделий из композиционных материалов

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) к.х.н., доцент	 /Насретдинова Р.Н.
---	--

подпись

Для приема: 2015 г.

Уфа 2017 г.

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

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры протокол от «01» июня 2017 г. № 11

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: обновлены ФОС, экзаменационные билеты и список литературы, протокол № 11 от «01» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой  / Мустафин А.Г. /

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	

## 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)	При- ме- ча- ние
Знания	математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности	
	основные этапы развития химии; научные достижения наиболее выдающихся отечественных и зарубежных химиков, их вклад в развитие химии.	ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	
умения	решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности	
	оценивать химические понятия и законы в сложной системе воззрений современной химии	ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	
Владения (навыки/опыт деятельности)	навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности	

	<p>навыками обязательного ознакомления с предысторией того или иного вопроса, поставленного в его практической научной и педагогической деятельности.</p>	<p>ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</p>	
--	---	--	--

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

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части образовательной программы.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

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.

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-3** Готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности

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: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения	Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения	Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения	Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения
	основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов смежных с химией естественнонаучных дисциплин	Имеет представление о содержании отдельных разделов смежных с химией естественнонаучных дисциплин, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о содержании основных разделов смежных с химией естественнонаучных дисциплин, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей этих областей знания	Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения

Второй этап (уровень)	Уметь решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	Не умеет	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Не владеет	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками критического анализа учебной информации, уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин

**ПК-4** способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

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 основные этапы развития химии; научные достижения наиболее выдающихся отечественных и зарубежных химиков, их вклад в развитие химии	Не знает общих химических понятий и не умеет применять законы к решению простых задач по химии	Испытывает определенные затруднения при решении задач по химии	Владеет начальными навыками и умеет применять полученные знания к решению задач по химии, а также использовать знания при по-	Способен к грамотному распределению времени и расстановке приоритетов в выполнении работы

				строении серьезных задач в химической области	
Второй этап (уровень)	Уметь оценивать химические понятия и законы в сложной системе воззрений современной химии	Стремится выполнить работу качественно, эффективно подбирает необходимые методы	Понимает важность к подходу решения химической задачи, однако не контролирует качество полученных результатов	Способен к формулировке основных химических принципов исследовательской работы	Контролирует факторы, способные повлиять на выполняемую работу, при необходимости корректирует свои действия
Третий этап (уровень)	Владеть навыками обязательного ознакомления с предысторией того или иного вопроса, поставленного в его практической научной и педагогической деятельности	Не способен эффективно использовать свои знания в научной деятельности.	Испытывает сложности при определении выбора необходимого химического метода для достижения цели	Владеет достаточным количеством знаний по выбору метода, применяемого для данного исследования	Показывает уверенное владение знаниями во многих направлениях химического анализа

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».



## Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

### 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 конгруентно и инконгруентно плавящимся соединением).
20. Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния в координатах:  $P(x_i, y_i)$ - $T(x_i, y_i)$ - $x_i(y_i)$ . 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.

а. Каталитические реакции. Кислотно-основной катализ. Кинетический анализ механизмов специфического кислотного катализа (на примере иодирования ацетона).

б. Автокатализ.

с. 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, мольная) электролитов: понятия, влияние различных факторов.

21. Уравнения Кольрауша и Крауса-Брея, их применение к сильным и слабым электролитам.

22. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенганена. 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, рН 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

Направление 22.03.01 Материаловедение и технология материалов

Дисциплина Физическая химия

### 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.

#### **Устный индивидуальный опрос**

Устный индивидуальный опрос проводится после изучения новой темы с целью выяснения наиболее сложных вопросов, степени усвоения информации.

Студент излагает содержание вопроса изученной темы.

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.

#### **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 термодинамических 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 дифференциальными и интегральными 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.

### Тестирование

1. При зарядке свинцового аккумулятора на аноде протекает процесс

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

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 1моляльные 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 0,1моляльных 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)  $\text{Br}^- \setminus \text{AgBr}, \text{Ag}$**
- 3)  $\text{H}^+ \setminus \text{H}_2, \text{Pt}$ ,
- 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

№ 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. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4312>.
2. Физическая химия. Теория и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Акулова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110903>.

#### **Дополнительная литература**

1. Физическая химия. Теория и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Акулова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110903>.
2. Гамеева, О.С. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.С. Гамеева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 328 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113898>.

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

На химическом факультете Башкирского государственного университета (при кафедре физической химии и химической экологии) имеется 2 компьютерных класса. Первый компьютерный класс оснащен 13-ю моноблоками на базе двухъядерных процессоров Intel Pentium Dual-Core 3.2 ГГц и оперативной памяти 2Гб. Второй компьютерный класс оснащен 15-ю компьютерами на базе четырехъядерных процессоров Intel Core i5 3.2 ГГц и оперативной памяти 4Гб. Персональные компьютеры обоих классов объединены в одну локальную сеть для обеспечения доступа к научной и методической литературе университета; имеется доступ в сеть интернет. Компьютеры второго класса, помимо офисных нужд, выполняют функцию вычислительного центра. Они объединены в единый вычислительный кластер для обеспечения сотрудникам кафедры, аспирантам и студентам вычислительных мощностей для проведения научных работ. При этом используется некоммерческое программное обеспечение: офисный пакет LibreOffice, программа для профессионального построения графиков Gnuplot, пакеты Orca и Firefly для проведения квантово-химических расчетов, NAMD – программа для проведения расчетов молекулярной динамики, программы для визуализации вычислительных экспериментов – ChemCraft lite, VMD, Molden.

