

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
проф., доктор филол. наук _____ Елина Е.Г.
_____ 2016 г.



Рабочая программа дисциплины

Физическая и коллоидная химия

Направление подготовки
06.03.01 — Биология

Профиль подготовки
Биохимия и физиология процессов адаптации

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2016

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» является формирование у студентов компетенций, связанных с углублением имеющихся представлений и получение новых знаний и умений в области физической и коллоидной химии, без которых невозможно решение современных биологических, биохимических, биоэнергетических и экологических проблем, стоящих перед человечеством. Особенностью программы дисциплины является фундаментальный характер её содержания, необходимый для формирования у бакалавров общего химического мировоззрения и развития химического мышления.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» (4 семестр, Б1.Б.10) относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 — Дисциплины (модули) профиля подготовки «Биохимия и физиология процессов адаптации». Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть математическими навыками знанием основ физики. Эти знания и умения приобретаются в ходе изучения дисциплин Б1.Б.5 — «Математика» (2 семестр) и Б1.Б.8 «Физика». Материал дисциплины связан с материалом дисциплин Б1.Б.9 — «Химия» (1–3 семестры) и Б1.В.ОД.8 — «Биологическая химия» (3 семестр) и призван систематизировать полученные ранее химические знания и полученные новые знания и умения в области физической и коллоидной химии, а также связан с содержанием дисциплины Б1.Б.21 — «Биофизика (6 семестр) и обязательных дисциплин вариативной части Блока 1: Б1.В.ОД.6 — «Науки о Земле» (4 семестр), Б1.В.ОД.8 — «Биологическая химия» (3 семестр). Получаемые в ходе освоения дисциплины знания о химических основах биологических процессов могут применяться в преддипломной практике (Б2.П.2) Блока 2 — Практики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Химия»

В результате освоения дисциплины формируется компетенция ОПК-2, а именно способность использовать базовые знания в области химии в жизненных ситуациях и профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные законы термодинамики и их химическое приложение, включая законы термохимии;
- характеристики направления самопроизвольного протекания процессов в химических и биологических системах;
- основные положения химического равновесия и факторы, влияющие на его смещение;
- коллигативные свойства растворов неэлектролитов;
- общие свойства растворов слабых и сильных электролитов, неравновесные процессы в растворах электролитов;
- свойства электрода, классификацию электродов, электрохимических систем;
- основные положения химической кинетики и катализа;

- основные понятия и определения коллоидной химии;
- основные свойства дисперсных систем;
- основные методы синтеза высокомолекулярных соединений;
- основные химические и физико-механические свойства полимеров;
- основные классы полимерных материалов;
- химические реакции полимеров.

Уметь:

- формулировать основные понятия и законы общей химии, иметь представление о границах их применимости;
- рассчитывать тепловые эффекты процессов;
- определять направление самопроизвольного протекания процессов в биологических системах;
- объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции, решать типовые задачи;
- определять направление смещения химического равновесия при изменении температуры, давления и концентрации;
- использовать различные способы выражения концентрации раствора при решении типовых задач;
- решать типовые задачи по определению рН растворов, электродных потенциалов, электропроводности растворов электролитов;
- применять полученные теоретические знания на практике при оценке способов синтеза полимеров и изучении их основных химических и физико-механических свойств;
- работать с научной литературой по актуальным вопросам синтеза полимеров и сополимеров;
- анализировать методы исследования дисперсных систем;
- работать с научной литературой по актуальным вопросам применения дисперсных систем и изучения поверхностных явлений.

Владеть:

- методами расчета скорости химических реакций и константы равновесия химических процессов;
- навыками качественного определения направления смещения химического равновесия любых химических реакций при физико-химических воздействиях;
- современным оборудованием (рН-метрами, автоматическими титраторами с ионселективными электродами);
- навыками решения типовых задач по способам выражения концентрации растворенного вещества в растворе и растворимости;
- навыками выполнения основных химических лабораторных операций;
- навыками определения признаков протекания химических реакций;
- практическими навыками экспериментальной работы по синтезу высокомолекулярных соединений и изучению свойств дисперсных систем;
- практическими навыками экспериментальной работы с использованием термомеханического, реологического, оптического методов исследования полимеров и дисперсных систем;

– методами обработки полученных экспериментальных результатов.

