

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"05" октября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Физическая химия**

**Направление подготовки специалитета**

40.05.03 «Судебная экспертиза»

**Специализация**

«Экспертизы веществ, материалов и изделий»

**Квалификация (степень) выпускника**

Специалист

**Форма обучения**

Очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Ушаков Арсений Владимирович		05.10.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		05.10.2021
Заведующий кафедрой	Казаринов Иван Алексеевич		05.10.2021
Специалист Учебного управления			

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является формирование у студентов компетенции, связанной с углублением имеющихся представлений о химических науках и получением новых знаний и умений в области физической химии, которые должны служить основой для понимания ряда дисциплин профессионального цикла. Особенностью программы дисциплины является фундаментальный характер её содержания, необходимый для формирования у студентов общего химического мировоззрения и развития химического мышления

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физическая химия» является дисциплиной по выбору и относится к блоку Б 1 Дисциплины (Модули), к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ООП и изучается в 4 семестре, обеспечивая содержательную взаимосвязь естественнонаучных дисциплин с профессиональными дисциплинами специализации «Экспертизы веществ, материалов и изделий». Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть математическими навыками, знанием законов общей и неорганической химии, уметь проводить статистическую обработку результатов эксперимента. Эти знания и умения приобретаются в ходе изучения следующих дисциплин: «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Теория вероятностей и математическая статистика в экспертной деятельности». Материал дисциплины является основой для научно-исследовательской работы и производственной экспертной практики.

### 3 Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ПК-2</b> Способен применять методики судебных экспертных исследований в профессиональной деятельности	<b>ПК-2.1</b> Знает современные методики экспертного исследования различных материальных объектов  <b>ПК-2.2</b> Умеет осуществлять выбор конкретной методики в зависимости от объекта исследования, его свойств и характеристик  <b>ПК-2.3</b> Применяет необходимые методики в процессе предварительных и экспертных исследований	<b>Знать:</b> - законы химической термодинамики и химической кинетики, лежащие в основе физико-химических анализов;  <b>Уметь:</b> осуществлять отбор соединений, применяемых при проведении физико-химических анализов;  <b>Владеть:</b> методологией, лежащей в основе физико-химических методов исследования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	Лекции	практич.	Самостоят.	Контроль	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение в дисциплину. <b>Химическая термодинамика.</b> Первый закон термодинамики. Термохимия.	4	1,2	11	4	4	3		Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по практической работе.
2	Второй закон термодинамики. Химическое равновесие.	4	3	9	2	4	3		Домашняя задача. Тест.
3	Гетерогенные (фазовые) равновесия. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы.	4	4	8	2	3	3		Домашняя задача. Тест.
4	Термодинамическая теория растворов. Коллигативные свойства растворов.	4	5	9	2	4	3		Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по практической работе.
5	<b>Электрохимия</b> гомогенных систем. Слабые и сильные электролиты. Неравновесные свойства растворов электролитов.	4	6	9	2	4	3		Домашняя задача. Тест.
6	Электрохимия гетерогенных систем. Равновесные свойства межфазных границ. Классификация электродов. Электрохимические цепи.	4	7	10	2	4	4		Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по практической работе.
7	<b>Кинетика химических реакций.</b> Кинетика простых необратимых реакций.	4	8	10	2	4	4		Домашняя задача
8	Сложные реакции. Теории химической кинетики. Катализ.	4	9	6	2		4		Домашняя задача
	<b>Промежуточная аттестация</b>	4							<b>зачет</b>
	<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>1-9</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	

### **1. Введение в дисциплину. Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Термохимия**

Введение. Предмет физической химии. Основные разделы и методы физической химии. Основные определения. Внутренняя энергия, теплота, работа. Потенциал и координата состояния системы. Аналитические выражения и формулировки первого закона термодинамики. Энтальпия. Понятие теплового эффекта. Связь тепловых эффектов процессов при постоянных объёме и давлении.

*Термохимия.* Закон Гесса. Методы расчета тепловых эффектов. Теплоты образования и сгорания химических соединений. Таблицы термодинамических свойств простых веществ и соединений. Теплоемкость и формы ее выражения. Зависимость теплового эффекта химических реакций от температуры. Закон Кирхгоффа.

### **2. Второй закон термодинамики. Химическое равновесие.**

Второй закон термодинамики. Энтропия. Формулировки и аналитическое выражение второго закона термодинамики. Круговые процессы. Цикл Карно. Энтропия. Статистическая интерпретация второго закона термодинамики. Постулат Планка.

*Характеристические функции.* Естественные переменные. Свободная энергия Гиббса. Направление химических процессов. Химическое равновесие. Критерии равновесия и самопроизвольного процесса в изолированной и открытой системе.

