



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

---


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

  
(подпись)

А.И. Александров

« 31 » августа 20 23 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Физическая химия

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материалы микро- и наносистемной техники

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

---

### **1. Цели освоения дисциплины**

- формирование у студентов 1-го курса фундаментальных представлений о законах физической химии, коллоидной химии;
- формирование системы знаний для понимания закономерностей протекания химических процессов в наноматериалах и системах
- создание научной и мировоззренческой базы для дальнейшей профессиональной деятельности бакалавров.

Данная дисциплина рассматривает наиболее общие законы протекания химических реакций.

### **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина Б1.В.03 «Физическая химия» входит в состав модуля Б1.В. Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Базируется на предшествующем изучении таких дисциплин, как «Химия», «Математика», «Физика». Содержательно она закладывает основы знаний для освоения дисциплин «Квантовая механика и квантовая химия», «Органическая химия», «Физика жидких кристаллов», «Материаловедение наноструктурированных материалов».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: свойства химических элементов, простых молекул и сложных соединений в различном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе); фундаментальные закономерности физических явлений; общие представления о закономерностях протекания химических реакций и основные определения термохимии;

Уметь: проводить физический эксперимент, обрабатывать и обсуждать экспериментальные зависимости;

Иметь: навыки пользования компьютерных программ для количественной обработки результатов эксперимента; навыки проведения качественного и количественного химического анализа.

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):

**УК-1** способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

б) профессиональные (ПК):

**ПК-1** способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом знаний теоретических и прикладных основ материаловедения, микромеханики и сопромата;

**ПК-2** способен проводить профессиональную деятельность по контролю структур и свойств материалов и компонентов микро- и наносистемной техники;

**ПК-3** способен выбирать и применять на практике методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные законы химии: термодинамики, теории растворов, электрохимии, химической кинетики, формулирующие естественно- научное мировоззрение; основные законы естественных наук и их применения при рассмотрении основных законов физической химии; ограничения и области применимости законов физической химии на практике (ПК-1); приборы, методики и способы экспериментального изучения законов физической химии; теории коллоидного состояния веществ и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии и биологии (ПК-3).

Уметь:

применять сложившиеся мировоззренческие естественно-научные представления в своей профессиональной деятельности; самостоятельно ставить задачу физико-химического исследования в химических системах; использовать методики и приборы для решения конкретных задач физической химии; обсуждать результаты физико-химических исследований, ориентироваться в современной литературе в области химии (УК-1, ПК-3); применять основные законы теории растворов, кинетические закономерности протекания химических реакций, особенности поведения наноразмерных коллоидных систем; формулировать цели эксперимента и грамотно интерпретировать его результаты (ПК-1).

Иметь практический опыт/Иметь навыки:

использования понятийно-терминологического языка физической и коллоидной химии; математический аппарат описания физико-химических свойств систем для обработки учебных экспериментальных задач; поиска новых сведений в физической и коллоидной химии и встраивания их в систему знаний по естественным наукам; технологией анализа результатов практического исследования физико-химических свойств систем и проведения расчетов с помощью специальных программ, решающих задачи физической химии; проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (УК-1, ПК-1, ПК-2); безопасного поведения в химической лаборатории; предсказания возможных рисков при обращении с химическими реактивами исходя из их физико-химических свойств (ПК-3).

### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

#### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной/заочной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной/заочной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

	Физическая и коллоидная химия как наука. Методы физической химии. Элементы химической термодинамики	2	4	6 Лаб. работа Практ. зан.	с последующим обсуждением результатов. Разбор теории к выполнению 1 и 2 лабораторной работы. Выполнение 1-ой лабораторной работы. Практическое занятие по теме «Методы химической термодинамики»
2	Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства растворов. Свойства растворов электролитов. Электрическая проводимость.	2	4	6 Лаб. работа Практ. зан.	Выполнение 2-ой лабораторной работы. Оформление отчетов. Защита результатов 1-ой и 2-ой лабораторной работы. Практическое занятие по теме «Теория растворов». Подготовка к сдаче 1-го коллоквиума. Сдача 1-го коллоквиума.
3	Пограничные потенциалы и электродвижущие силы. Химические источники тока. Кинетика химических реакций и катализ.	2	4	8 Лаб. работа Практ. зан.	Выполнение 3-ой и 4-ой лабораторной работы. Оформление отчетов. Защита результатов 3-ой и 4-ой лабораторной работы. Подготовка к сдаче 2-го коллоквиума. Сдача 2-го коллоквиума.
4	Методы коллоидной химии. Свойства коллоидных систем.	2	4	10 Лаб. работа Практ. зан.	Выполнение 5-ой лабораторной работы. Оформление отчетов. Защита результатов 5-ой лабораторной работы. Практическое занятие по теме «Методы коллоидной химии». Подготовка к сдаче 1-го коллоквиума. Сдача 3-го коллоквиума.
6	Подготовка к сдаче зачета с оценкой	2	2	2 практ. зан.	Сдача зачета с оценкой
ИТОГО:			18	32	