4. Структура и содержание дисциплины.

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

4.1. Структура лекционного курса.

№ 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)
				лекции	сам. раб.	всего	
1	Физическая химия. Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Термохимия. Второй закон термодинамики.		1	2	1	3	
2	Термодинамическая теория растворов. Коллигативные свойства растворов.		2	2	1	3	
3	Электрохимия гомогенных систем. Слабые и сильные электролиты. Неравновесные свойства растворов электролитов. Электрохимия гетерогенных систем. Равновесные свойства межфазных границ. Классификация электродов и электрохимических цепей		3	2	1	3	
4	Кинетика химических реакций. Кинетика простых необратимых реакций. Сложные реакции. Теории химической кинетики. Катализ		4	2	1	3	
5	Введение. Основные понятия и определения. Классификация дисперсных систем		9	2	1	3	
6	Способы получения и очистки дисперсных систем		10	2	1	3	
7	Кинетические свойства дисперсных систем		11	2	1	3	
8	Поверхностные явления. Адсорбция		12	2	1	3	
							Зачёт
	Итого		1–4, 9–12	16	8	24	

4.2. Содержание лекционного курса.

Раздел 1 — Химическая термодинамика

Предмет физической химии. Основные разделы и методы физической химии. Роль физической химии в биологии.

Первый закон термодинамики. Основные определения. Внутренняя энергия, теплота, работа. Потенциал и координата состояния системы. Аналитические выражения и формулировки первого закона термодинамики. Значение первого закона термодинамики в биологии. Энтальпия. Понятие теплового эффекта. Связь тепловых эффектов процессов при постоянных объеме 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.

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

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

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, осмос в природе. Клеточная оболочка как мембрана. Явление осмоса в клетке.

Раздел 2 — Электрохимия

Электрохимия гомогенных систем. 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.

Электрохимия гетерогенных систем. 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 рН. Стекланный электрод. Ионселективные электроды. Их использование в биологических системах. Электрохимические цепи. Измерение ЭДС. Проблемы окислительно-восстановительного потенциала в биологии

Раздел 3 — Кинетика химических реакций

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

Сложные реакции. 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.

Раздел 4 — Дисперсные системы

Коллоидная химия как наука. Объекты и методы исследования. Определение основных понятий. Классификация гетерогенных систем по агрегатному состоянию компонентов. Значение поверхностных явлений в дисперсных системах. Способы получения дисперсных систем. Способы очистки дисперсных систем.

Раздел 5 — Кинетические свойства дисперсных систем

Осмотическое давление. Вывод формулы Вант-Гоффа. Зависимость осмотического давления от концентрации частиц и их массы. Метод определения молекулярной массы полимеров по осмотическому давлению их растворов. Явления осмоса в биологических системах. Диффузия. Первый закон Фика. Второй закон Фика. Броуновское движение. Седиментация и флотация. Седиментация в гравитационном и центробежном полях.

Раздел 6 — Поверхностные явления. Адсорбция

Межмолекулярные силы взаимодействия. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Опыт Дюпре. Свойства сил поверхностного натяжения. Явления смачивания и несмачивания. Формула Юнга для краевого угла. Зависимость внутреннего давления жидкости от радиуса кривизны поверхности. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Изотермическая перегонка. Капиллярная конденсация. Адсорбция. Количественные характеристики адсорбции. Классификация адсорбционных процессов. Термодинамическое рассмотрение явления адсорбции на границе раствор – пар. Поверхностно-активные вещества. Дифильные молекулы. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Адсорбция на границе твердое тело-пар. Особенности процесса. Мономолекулярный адсорбционный слой. Методы определения размера молекул, основанные на явлении адсорбции. Двухмерное состояние вещества. Весы Лэнгмюра. Определение размера молекул на весах Лэнгмюра. Биологические мембраны. Теория полимолекулярной адсорбции.

