

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



А.А.Панфилов

« 10 » 11 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»**

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль/программа подготовки: общая биология

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	2 (72)	4	-	6	62	Зачет с оценкой
Итого	2 (72)	4	-	6	62	Зачет с оценкой

Владимир 20 14

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины физическая и коллоидная химия являются формирование у студентов знаний по общим закономерностям протекания химических реакций, умение делать необходимые расчеты, проводить оценку конечного результата реакции и её направления в зависимости от внешних условий. Физическая химия уделяет главное внимание исследованию законов протекания химических процессов во времени и законов химического равновесия. Задачи дисциплины заключаются в предсказании временного хода химического процесса и его конечного результата в различных условиях на основании данных о строении и свойствах молекул вещества, составляющих изучаемую систему. Очевидно, что знание механизма и условий протекания химической реакции позволяет управлять химическим процессом, в том числе, протекающим в клетках живого организма.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Курс физической и коллоидной химии изучается в базовой части учебного плана. Дисциплина физическая и коллоидная химия, занимая пограничное положение между двумя основополагающими науками - физикой и химией, позволяет изучать сложные явления материального мира с разных сторон, учитывая диалектический характер их взаимосвязи и взаимодействия.

Поскольку физическая и коллоидная химия является пограничной наукой, находящейся на стыке физики и химии, то она, безусловно, связана с этими учебными дисциплинами, с другой стороны, современная аналитическая, органическая химии все в большей степени пользуются физико-химическими методами для решения своих проблем. При выводе большинства уравнений физической химии используется высшая математика.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В процессе освоения данной дисциплины студент должен обладать следующей профессиональной компетенцией:

- способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, науке о земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2).

После завершения освоения дисциплины « Физическая и коллоидная химия» студенты должны:

**Знать:**

- основные понятия в области физики, химии, науке о земле и биологии в жизненных ситуациях (ОПК-2)

**Уметь:**

- прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2)

**Владеть:**

- способностью использовать экологическую грамотность при исследуемых процессах (ОПК-2)

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объём учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1.	Определение физической химии. Терминология. Методы и проблемы.	2		1				6			

2.	I и II начала химической термодинамики. Термохимия.	2		1		2		7			
3.	Энтропия как функция состояния. Термодинамические потенциалы, уравнение Гиббса, расчеты термодинамических функций	2						7			
4.	Химическое равновесие. Химическое сродство	2						7			
5.	Растворы. Идеальные и разбавленные растворы	2						7			
6.	Кинетика химических реакций и катализ. Адсорбция.	2				2		7			
7.	Уравнение Аррениуса. Коэффициент Вант-Гоффа. Энергия активации.	2						7			

8	Предмет коллоидной химии. Классификация коллоидных систем. Способы получения, устойчивость	2					7				
9	Основные свойства коллоидных систем: оптические, электрические, молекулярно-кинетические	2		2		2		7		2/50%	
ВСЕГО				4		6		62		2/20%	Зачет с оценкой

## Основное содержание курса

### *1. Химическая термодинамика.*

1.1. Приложение первого начала термодинамики к химическим процессам. Теплоемкость газов. Теплоемкости средняя и истинная. Тепловые эффекты и их опытное определение. Закон постоянства теплоты реакции (закон Гесса). Связь между тепловыми эффектами при постоянном объеме и постоянном давлении. Приложение закона Гесса к расчету тепловых эффектов реакции. Стандартные теплоты сгорания, растворения, образования. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Киргоффа. Таблицы стандартных энтальпий и расчеты с их помощью тепловых эффектов (изменение энтальпий или внутренних энергий) при интересующих температурах. Расчет тепловых эффектов на основании эмпирических закономерностей. Некоторые закономерности в термохимии.

1.2. Обратимые процессы как последовательность состояний равновесия. Пример обратимых и необратимых процессов. Понятие о максимальной работе. Условия получения максимальной работы по циклу Карно. Направленность процессов в природе. Обратимость химических реакций. Второе начало термодинамики, его физический смысл. Понятие об энтропии. Формулировка второго закона термодинамики.

1.3. Характеристические функции. Энтальпия, внутренняя энергия, изохорно-изотермический и изобарно-изотермический потенциалы. Термодинамические уравнения состояния, связывающие характеристические функции реального газа. Изобарный потенциал идеального и реального газов. Представление летучести и активности веществ. Методы расчета летучести. Уравнение состояния реальных газов, веществ.

1.4. Химический потенциал. Расчет химического потенциала компонента в газах и растворах.

## **2. Растворы**

2.1. Терминология. Общая характеристика растворов. Парциальные, мольные величины и их значение в термодинамике растворов. Зависимость равновесных свойств растворов от химического потенциала и других величин.

2.2. Идеальные растворы. Предельно-разбавленные растворы. Уравнение Рауля и Генри. Растворимость газов.

2.3. Разбавленные растворы. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Осмотическое давление. Определение молекулярного веса и степени диссоциации растворенного вещества. Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Экстракция из растворов.