### **3. Гетерогенные (фазовые) равновесия. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы**

*Гетерогенные (фазовые) равновесия.* Понятия «фаза», «компонент», «степень свободы». Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона для равновесий жидкость — пар, твёрдое вещество — пар. Двухкомпонентные системы. Особенности построения и чтения диаграмм двухкомпонентных систем.

### **4. Термодинамическая теория растворов. Коллигативные свойства растворов.**

Общая характеристика растворов. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Идеальные растворы. Закон Рауля и отклонения от него. Понижение давления пара растворов. Реальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Закон Генри. Жидкие растворы. Диаграммы состояния жидкость – пар для бинарных систем. Первый закон Коновалова. Фракционная перегонка. Ректификация. Азеотропные смеси. Второй закон Коновалова. Способы разделения азеотропных смесей. Закон распределения Нернста. Экстракция. Криоскопия. Эбуллиоскопия. Осмос, осмотическое давление, закон Вант-Гоффа.

### **5. Электрохимия гомогенных систем. Слабые и сильные электролиты. Неравновесные свойства растворов электролитов**

Теория растворов электролитов. Отклонение свойств растворов электролитов от законов Вант-Гоффа и Рауля; изотонический коэффициент. Слабые и сильные электролиты. Активность. Приближения теории Дебая-Хюккеля

*Неравновесные свойства растворов электролитов.* Удельная и эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша.

### **6. Электрохимия гетерогенных систем. Равновесные свойства межфазных границ. Классификация электродов. Электрохимические цепи.**

Равновесные свойства межфазных границ. Электродвижущие силы. Равновесие на границе металл-раствор. Формула Нернста. Электродный потенциал. Водородный электрод и водородная шкала потенциалов. Классификация электродов и электрохимических цепей. Электроды для измерения pH. Стекланный электрод. Ионселективные электроды. Электрохимические цепи. Измерение ЭДС.

### **7. Кинетика химических реакций. Кинетика простых необратимых реакций.**

*Кинетика простых необратимых реакций.* Скорость химической реакции. Понятие о порядке и молекулярности реакции. Реакции нулевого, первого, второго, третьего и других порядков. Уравнения скорости в дифференциальной и интегральной формах. Размерность констант скоростей реакции. Определение порядка реакции дифференциальными и интегральными методами.

### **Сложные реакции. Теории химической кинетики. Катализ**

Понятие о сложных реакциях (параллельных, последовательных и обратимых, цепных). Кинетические уравнения сложных реакций. Принцип стационарных концентраций Боденштейна.

*Теории химической кинетики.* Механизм химической реакции. Основы теории активных столкновений. Число активных столкновений. Стерический множитель и его истолкование. Основы теории активного комплекса.

*Катализ.* Общие принципы катализа. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Ферментативный катализ.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Изучение дисциплины «Физическая химия» предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. К активным формам проведения занятий относятся:

- 1) лекции, объем которых составляет 2/5 аудиторных занятий
- 2) практические занятия по ряду тем, объем которых составляет 3/5 аудиторных часов, в том числе:
  - тестирование по ряду тем (10% аудиторных часов);
  - выполнение лабораторных работ (25% аудиторных часов);
  - индивидуальная сдача письменных отчетов по темам лабораторных работ (5% аудиторных часов);

К интерактивным формам проведения занятий, объем которых составляет около 25% аудиторного времени, относятся:

- дискуссии по разделам дисциплины и темам практических работ, вырабатывающие у обучающегося навыки химического мышления и постановки эксперимента;
- ситуационные задачи по ряду тем, относящихся к химическому равновесию, ферментативному катализу, использованию ионселективных электродов.

Наряду с традиционными образовательными технологиями широко используются технологии, основанные на методах научно-технического творчества и современных информационных средствах (учебник и учебное пособие к лабораторным работам).

### **Адаптивные технологии, применяемые при обучении студентов с ОВЗ и инвалидностью**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется возможность дистанционного освоения её теоретической части путем распространения текста лекций, заданий и их контроля через интернет, а также индивидуальных консультаций с применением как электронной почты, так и визуального общения с использованием интернет-технологии «Скайп», при необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Учебный план предусматривает 27 часов самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа студентов предполагает освоение теоретического материала, подготовку к практическим работам по материалам лекций и источников из списка литературы, приведённых в п.8 данной рабочей программы, оформление лабораторных работ, выполнение домашних заданий.

В начале семестра каждый студент получает комплект учебно-методических материалов: рекомендуемые учебники, задачки и практическое руководство к практическим

занятиям; содержание программы со ссылками на основную и дополнительную литературу по отдельным разделам дисциплины; список вопросов для самостоятельной подготовки к дискуссиям, тестам и практическим работам; календарный учебный план практических занятий, в котором указаны тема дискуссии и практической работы, перечень рекомендуемых для выполнения опытов по соответствующему руководству, задания для самостоятельной работы, формы текущего контроля знаний и умений.