4.3. Структура лабораторных занятий

№ 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)
				Лаб. раб.	Сам. Раб.	Всего	
1	Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Термохимия. Второй закон термодинамики.		1-2	4	2	6	Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по лабораторной работе.
2	Термодинамическая теория растворов. Коллигативные свойства растворов.		3-4	4	2	6	Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по лабораторной работе.
3	Электрохимия гомогенных систем. Слабые и сильные электролиты. Неравновесные свойства растворов электролитов. Электрохимия гетерогенных систем. Равновесные свойства межфазных границ. Классификация электродов и электрохимических цепей		5-6	4	2	6	Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по лабораторной работе.
4	Кинетика химических реакций. Кинетика простых необратимых реакций. Сложные реакции. Теории химической кинетики. Катализ		7-8	4	2	6	Домашняя задача. Тест. Письменный отчет по лабораторной работе.
5	Седиментационный анализ частиц водной суспензии карбоната кальция		9–12	8	4	12	Устный отчет к лаб.работе; письменный отчет по работе в лабораторном журнале.
6	Определение молекулярных параметров молекулы бутилового спирта.		13–16	8	4	12	Устный отчет к лаб.работе; письменный отчет по работе в лабораторном журнале.
	Итого			32	16	48	

5. Образовательные технологии.

Изучение дисциплины «Физическая и коллоидная 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 1/3 аудиторных занятий

2) лабораторные занятия по ряду тем, объем которых составляет 2/3 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 модуля и темам лабораторных 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), включающие в том числе обучение на основе учебных дискуссий по теме «Роль кинетических свойств дисперсных систем в живом мире и технике», а также систем обучения профессиональным навыкам и умениям.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Учебный план предусматривает 24 часа самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа студентов предполагает освоение теоретического материала, подготовку к лабораторным работам по материалам лекций и источников из списков основной и дополнительной 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 лабораторным занятиям; содержание программы со ссылками на основную и дополнительную литературу по отдельным разделам модуля; список вопросов для самостоятельной подготовки к дискуссиям, тестам и лабораторным работам; календарный учебный план лабораторных занятий, в котором указаны тема дискуссии и лабораторной 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 лабораторной 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 лабораторных 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 и коллоидной химии» предусмотрен зачет.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

Семестр	Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности (тестирование, дискуссии)	Промежуточная аттестация (зачёт)	Итого
4	–	24	–	24	–	32	20	100

Лабораторные занятия (Максимально за семестр — 24 балла).

1) В рамках разделов 1–4 лабораторных занятий предусмотрены к выполнению 4 лабораторные работы, в случае каждой работы оцениваются самостоятельность (1 балл); правильность выполнения, аккуратность и грамотность оформления отчёта (1 балл); своевременность оформления отчёта (1 балл) (в сумме — 12 баллов).

2) В рамках разделов 5 и 6 лабораторных занятий предусмотрены к выполнению 2 лабораторные работы, в случае каждой работы оцениваются уровень предварительной подготовки (оценивается при устном отчёте) (3 балла), самостоятельность (1 балл); правильность выполнения, аккуратность и грамотность оформления отчёта (1 балл); своевременность оформления отчёта (1 балл) (в сумме — 12 баллов).

Самостоятельная работа (Максимально за семестр — 24 балла).

В рамках разделов 1–4 лабораторных занятий уровень самостоятельной подготовки студента оценивается по выполненным домашним заданиям по каждому подразделу, за каждое максимально предусмотрены 3 балла (в сумме — 12 баллов).

В рамках разделов 5 и 6 лабораторных занятий предусмотрены к выполнению домашние задания, за выполненное по каждому разделу задание максимально могут быть начислены 6 баллов (в сумме — 12 баллов).

Другие виды учебной деятельности (Максимально за семестр — 32 балла).

