

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МССН  
по направлению 04.00.00 «Химия»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

**ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ХИМИИ**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**04.03.01 «ХИМИЯ»**

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Цели дисциплины:

- овладение студентами основами современной теоретической химии, ознакомление с квантово-механическими методами описания химических систем (атомов, молекул, кристаллов) и реакций;
- ознакомление студентов с основами квантовой химии, включающими ее базовый метод – метод молекулярных орбиталей (все самые точные методы расчета электронной и геометрической структуры молекул сегодня базируются именно на этом методе);
- изучение студентами основ квантовой механики в приложении к решению химических задач, а также теоретических и расчетных методов квантовой химии. Основное внимание уделяется не математическому аппарату, а расшифровке физического смысла понятий квантовой механики и квантовой химии и практическому овладению расчетными методами квантовой химии.

Важной задачей курса является обеспечение понимания студентами теоретических основ метода, лежащего в основе всей современной квантовой или компьютерной химии, и выработка у них отношения к получаемым квантово-химическим результатам, как к машинному эксперименту, равноправному по отношению к любым другим экспериментальным исследованиям.

Квантовая химия представляет собой теоретический фундамент в решении конкретных задач физической химии. Достоинство этой бурно развивающейся области знаний тесно сопряжено с прогрессом вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Оно состоит в возможности получения информации, недоступной для традиционных экспериментальных физико-химических методов исследований. Например, изучение детальной электронной и геометрической структуры активированного комплекса в химических реакциях, различных свойств короткоживущих ионов, отнесение полос в спектрах запрещенных переходов и т.д. Понимая это, студенты при дальнейшем обучении всегда смогут использовать квантово-химические расчеты при выполнении различных профессиональных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина “Основы квантовой химии” относится к вариативной части блока Б1 учебного плана

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
1	УК-1 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	История Философия Математика Физика Информатика Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Курсовая работа	Строение вещества Коллоидная химия Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Введение в химию координационных соединений Основы нанохимии

		"Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" Химические основы биологических процессов	Химия лекарственных веществ Физико-химические методы исследований неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии Дисциплины междисциплинарного модуля
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
2	<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" Компьютерные технологии в химии Химические основы биологических процессов	Строение вещества Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии
3	<b>ОПК-3</b> Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	Информатика Компьютерные технологии в химии	Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии
4	<b>ОПК-4</b> Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	Математика Физика	Строение вещества
<b>Профессиональные компетенции</b>			
5	<b>ПК-1</b> Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Курсовая работа	Строение вещества Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Кристаллохимия и основы

разделов химии при решении профессиональных задач	"Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" Химические основы биологических процессов История химии	рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Введение в химию координационных соединений Основы нанохимии Химия лекарственных веществ Физико-химические методы исследования неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии
---	---	---

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1

Таблица 2

#### Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>ИУК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; <b>ИУК-1.2.</b> Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; <b>ИУК-1.5.</b> Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
<b>ОПК-1</b>	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<b>ИОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов, свойств веществ и материалов; <b>ИОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
<b>ОПК-3</b>	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	<b>ИОПК-3.1.</b> Применяет теоретические и полумпирические модели при решении задач химической направленности <b>ИОПК-3.2.</b> Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.
<b>ОПК-4</b>	Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	<b>ИОПК-4.1.</b> Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности; <b>ИОПК-4.2.</b> Обрабатывает данные с использованием стандартных способов

		аппроксимации численных характеристик; <b>ИОПК-4.3.</b> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.
<b>ПК-1</b>	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<b>ИПК-1.1.</b> Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; <b>ИПК-1.2.</b> Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; <b>ИПК-1.3.</b> Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные этапы и закономерности развития квантовой химии, роль квантовой химии в выработке научного мировоззрения;
- основные законы и уравнения классической и квантовой механики, схемы сложения угловых моментов, правила вычисления коммутаторов, подходы к решению уравнения Шредингера для основных задач квантовой механики. А также основные приближения, позволяющие численно решать уравнение Шредингера – приближение Борна-Оппенгеймера, одноэлектронное приближение, методы Хартри, Хартри – Фока, линейный вариационный метод (МОЛКАО);
- взаимосвязь основных законов квантовой химии с законами общей химии, неорганической химии, органической химии и физической химии;
- современные компьютерные технологии, используемые для обработки результатов научных экспериментов, полученных методами квантовой химии.

**Уметь:**

- использовать систему фундаментальных понятий и методологических аспектов квантовой химии в профессиональной деятельности;
- применять теоретические знания для решения конкретных задач в химии;
- решать уравнение Шредингера для основных задач квантовой механики типа движения свободной частицы, движения в потенциальном ящике, жесткого ротатора;
- применять современные компьютерные технологии, используемые для обработки результатов научных экспериментов, полученных методами квантовой химии.

**Владеть:**

- методологией научного познания в области квантовой химии;
- основными навыками решения модельных задач;
- основными навыками анализа полученных результатов используя основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки;
- основными приемами решения стационарного уравнения Шредингера, приемами самостоятельной работы с использованием справочной и учебной литературы, информационных технологий, ресурсов Интернета.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы.