2.4. Реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Закономерности общего давления пара летучих смесей. Законы Коновалова. Совершенные и регулярные растворы.

## **3. Кинетика химических реакций.**

Скорость химической реакции. Основы химической кинетики. Кинетическое уравнение реакции. Константа скорости и кинетический порядок реакции. Способы определения константы скорости и порядка реакции. Понятие элементарного акта реакции. Простые реакции. Классификация простых реакций по молекулярности. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Вычисление энергии активации.

## **4. Коллоидная химия.**

4.1. Отличительные признаки дисперсных систем: гетерогенность и дисперсность. Объекты изучения, задачи и методы исследования. Различные способы классификации дисперсных систем. Геометрические параметры поверхности. Устойчивость – центральная проблема коллоидной химии. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Процессы, нарушающие устойчивость: изотермическая перегонка вещества, перекристаллизация, коагуляция. Седиментационный анализ. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам: интегральная кривая; построение их из данных по кинетике накопления осадка. Центрифуга и ее применение в дисперсионном анализе. Агрегативная устойчивость дисперсных систем. Основы теории Смолуховского. Быстрая и медленная коагуляция.

4.2. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак коллоидных частиц. Лиотропные ряды. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах: методы определения изоэлектрической точки. Практические приложения электрокинетических явлений. Ионообменные свойства почв. Обессоливание воды с помощью ионного обмена. Очистка сточных вод. Ионообменная адсорбция в пищевой промышленности. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Оптические свойства дисперсных систем. Классификация явлений, наблюдаемых при прохождении света через дисперсную систему. Опалесценция. Оптические методы определения размера частиц золя и исследование свойств дисперсных систем: турбидиметрия, нефелометрия, ультрамикроскопия.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изложение лекционного курса осуществляется в виде устных лекций с применением электронных средств обучения.

В качестве демонстрационного материала используются рисунки и таблицы по излагаемому материалу.

Для лучшего усвоения теоретических основ в процессе изучения дисциплины используются лабораторные работы, позволяющие наглядно представить многие физико-химические процессы.

Интерактивные методы обучения.

При прохождении лабораторного практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека. Каждая группа выполняет задание

(лабораторные опыты) из лабораторного практикума. Процесс выполнения осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения, т.е. используется метод разбора конкретных ситуаций.

На основе полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой лабораторный журнал, где записывает результаты опытов, наблюдения, составляет уравнения реакций химических процессов, производит соответствующие математические расчеты и результаты представляет в виде таблиц или графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной лабораторной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение тестового метода «защиты».

Групповая работа в химической лаборатории стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитывается два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

В лабораторном практикуме при выполнении отдельных опытов используется метод проблемного обучения: студент получает задание на химический процесс, методику которого он должен подобрать самостоятельно, исходя из имеющихся реактивов, обсудить ее с преподавателем и затем приступить к его выполнению.

Лабораторный практикум выполняется по учебно-методическим пособиям, разработанным применительно для студентов соответствующего направления. Полученные экспериментальные данные записываются студентами в рабочую тетрадь. По итогам каждой лабораторной работы студент оформляет письменный отчет. Наличие такого практикума позволяет студентам заранее подготовиться к собеседованию или тестированию при защите конкретной лабораторной работы.



## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости студентов используются рейтинг-контроль, а так же проверочные работы (тесты) для контроля самостоятельной работы. Промежуточной аттестацией по итогам освоения дисциплины является зачет с оценкой.

### Вопросы к зачету с оценкой

1. Удельная поверхность и размеры частиц в дисперсных системах
2. Классификация дисперсных систем
3. Поверхностное натяжение
4. Адсорбционные явления
5. Уравнение адсорбции Генри
6. Уравнение адсорбции Фрейндлиха
7. Уравнение адсорбции Ленгмюра
8. Адсорбция на пористых адсорбентах
9. Строение мицеллы, расчет электрокинетического потенциала
10. В каком соотношении находятся молярные энтропии трех агрегатных состояний одного вещества: газа, жидкости, твердого тела? Что больше?
11. Как зависит от температуры изменение энергии Гиббса химической реакции? Аргументируйте ответ.
12. Как изменяется энергия Гельмгольца при изотермическом сжатии газа в идеальном состоянии?
13. Что называется насыщенным паром жидкости?
14. Что в термодинамике называется фазой?
15. Как зависит давление насыщенного пара растворенного летучего вещества от температуры?
16. Каков термодинамический смысл коэффициента активности компонента в растворе?
17. Какие факторы влияют на константу равновесия, если реагирующую систему рассматривать как идеальную?
18. Для каких реакций константа равновесия равна равновесному давлению в системе при данной температуре?

19. Как зависит от исходных концентраций реагирующих веществ период полупревращения для реакции второго порядка?

20. Напишите и дайте пояснение выражению для константы скорости реакции первого порядка.

