

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Биологического института

\_\_\_\_\_ Д.С. Воробьев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Физическая и коллоидная химия**

Направления подготовки  
**06.03.01 – Биология**

Квалификация (степень выпускника)  
**Бакалавр**

Форма обучения  
Очная

## 1. Код и наименование дисциплины

Б1.В.10 «Физическая и коллоидная химия».

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» является компонентом базовой (общепрофессиональной) части учебного плана подготовки бакалавра по направлению подготовки: 06.03.01 – Биология, наименование ОПП – Биология.

Для успешного освоения курса студенты предварительно проходят подготовку по дисциплинам «Математический анализ», «Физика», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», где приобретают необходимые профессиональные компетенции по дифференциальному и интегральному исчислению, оптике, молекулярно-кинетическим свойствам молекул, образованию химических связей и их энергетике, строению вещества, по качественному и количественному анализу химических соединений, по теории строения органических соединений, их классификации, взаимном влиянии атомов в молекуле. Физическая и коллоидная химия необходима студентам естественно-научных факультетов для понимания сущности процессов, протекающих в биологических системах. Эти знания необходимы и в изучении последующих специальных курсов, для будущей деятельности специалиста широкого профиля в области прикладной биологии – агронома, эколога, селекционера, почвоведа, зоолога.

## 3. Год/годы и семестр/семестры обучения

Преподавание дисциплины «Физическая и коллоидная химия» осуществляется в течение весеннего семестра второго курса обучения (4-й семестр).

## 4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Для изучения и освоения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» необходимы знания, полученные студентами при изучении дисциплин химического профиля: «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», физико-математического профиля: «Математический анализ», «Физика» и «Информатика».

## 5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

Составляет 2 зачетные единицы, из которых 40 часов – контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов – лекции, 20 часов – лабораторные работы); 32 часа – самостоятельная работа обучающегося.

## 6. Форма обучения

Форма обучения – очная, дневная.

## 7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты по дисциплине (модулю)
(ОПК-2) – I – способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	<b>Знать:</b> – основные законы и закономерности физической и коллоидной химии, область их применения. <b>Владеть:</b> – базовыми навыками и методами проведения экспериментов по физической и коллоидной химии, правилами оформления результатов. Выполнять нормы ТБ. Видеть источники происхождения по-

	грешностей и путей их устранения. <b>Уметь:</b> – проводить химические эксперименты по предлагаемым методикам. Решать типовые задачи по физической и коллоидной химии. Находить необходимую информацию в учебной литературе и справочниках. Оценивать результаты своей деятельности для окружающей среды
--	--

## 8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		СРС (час.)
		лекции	лабораторные работы	
Химическая термодинамика, химическое равновесие	14	4	4	6
Фазовое равновесие	4	2		2
Теория растворов	10	4		6
Электрохимия	8	2	4	2
Кинетика и катализ	10	2	4	4
Основные понятия коллоидной химии	4	2		2
Строение мицеллы. Устойчивость, коагуляция золей. Адсорбция. Седиментация	15	3	4	8
Грубодисперсные системы	7	1	4	2
Итого	72	20	20	32

### 8.1. Темы и краткое содержание дисциплины

**Тема 1.** Химическая термодинамика и равновесие. Предмет и методы физической химии. Термодинамические законы. Теплота, работа, энергия, функция состояния, система и внешняя среда. Первый закон термодинамики, его применение. Закон Гесса и следствия из него. Теплоёмкость. Закон Кирхгофа. Второй закон термодинамики. Энтропия, расчёт изменения энтропии для разных процессов. Энергия Гиббса и энергия Геймгольца. Критерии направленности процесса. Третий закон термодинамики. Расчёт абсолютного значения энтропии. Понятие о химическом потенциале. Химическое равновесие: ЗДМ. Расчёт химических равновесий. Изотерма химической реакции. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Константа равновесия гетерогенной реакции.

**Тема 2.** Фазовое равновесие. Однокомпонентные системы. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Правило фаз Гиббса и его значение.