В ходе самостоятельной работы в течение семестра обучающийся должен:

- прочитать к данной теме рекомендуемые разделы учебников, методических пособий и конспектов лекций;
- подготовиться к выполнению практической работы по рекомендуемому руководству;
- решить заданные по теме задачи.

Предусмотрены следующие формы текущего контроля успеваемости (подробное описание и задания приведены в фонде оценочных средств):

- 1) выполнение контрольной работы;
- 2) тест по вопросам подраздела;
- 3) участие в дискуссии и интерактивной игре по заданной теме;
- 4) письменный отчет в тетради для практических работ по заданной теме;
- 5) проверка выполнения заданных на дом задач и упражнений по соответствующей теме;

Результаты текущего контроля знаний обучающихся заносятся в журнал. В качестве промежуточной аттестации по итогам освоения «Физической химии» предусмотрен зачет.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	0	0	20	35	0	35	10	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 4 семестр

**Лекции 0 баллов (не оцениваются)**

**Лабораторные занятия 0 баллов – не предусмотрены**

**Практические занятия максимум 20 баллов**

Предусмотрены к выполнению 4 практические работы, в случае каждой работы оцениваются: начальный уровень самостоятельной подготовки (1 балл); самостоятельность (1 балл); правильность выполнения (1 балл), аккуратность и грамотность оформления отчёта (1 балл); своевременность оформления отчёта (1 балл) (в сумме — 20 баллов).

**Самостоятельная работа (Максимально за семестр — 35 баллов).**

Уровень самостоятельной подготовки студента оценивается по выполненным домашним заданиям по каждому подразделу, за каждое максимально предусмотрены 5 баллов (в сумме — 35 баллов).

**Автоматизированное тестирование – не предусмотрено**

**Другие виды учебной деятельности (Тестирование)** — (Максимально за семестр — 35 баллов).

Предусмотрены к выполнению 7 тестов по темам подразделов, за каждый из которых предусмотрено максимально 5 баллов (в сумме 35 баллов).

**Промежуточная аттестация — зачёт (10 баллов).** При необходимости зачёт проходит в виде устного собеседования по вопросам в билете, оцениваются уровень освоения материалов дисциплины. К прохождению промежуточной аттестации допускается студент, выполнивший все практические работы, домашние задания и тесты.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 9 до 10 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 7 до 8 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 5 до 6 баллов;

ответ на «не удовлетворительно» не оценивается.

*В качестве стимула для самостоятельной работы и подготовки, а также поощрения активности студентов предусмотрена возможность освобождения студента от прохождения промежуточной аттестации в случае, если в течение семестра он набирает минимум 70 баллов. В этом случае без непосредственного прохождения промежуточной аттестации студент получает за неё оценку, равную  $(Y*10/90)$  баллам с округлением в меньшую сторону ( $Y$  — текущий уровень в баллах), т.е. от 7 до 10 баллов, а итоговый уровень в этом случае составляет от 77 до 100 баллов.*

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «**Физическая химия**» составляет 100 баллов.

Таблица 2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «**Физическая химия**» в оценку (зачет):

70 баллов и выше	зачтено
менее 70 баллов	не зачтено

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

а) литература:

1. Химическая термодинамика: теория, задачи и вопросы / И. А. Казаринов, Н. А. Коноплянцева. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2017. – 256 с.
2. Борщевский, А. Я. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник: Том 1: Общая химическая термодинамика / А. Я. Борщевский. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 606 с. ISBN 9785160117850 : Б. ц. <http://znanium.com/go.php?id=543133>
3. Борщевский, А. Я. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник: Том 2: Статистическая термодинамика / А. Я. Борщевский. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 382 с. ISBN 9785160117881 : Б. ц. <http://znanium.com/go.php?id=543170>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Excel версии 2003 или новее или соответствующий аналог свободно распространяемых пакетов офисных приложений;
2. Microsoft Word версии 2003 или новее или соответствующий аналог свободно распространяемых пакетов офисных приложений.
3. [http://www.fptl.ru/Chem\\_block.html](http://www.fptl.ru/Chem_block.html)
4. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийное оборудование.

Слайды.

Дисплейный класс для прохождения тестирования

Лабораторное оборудование: весы, учебно-лабораторный комплекс (УЛК), совмещенный с компьютером, калориметры, термометры, секундомеры, источники тока, вольтметры, электрохимические ячейки, различные электроды (хингидронный, хлорсеребряный, цинковый, медный).

Химическая посуда.

Химические реактивы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» и специализации «Экспертизы веществ, материалов и изделий».

Автор:

доцент кафедры физической химии

к.х.н. А.В. Ушаков

Программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 5. 10. 2021 года, протокол № 2.