#### Вопросы к СРС

1. Расчет тепловых эффектов химических реакций.
2. Расчет термодинамических потенциалов.
3. Расчет константы равновесия химической реакции.
4. Расчет констант скоростей химических реакций.
5. Определение порядка реакции различными методами.
6. Расчет энергии активации химической реакции.
7. Электрокинетические явления
8. Седиментационное равновесие
9. Коагуляция дисперсных систем электролитами
10. Написать и дать пояснения математического выражения первого закона термодинамики
11. Что называется тепловым эффектом химической реакции и как его определить?
12. Написать и дать пояснения уравнению зависимости теплового эффекта химической реакции от температуры при постоянном давлении
13. Как рассчитать теплоту сгорания органического соединения, располагая данными по теплотам образования различных веществ?
14. Написать формулу и дать пояснения о соотношении энтальпии и внутренней энергии для данной термодинамической системы
15. Написать математическое выражение и дать пояснение о соотношении между изменением энтропии и теплотой необратимого процесса.

#### Контрольная работа

1. Рассчитайте отношение значений среднего сдвига частиц с радиусами  $r_1=2 \cdot 10^{-9}$  м и  $r_2=8 \cdot 10^{-7}$  м при их броуновском движении за равные отрезки времени.

2. Найти отношение скоростей оседания капелек водяного тумана, если их радиусы равны соответственно:  $r_1=10^{-4}$  м и  $r_2=10^{-6}$  м.

3. Найти отношение осмотических давлений для двух гидрозолей сернистого мышьяка одинаковой концентрации, но различной дисперсности с радиусами сферических монокристаллов соответственно  $r_1=3 \cdot 10^{-8}$  м и  $r_2=6 \cdot 10^{-9}$  м.

4. В каком случае переход к следующему фрагменту вывода уравнение адсорбции Гиббса недостаточно обосновано?

Варианты ответа:

1. Изменение свободной энергии поверхностного слоя:

$$dF = \sigma dA + Ad\sigma + \sum_i \mu_i dn_i + \sum_i n_i d\mu_i \quad (1)$$

2. По аналогии с уравнением Гиббса-Дюгема:

$$Ad\sigma + \sum_i n_i d\mu_i = 0 \quad (2)$$

3. Ограничиваясь только изотермическими процессами и разделив обе части уравнения (2) на  $A$ , получим,  $d\sigma = -\sum_i \Gamma_i d\mu_i$

4. Для бинарной система (индекс 1 — растворитель, 2 — растворенное вещество  $d\sigma = -\Gamma_1 d\mu_1 - \Gamma_2 d\mu_2$

5. Так как  $d\mu = RT d \ln a$ , допуская замену активности на концентрацию для разбавленных растворов, получим  $\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc}$

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература

1. Физическая и коллоидная химия. Нигматуллина Н.Г. Учебное пособие. 2015., 288 с.
2. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии. Васюкова А.Н., Задачаина О.П., Насонова Н.В., Перепёлкина Л.И. Учебное пособие. 2014., 144 с.
3. Нуштаев А.В. Лабораторный практикум по физической и коллоидной химии. 2012, 80 с. (Библиотека ВлГУ)
4. Коллоидная химия. Учебное пособие. Францева Н.Н. 2013., 52 с. (Библиотека ВлГУ)

### б) дополнительная литература

1. Курс коллоидной химии. Фридрихсберг Д.А. Учебник. 2010. 416 с. (Библиотека ВлГУ)
2. Физическая и коллоидная химия. Маринкина Г.А., Полякова Н.П., Коваль Ю.И. Учебное пособие. 2009., 151 с.
3. Основы биофизической и коллоидной химии. Учебное пособие. Барковский Е.В. и др. 2009., 160 с.
4. Практикум по коллоидной химии. Учебно-методическое пособие. Кириченко О.А. 2012., 110 с.

### в) периодические издания:

1. Вода: химия и экология.

2. Сорбционные и хроматографические процессы.
3. Environ Technol.
4. Восточно – Европейский журнал передовых технологий

г) интернет - ресурсы:


1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. <http://www.chemport.ru/>
3. <http://www.xumuk.ru/>
4. <http://elibrary.ru/>
5. <http://sci-hub.org/>

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование для выполнения лабораторных работ в практикуме по физической и коллоидной химии.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению: 06.03.01 - Биология

Рабочую программу составил  Кухтин Б.А.

Рецензент: ООО «БМТ», к.х.н., науч. сотрудник  Третьяков А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии  
протокол № 3 от 10.11 2014 года.

Заведующий кафедрой  Кухтин Б.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.01 - Биология

Протокол № 6/1 от 10.11 2014 года

Председатель комиссии  Трифонова Т.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Т.А. Трифорова

Т.А. Трифорова

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Т.А. Трифорова

Т.А. Трифорова

Рабочая программа одобрена на 2017-18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 29 от 19.06.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Т.А. Трифорова

Т.А. Трифорова

Рабочая программа одобрена на 2018-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 27 от 25.06.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Т.А. Трифорова

Т.А. Трифорова