**Тема 3.** Теория растворов. Общая характеристика растворов. Способы выражения состава растворов. Закон Рауля. Криоскопия. Эбуллиоскопия. Осмос. Законы Коновалова. Перегонка и ректификация. Взаимно нерастворимые жидкости. Коэффициент распределения и экстракция.

**Тема 4.** Электрохимия. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Основные положения современной теории электролитов. Удельная и эквивалентная электрические проводимости. ЭДС. Виды цепей. Диффузионный потенциал.

**Тема 5.** Кинетика и катализ. Скорость химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Порядок и молекулярность химической реакции. Методы определения порядка реакции. Кинетика элементарных реакций. Правило Вант–Гоффа. Энергия

активации. Уравнение Аррениуса. Сложные реакции. Метод стационарных концентраций. Общие принципы катализа. О механизме каталитических реакций.

**Тема 6.** Основные понятия коллоидной химии. Свойства дисперсных систем. Особенности коллоидного состояния. Классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Методы получения коллоидных систем. Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндала. Уравнение Рэлея. Нефелометрия.

**Тема 7.** Строение мицеллы. Устойчивость, коагуляция зелей. Поверхностные явления. Сорбция. ПАВ. Строение ДЭС. Уравнение Гиббса. Уравнение Ленгмюра. Электрические свойства коллоидных систем. Порог коагуляции. Правило Шульце–Гарди. Взаимная коагуляция.

**Тема 8.** Грубодисперсные системы. Суспензии. Гелеобразование. Тиксотропия. Эмульсии, пены. Аэрозоли. Порошки.

## **8.2. Перечень лабораторных работ и семинарских занятий**

### **Лабораторные работы:**

Работа № 1. Определение температуры кипения жидкости и ряда термодинамических характеристик процесса испарения жидкости.

Работа № 2. Определение интегральной теплоты растворения соли.

Работа № 3. Определение теплоты испарения жидкости.

Работа № 4. Изучение скорости разложения перекиси водорода газометрическим методом.

Работа № 5. Изучение зависимости электрической проводимости растворов электролитов от концентрации. Определение константы диссоциации слабой кислоты.

Работа № 6. Определение электродвижущей силы элемента Даниэля – Якоби.

Работа № 7. Получение коллоидных растворов различными методами и определение знака заряда коллоидных частиц.

Работа № 8. Коагуляция коллоидных растворов электролитами.

Работа № 9. Получение и обращение фаз эмульсий.

Работа № 10. Изучение адсорбции из растворов на границе раздела жидкость – газ.

## **9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

- Наряду с учебной литературой в НБ ТГУ, лекционный материал доступен через сеть Интернет (<http://chem.tsu.ru> ресурсы/учебники):

Александрова С.Я., Цыро Л.В. «Физическая и коллоидная химия для студентов биологических специальностей вузов» 2002 г. В учебнике выделены интерактивные слова, через систему гиперссылок есть допуск к дополнительной информации: углубленно-теоретической, исторической, связанной с профессиональной подготовкой, к материалам, позволяющим проверить свои знания.

- На период обучения каждый студент имеет возможность получить в НБ ТГУ подготовленные на кафедре учебно-методические пособия по дисциплине.

- При проведении коллоквиумов применяется учебная игра «Контроль знаний», методика которой приведена в учебно-методическом пособии [1а] ресурсного обеспечения. При использовании этого метода активного обучения студенты имеют возможность дополнять ответы друг друга, углублять свои знания, развивать профессиональную речь.

## **10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств**

Компетенции оцениваются в соответствии со шкалой критериев, приведенных в таблице.