Дополнительно на кафедре физической химии и химической экологии имеется 18 компьютеров, которые обеспечивают решение различных научно-исследовательских задач в соответствии с направленностью программы.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения дисциплин (модулей).

Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивают одновременный доступ более 25% обучающихся по данному направлению подготовки.

Студенты имеют возможность доступа к фондам учебно-методической документации, библиографическим и реферативным базам данных, электронным библиотечным системам («Электронный читальный зал», «Университетская библиотека онлайн», «Лань» по дисциплинам естественнонаучного направления), к электронному каталогу библиотеки и Интернет-ресурсам (базы данных российских библиотек, полнотекстовые базы данных: каталог авторе-

фератов и диссертаций РГБ, научная электронная библиотека «eLibrary», онлайн база данных «Polpred», патентная база данных «Questel», мультидисциплинарный журнал «Science» и мультидисциплинарный ресурс «AnnualReviews» и др.). Вся необходимая учебно-методическая документация для студентов размещена на сайте вуза, доступ – по IP адресам локальной сети вуза.

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405(Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 310(Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 311(Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 305 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 405 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 310 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 311 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 305 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения лабораторных работ:</b> аудитория № 101 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 120 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32).</p> <p><b>4. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 007 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 008 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32)</p> <p><b>5. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 007 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32), аудитория № 008 (Химфак корпус, ул. Заки Валиди д. 32)</p> <p><b>6. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал, библиотека (Главный корпус, ул.Заки Валиди, д. 32), библиотека (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p><b>7. помещение для хранения и обслуживания учебного оборудования:</b> аудитория № 309б (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p><b>Аудитория 405</b> Мультимедиа-проектор BenQMX660. Экран настенный ClassicNorma 244*183.</p> <p><b>Аудитория 311</b> Мультимедиа-проекторMitsubishiEW230ST 2.8 кг.,экран настенный Classic на штативе 244*183 с возм. настенного</p> <p><b>Аудитория 305</b> ПроекторMitsubishiXD 490UDLPTrueXGA 1024*768 3000 ANSI.</p> <p><b>Аудитория 310</b> Мультимедиа-проекторMitsubishiEW230ST 2.8 кг.</p> <p><b>Аудитория 101</b> Аквадистиллятор ДЭ-4,кондуктометры,модуль “Термостат”, модуль “Электрохимия”,модули “Универсальный контроллер” (2 шт),модуль “Термохимический анализ”,поляриметр круговой СМ-3,термостаты (3 шт),весы аналитические ,кондуктометр АНИОН 7020 , весы технические,персональный компьютеры Pentium 4.</p> <p><b>Аудитория 120</b> Персональный компьютеры Pentium 4. Термостаты (2 шт)</p> <p><b>Аудитория 309б</b> Учебная мебель, стеллаж, набор инструментов, мультиметр, индикатрная отвертка</p> <p><b>Читальный зал</b>(Главный корпус, ул.Заки Валиди, д. 32) Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p><b>Библиотека</b>(Главный корпус, ул.Заки Валиди, д. 32) Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 4 шт, сканер – 1 шт.</p> <p><b>Библиотека</b>(Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100) Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5”/Кл/мышь ПКвкомпл. ФермоIntel IntelPentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5”/Кл/мышь</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional Upgrade. Договор № 104 от 17.16.2013 г. Лицензии – бессрочные.</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle) GNUGeneralPublicLicense</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Физическая химия на 6 семестр  
очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55,2
лекций	36
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	79,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	45

№	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Термодинамическая система и ее описание	7		3	16	[1-4, 7-10]	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников.	Устный индивидуальный, тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум
2	Фазовое равновесие	7		3	16	[1-5, 7-10]	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников.	Устный индивидуальный, тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум
3	Химическое равновесие	7		4	16	[3,6,7]	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников.	Устный индивидуальный, тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум
4	Основные понятия и законы химической кинетики	7		4	16	[1-4, 7-10]	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников.	Устный индивидуальный, тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум
5	Равновесие в растворах электролитов	8		4	15,8	[1-4, 7-10]	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, интернет-источников.	Устный индивидуальный, тестирование, защита лабораторной работы, коллоквиум
Итого		36		18	79,8			

## РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

Направление подготовки «Материаловедение и технология материалов»

курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1(термодинамика)</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ	4	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум 1	7	1	0	7
2. Коллоквиум 2	8	1	0	8
<b>Модуль 2 (кинетика+электрохимия)</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Выполнение лабораторных работ	4	6	0	24
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум 1	11	1	0	11
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Публикация статей в научных журналах	5	1	0	5
2. Участие в студенческой олимпиаде	5	1	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен	30	1	0	30