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. Предмет физической химии. Значение физической химии для науки и практики. Химическая термодинамика. Внутренняя энергия системы. Теплота. Работа. Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Закон Кирхгофа. Значение первого закона термодинамики при изучении биологических процессов.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

---

Второй закон термодинамики. Изменение энтропии в обратимом и необратимом процессах. Расчет энтропии в некоторых процессах. Тепловая теорема или третий закон термодинамики. Расчет абсолютного значения энтропии. Термодинамические потенциалы. Изменение термодинамических потенциалов как критерий равновесия и самопроизвольности процессов. Выражение химического потенциала компонентов в смеси идеальных газов. Константы равновесия  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_x$ . Уравнение изобары и изохоры реакций. Расчет константы равновесия по уравнению изобары реакции.

2. Растворы. Определение понятия раствор. Виды растворов. Понятие об идеальном растворе. Давление пара растворителя над раствором. Закон Рауля. Растворимость твердых веществ в растворителях. Температура затвердевания и кипения растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия. Распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Коэффициент распределения. Экстракция. Осмос. Осмотическое давление. Осмометрия. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы.

Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Гидратация ионов. Степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты. Константа диссоциации слабого электролита. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Ионная сила растворов. Закон ионной силы. Электропроводность растворов электролитов. Удельная электропроводность, эквивалентная электропроводность. Связь электропроводности со скоростями движения ионов. Числа переноса ионов.

3. Гальванический элемент. Причины возникновения разности потенциалов. Возникновение скачка потенциала на границе металл – раствор соли. Формула Нернста для электродных потенциалов. Нормальный водородный электрод. Стандартные (нормальные) электродные потенциалы. Электроды сравнения. Электрометрическое измерение концентрации ионов и  $pH$ . Стекланный электрод. Окислительно-восстановительные потенциалы (редокс-потенциалы). Нормальные редокс-потенциалы.

4. Кинетика химических реакций. Формальная кинетика. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость гомогенных реакций. Зависимость скорости реакции от концентрации. Порядок и молекулярность реакций. Уравнения односторонних реакций 1-го и 2-го порядка. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Скорость гетерогенных реакций. Роль диффузии. Основные понятия катализа. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Стадии гетерогенно-каталитических реакций.

5. Определение понятия коллоидная система. Основные свойства коллоидных систем. Классификация дисперсных систем. Поверхностная энергия. Адсорбция. Типы адсорбционных процессов. Уравнение Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Закономерности адсорбции на границе г/ж, ж/т. Уравнение Фрейндлиха. Правило Траубе. Адсорбция электролитов на адсорбентах. Хроматографический анализ. Особенности адсорбции на границе ж/г. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Строение двойного электрического слоя. Понятие дзета-потенциала и его значение в проблеме агрегативной устойчивости. Строение мицеллы лиофобного золя. Правило Фаянса-Панета. Закономерности коагуляции коллоидных систем. Современная теория коагуляции электролитами. Стабилизация коллоидных систем.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

**Содержание лабораторных работ по разделам:**

№ темы	Названия лабораторных работ
I.	1. Определение тепловых эффектов процессов: а) Определение теплоты растворения хорошо растворимых солей; б) Определение теплоты образования кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; в) Определение теплоты нейтрализации.
	2. Определение теплоты испарения легколетучих жидкостей: а) Определение зависимости температуры кипения жидкости от давления насыщенного пара; б) Определение теплоты испарения жидкости.
	3. Определение константы равновесия в гомогенных системах: Определение константы диссоциации слабой кислоты потенциометрическим методом.
II.	4. Определение молекулярной массы вещества криоскопическим методом.
III.	5. Изучение зависимости ЭДС химических и концентрационных элементов от природы и концентрации иона металла в растворе.
IV.	6. Изучение скорости разложения мурексида в кислой среде и определение константы диссоциации слабой кислоты.
V.	7. Изучение адсорбции на границе раздела фаз жидкость-газ.
	8. Получение и качественное исследование золей. Определение электрокинетического потенциала золей.
	9. Получение и изучение свойств эмульсий.