### 10.1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций и критерии их оценивания

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине Физическая и коллоидная химия	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
<b>(ОПК-2) – I</b> – способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	<b>Знать:</b> – основные законы и закономерности физической и коллоидной химии, область их применения	Отсутствие знаний	Знает лишь отдельные законы	Знает отдельные теоретические вопросы курса, но нет системного понимания	Знает теоретические основы дисциплины, но нет глубокого понимания и анализа	Имеет системные знания по теоретическим основам физической и коллоидной химии
	<b>Владеть:</b> – базовыми навыками работы и методами проведения экспериментов по физической и коллоидной химии, правильное оформление результатов. Выполнять нормы ТБ. Видеть источники происхождения погрешностей и пути их устранения	Не владеет	Нет систематизированных навыков работы	Владеет навыками экспериментальной работы, но применяет их не систематично, допускает погрешности при оформлении результатов	В целом успешное и систематическое владение навыками экспериментальной работы, но допускает небольшие погрешности при оценке результатов	Владеет навыками проведения эксперимента с применением химических и физико-химических методов, адекватно представляет результаты и их точность
	<b>Уметь:</b> – проводить химические эксперименты по предлагаемым методикам. Решать типовые задачи по физической и коллоидной химии. Находить необходимую информацию в учебной литературе и справочниках. Оценивать результаты своей деятельности для окружающей среды	Отсутствие умений	Выполняет стандартные действия, но допускает грубые ошибки	Выполняет стандартные действия, но допускает некоторые погрешности при принятии решений	В целом успешно выполняет стандартные действия, но допускает небольшие погрешности при оценке важности изучаемых процессов для биологических систем	Умеет проводить химические эксперименты по стандартным методикам, видит цель работы и этапы ее достижения, возможность применения других методов, правильно оформляет работу, умеет оценивать последствия своей деятельности для окружающей среды

## 10.2. Типовые контрольные задания, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины и паспорт фонда оценочных средств

При проведении практических занятий используется балльно-рейтинговая система (учитываются результаты сдачи коллоквиумов, индивидуальных заданий, контрольных работ, тестирований, подготовка рефератов, результативное участие в олимпиадах «Химия – предмет» межвузовского уровня). Рейтинг позволяет выявить группу наиболее подготовленных студентов, стимулирует развитие навыков самостоятельной работы с литературой, пополнение за счет этого научных знаний студентов.

Для промежуточного контроля знаний студентов по дисциплине используются материалы тестов «Сто вопросов по физической и коллоидной химии», подготовленных лектором в двух частях. Первая часть включает разделы: «Химическая термодинамика и равновесие», «Фазовое равновесие», «Теория растворов», «Электрохимия» – 50 заданий, вторая часть – разделы «Химическая кинетика и катализ» и «Коллоидная химия» – 50 заданий. Подготовлено несколько вариантов таких заданий. Один из вариантов всегда предварительно рассматривается на занятиях со студентами (обе части) и выложены на сайте (с ответами) вместе с авторским электронным учебником. На выполнение каждой части варианта отводится 2 астрономических часа. Все контролируемые компетенции во всех разделах курса оцениваются при тестировании (часть 1 и часть 2) и в коллоквиумах (вопросы их приведены в [1а] ресурсного обеспечения).

Для примера приведем фрагменты 6-го варианта тестового задания.

...

11. Теплота испарения пропанола 45,0 кДж/моль, а теплота сгорания газообразного пропанола – 2064,0 кДж/моль. Следовательно, теплота сгорания жидкого пропанола равна \_\_\_\_\_ кДж/ моль.

12. Изменение энергии Гиббса для некоторой реакции меньше нуля. Реакция идет: а) в прямом направлении; б) в обратном направлении; в) в системе равновесие.

13. Гетерогенные фазовые равновесия описываются уравнением: \_\_\_\_\_.

14. Молярная концентрация 30%-ной серной кислоты (плотность раствора 1,22 г/мл) равна \_\_\_\_\_.

...

79. Увеличение скорости реакции в присутствии катализатора обусловлено: а) выделением теплоты; б) снижением энергии активации; в) смещением реакции в сторону продуктов; г) не изменится.

...

90. Если вместо метанола использовать пропанол, но поверхностная активность ПАВ: а) увеличится в 6,4 раза; б) уменьшится в 3,2 раза; в) увеличится в 10,2 раза; г) не изменится.