Тестирование (Максимально за семестр — 16 баллов).

В рамках разделов 1–4 лабораторных занятий предусмотрены к выполнению 4 теста по темам разделов, за каждый из которых предусмотрено максимально 4 балла (в сумме 16 баллов).

Дискуссии (Максимально за семестр — 16 баллов).

В рамках разделов 5 и 6 лабораторных занятий предусмотрены 2 дискуссии, участие студента в каждой из которых оценивается максимально в 8 баллов (в сумме 16 баллов).

Промежуточная аттестация — зачёт (10 баллов). Зачёт проходит в виде устного собеседования по вопросам в билете, оцениваются уровень освоения

материалов дисциплины. К прохождению промежуточной аттестации допускается студент, выполнивший все лабораторные работы, домашние задания и тесты. 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 64 балла. В этом случае без непосредственного прохождения промежуточной аттестации студент получает за неё оценку, равную $(Y*20/80)$ баллам с округлением в меньшую сторону (Y — текущий уровень в баллах), т.е. от 16 до 20 баллов, а итоговый уровень в этом случае составляет от 80 до 100 баллов.

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

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

75–100 баллов	«зачтено»
менее 75	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Горшков В.И. Основы физической химии [Текст]: учебник / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. — 3-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. — 407 с.
2. Березовчук А.В. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.В. Березовчук— Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8191>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения. Учебник. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008, 442 с.

б) дополнительная литература:

- 1 Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках [Текст] / И. Тиноко [и др.]; пер. с англ. Е. Р. Разумовой под ред. В. И. Горшкова. - Москва : Техносфера, 2005. — 743 с.
- 2 Казаринов И.А., Коноплянцева Н.А., Гамаюнова И.М. Физическая и коллоидная химия: Учеб. пособие для студ. геол. и биол. фак. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. — 188 с.
- 3 Федусенко И.В. Классификация и номенклатура полимеров. Учебное пособие Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, изд.3, доп. и перераб. 2007, 44 с.
- 4 Федусенко И.В., Шмаков С.Л. Практикум по высокомолекулярным соединениям. Учебное пособие Саратов: Изд-во Латанова, 2005, 64 с.
- 5 Кленин В.И. Практикум по коллоидной химии. 3-е изд. М.: Соль. 2008. 42 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программа курса, календарный план лабораторных работ выдаются обучающимся в распечатанном виде в начале семестра. Кроме того, программа, список вопросов для самостоятельной подготовки к дискуссиям, тестам и лабораторным работам, а также план лабораторных работ размещаются на Интернет-сайте Саратовского государственного университета. Для самостоятельной работы по химии студентам рекомендуются следующие Интернет-ресурсы:

1. http://www.fptl.ru/Chem_block.html – различные учебно-методические материалы по химии;
2. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Мультимедийное оборудование.

Слайды.

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

Химическая посуда.

Химические реактивы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и Примерной ООП ВПО по направлению 06.03.01 Биология и профилю подготовки «Биохимия и физиология процессов адаптации»

Авторы:

Доцент кафедры физической химии,
к.х.н.

И.М. Гамаюнова

Доцент кафедры полимеров,
к.х.н.

И.В. Федусенко

Ассистент кафедры физической химии

А.В. Ушаков

Программа разработана в 2012 г. (одобрена на заседании кафедры физической химии от «06» февраля 2012 года, протокол №5, и на заседании базовой кафедры полимеров от «07» февраля 2012 года, протокол №7). ✓

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физической химии от «29» августа 2016 года, протокол №1, и на заседании базовой кафедры полимеров от «30» августа 2016 года, протокол №1).

Зав. кафедрой физической химии,
д.х.н., профессор

И.А. Казаринов

Зав. базовой кафедрой полимеров,
Д.х.н, доцент

А.Б. Шиповская

Директор Института химии
д.х.н., профессор

О.В. Федотова

Декан биологического факультета
д.б.н., профессор

Г.В. Шляхтин ✓