**5. Образовательные технологии**

При изучении настоящей дисциплины используются следующие инновационные образовательные технологии:

- разноуровневое обучение; уровневые контрольные работы; уровневый зачет;
- рейтинговая система; рейтинг уровня учебных достижений студентов; письменный зачет с элементами рейтинга;
- технология «дебаты» на коллоквиумах и при сдаче лабораторных работ;

**Чтение лекций** по методам физической и коллоидной химии проводится с частичным использованием слайд-конспекта (более 50 слайдов). Слайды отображают физические и химические процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к экзамену.

**При проведении практических занятий** не менее 1 часа из двух (50% времени) отводится на самостоятельное решение задач. Практические занятия строятся следующим образом:

1. Вводная часть (цели занятия, основные теоретические вопросы раздела курса)
2. Фронтальный опрос подгруппы с оценкой (входной контроль путем бланкового экспресс-тестирования).
3. Рассмотрение преподавателем решения 2-3 типовых задач.
4. Самостоятельное решение студентами 2-3 задач на оценку.
5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

---

Для проведения занятий имеется большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, дифференцированных по степени сложности.

Предварительная подготовка студента к практическому занятию оценивается путем экспресс-тестирования в течение 5 минут. Результаты самостоятельного решения задач по каждому занятию также оцениваются. Таким образом, при интенсивной работе на каждом занятии студент имеет возможность получить две оценки.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физическая химия» представлено УМК, электронным вариантом части курса лекций, пакетом расчетных программ для обработки результатов измерений, а также методическими пособиями.

**Методические материалы по обеспечению самостоятельной работы студентов приведены в приложении 1**

#### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Текущий контроль предполагает проведение проверочных контрольных работ, работу на практическом занятии, сдачу коллоквиумов, а также результаты выполнения лабораторного практикума.

Каждое задание оценивается по принципу зачтено/не зачтено. Зачтено выставляется в случае, если выполнено верно (либо соответствует критериям) на 60% и больше. В случае, когда студент получил промежуточные зачеты по каждому заданию в течение семестра, он допускается до итогового контроля.

#### **Итоговый контроль**

В качестве итогового контроля используется традиционная система сдачи зачета по билету при устно-письменном индивидуальном опросе, которая включает 2 основных вопроса и 2 дополнительных вопроса.

Отлично – даны развернутые полные ответы на все поставленные вопросы;

Хорошо – даны ответы на все вопросы с незначительными ошибками

Удовлетворительно – даны ответы на три вопроса из четырех

Неудовлетворительно – даны ответы на два вопроса из четырех или меньше.

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

##### **Основная литература**

1. *Стромберг А.Г., Семченко Д.П.* Физическая химия. изд 5-е. –М.: Высш. шк., 2003. 527 с.
2. Основы физической химии. Теория и задачи. /*Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В.* –М.: Экзамен, 2005. 478 с.
3. Краткий справочник физико-химических величин /*Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой.* 8-е изд. –Л.: Химия, 2003. 232 с.
4. *Тиного И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж.* Физическая химия. Принципы и применение



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

в биологических науках. –М.: Техносфера, 2005. 744с.

5. Основы физической химии. Теория и задачи. /Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. –М.: Экзамен, 2005. 478 с.

6. Эткинс П. Физическая химия, ч.1. –М.: Мир, 2007. 581 с.

**Дополнительная литература**

1. Тиноко И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж.. Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках. –М.: Техносфера, 2005. 744с.
2. Основы физической химии. Теория и задачи. /Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. –М.: Экзамен, 2005. 478 с.
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. изд 5-е. –М.: Высш. шк., 2003. 527 с.
4. Эткинс П. Физическая химия, ч.1. –М.: Мир, 2007. 581 с.
5. Гельфман М.И. Практикум по физической химии. –М.: Лань, 2004.
6. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.. Электрохимия. –М.: Колосс, 2006. 672 с.
7. Байрамов В.М. Основы электрохимии. –М.: Академия, 2005. 240 с.
8. Кубасов А.А. Химическая кинетика и катализ. –М.: МГУ, 2002. 280 с.

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru;](http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka)  
<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

База данных физико-химических и других характеристик органических соединений  
<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

Спектральная база данных [http://sdb.db.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/cre\\_index.cgi](http://sdb.db.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/cre_index.cgi)

**Программное обеспечение:** операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

— для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»  
Материалы микро- и наносистемной техники

информации большой аудитории;

— для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ (проектов) с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: персональный компьютер, проектор, экран

**Автор рабочей программы дисциплины:** доцент, кандидат химических наук  
Петров В.М.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 30 августа 2023 г., протокол № 1

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.**