91. Коагулирующая способность раствора сульфата калия для некоторого золя в 11 раз выше, чем у раствора хлорида натрия. Знак заряда частиц этого золя \_\_\_\_\_

• Типовые контрольные задания представлены в учебном пособии: Цыро Л.В., Александрова С.Я., Унгер Ф.Г. Варианты заданий для контроля знаний студентов БПФ и МФСХ по физической и коллоидной химии / учебное пособие. Томск: Томский государственный университет, 2001. – 30 с. (представлены 30 вариантов заданий по 8 задач в каждом).

- Примерная тематика рефератов:
  1. Осмос и его роль в жизни растений.
  2. Биологическая роль воды.
  3. Коагуляция и почвообразование.
  4. Адсорбция и ферментативный катализ.
  5. Законы экстракции в фармакологии.

Студенты могут сами предложить тему реферата, отражающую связь физической и коллоидной химии с объектами, интересными с точки зрения их профессиональной деятельности.

- Зачет студенты могут получить, работая в семестре по балльно-рейтинговой системе или сдавая отчет в традиционной форме. Зачет выставляется, если студент набрал не менее 60 баллов (из 100): при условии выполнения всех лабораторных работ – не менее 50 баллов за тестирования и 10 баллов за индивидуальное задание или реферат; или – не менее 50 баллов за коллоквиумы и 10 баллов за индивидуальное задание или реферат. По желанию студент может сдать зачет в традиционной форме.

Образец билета:

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Химический факультет  
Дисциплина «Физическая и коллоидная химия»

Билет №2

1. Закон Гесса и следствия из него.
2. Устойчивость коллоидных систем. Коагуляция. Правило Шульце–Гарди. Взаимная коагуляция.

Задача

Реакция второго порядка протекает за 10 минут на 25% (начальные концентрации исходных веществ равны между собой). Сколько времени необходимо для того, чтобы реакция прошла на 75% при той же температуре?

## 11. Ресурсное обеспечение

- а). Основная литература
  1. Александрова С.Я., Цыро Л.В. Практические работы по физической и коллоидной химии для студентов биологических специальностей вузов / учебно-методическое пособие. Томск: Томский государственный университет, 2016. – 78 с.
  2. Александрова С.Я., Цыро Л.В. Физическая и коллоидная химия для студентов биологических специальностей вузов в примерах и задачах / учебно-методическое пособие. Томск: Томский государственный университет, 2010. – 105 с.
  3. Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 751 с.
  4. Нигматуллин Н.Г. Физическая и коллоидная химия. Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 288 с.
- б). Дополнительная литература
  1. Саваткин Н.И., Авдеев Я.Г., Батраков В.В., Горичев И.Г. Физическая химия: сборник вопросов и задач. Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 319 с.
  2. Щукин Е.Д., Перцев А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия для бакалавров. М.: Юрайт, 2012. – 443 с.
  3. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия. М.: Альянс, 2009. – 339 с.
- в). Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Физическая химия. Коллоидная химия. URL: [chemistry-chemists.com/Uchebnic/chemistry-book-physical-colloid.html](http://chemistry-chemists.com/Uchebnic/chemistry-book-physical-colloid.html)
2. Физическая и коллоидная химия. URL: [web-local.rudn.ru/web-local/prep/ri/files.php?f=pf...](http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/ri/files.php?f=pf...) [pdf].
3. Физическая и коллоидная химия. Зимон А.Д. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)
  - Материально-техническая база обеспечения дисциплины:
    - лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации, оснащенная интерактивной доской (ауд. 311, 6 учебный корпус ТГУ).
    - лабораторные аудитории (№222 и 211 6-го учебного корпуса ТГУ), оснащенные вытяжной системой, установками для определения температур кипения, теплот испарения, газометрической установкой, термостатами, аналитическими весами, комплектом оборудования для определения ЭДС, установками для седиментационного анализа, изучения адсорбцией из растворов, получения зелей, эмульсий, изучения их свойств.

**12. Язык преподавания** – русский.

**13. Преподаватели** – доцент Александрова С. Я., доцент Цыро Л.В.

**Автор:** доцент Александрова С.Я.

**Рецензент:** профессор ХФ ТГУ Минакова Т.С. \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Химического факультета

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г., протокол № \_\_\_\_\_