№ п/п	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
			VI			
<b>1.</b>	<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	90			
1.1.	Лекции	36	<b>36</b>			
1.2.	Лабораторные работы	54	<b>54</b>			
<b>2.</b>	<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	54	54			
<b>3.</b>	<b>Общая трудоемкость (зачетных единиц) (ак.часов)</b>	144	144			
		4	4			

#### 5. Содержание дисциплины.

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<b>Введение</b> <b>Классическая механика, как основа для изучения квантовой механики</b>	Введение в курс «Квантовая механика». Классическая механика, ее основные понятия. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея, системы координат, задача о кинетической энергии двух масс. Вращение твердого тела. Центр инерции механической системы. Жесткий ротатор, моменты инерции, элементы теории групп. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа. Уравнения Лагранжа. Канонические уравнения Гамильтона. Законы сохранения, интегралы движения. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Гармонический осциллятор (классическое решение).
2	<b>Квантовая механика</b>	История ее появления. Понятие о корпускулярно-волновом дуализме, гипотеза Луи деБройля, опыты Дэвиссона и Джермера. Статистическое толкование волн де Бройля. Понятие измерения по Н. Бору и роль прибора в квантовой механике. Принцип неопределенности В. Гейзенберга, его физический смысл. Принцип дополнительности Н. Бора. Волновая функция системы, ее физический смысл. Принцип суперпозиции. Операторы квантовой механики и их основные свойства. Сложение и умножение операторов. Понятие о коммутаторах. Уравнение Шредингера, зависящее от времени. Стационарные состояния и стационарное уравнение Шредингера. Момент импульса микрочастицы, коммутационные соотношения для его компонент и квадрата момента импульса. Спин электрона. Собственные значения квадрата оператора спина и их роль в определении качества волновых функций. Схемы сложения моментов Рассел – Саундерса и j-j связи. Квантовый осциллятор. Принципиальное отличие от классического гармонического осциллятора, энергия нулевых колебаний. Туннельный эффект, его парадоксальность. Частица в одномерном потенциальном ящике. Движение свободной частицы. Жесткий ротатор. Уравнение Шредингера для атома водорода. Теория возмущений Рэлея – Шредингера.
3	<b>Квантовая химия</b>	Приближение Борна-Оппенгеймера. Вариационный метод и

		вариационный принцип. Одноэлектронное приближение. Волновая функция многоэлектронной системы в одноэлектронном приближении. Средняя энергия в одноэлектронном приближении. Уравнения Хартри и Хартри-Фока. Уравнения Хартри-Фока для замкнутых оболочек. Линейный вариационный метод. Уравнения Хартри-Фока-Рутаана.
--	--	--

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Классическая механика	4		10	10	24
2.	Квантовая механика	16		22	22	60
3.	Квантовая химия	16		22	22	60

## 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	1	Комплексные числа и действия над ними. Различные формы записи комплексных чисел, решение задач.	3
2	1	Принцип относительности Галилея, системы координат, задача о кинетической энергии двух масс. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа и уравнения Гамильтона. Решение задач.	3
3	1	Вращение твердого тела. Моменты инерции, типы волчков. Жесткий ротатор, $I_{xx}$ для $H_2CO$ , волчка, моменты инерции для $CO_2$ , элементы теории групп.	6
4	2	Гипотеза и уравнение Луи де Бройля. Толкование волн де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Принцип дополнительности. Волновая функция, принцип суперпозиции, операторы.	3
5	2	Линейность и эрмитовость операторов. Сложение и умножение операторов. Решение задач. Уравнение Шредингера, стационарные состояния.	3
6	2	Вычисление коммутаторов момента импульса. Схемы сложения моментов в квантовой механике.	3
7	2	Вычисление коммутаторов. Решение задач.	3
8	2	Квантовый осциллятор, туннельный эффект, свободная частица, частица в одномерном потенциальном ящике, жесткий ротатор.	3
9	2	Атом водорода и водородоподобные атомы. Волновые функции водородоподобных атомов как основа всех атомных орбиталей в различных областях химии.	3
10	2	Термы Рассел-Саундерса. Вычисление термов атомов лития и углерода.	3
11	3	Вычисление термов атома кислорода и титана	3
12	3	Приближение Борна-Оппенгеймера и адиабатическое	3

		приближение.	
13	3	Одноэлектронное приближение.	3
14	3	Единицы Хартри. Уравнения Хартри.	3
15	3	Приближение Хартри-Фока. Уравнения Хартри-Фока для произвольных систем.	3
16	3	Уравнения Хартри-Фока для систем с замкнутыми оболочками.	3
17	3	Линейный вариационный метод, уравнения Рутаана.	3

**7. Практические занятия:** не предусмотрены учебным планом.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине необходимы:

Для аудиторной работы:

- 1) учебная аудитория с рабочими местами для проведения лекционных занятий (по числу студентов),
- 2) дисплейный класс для проведения лабораторных занятий с использованием компьютеров (численный эксперимент),
- 3) доска (мел или маркеры в зависимости от качества доски) и/или флипчарт и маркерами,
- 4) стационарный персональный компьютер с установленным программным обеспечением и доступом в сеть Интернет (допускается использование переносной аппаратуры),
- 5) мультимедийный проектор (стационарный или переносной),
- 6) экран (стационарный или переносной напольный).

Для самостоятельной работы студентов:

- б) помещение с компьютером с установленным программным обеспечением и доступом в сеть Интернет и электронную информационно-образовательную среду РУДН, библиотека.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Москва, ул. Орджоникидзе, 3, корп. 1 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы; ауд. № 708 (Зал № 2)	Комплект специализированной мебели, доска меловая; Мультимедийный проектор, экран для проектора, оборудование для проведение демонстрационных опытов, имеется wi-fi	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно, программе присваивается новый номер)
Москва, ул. Орджоникидзе, 3, стр. 2 Учебно-научная лаборатория Учебно-научная химическая лаборатория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, а также самостоятельной работы ауд.№ 527	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование: микроскоп медицинский ТУ 9443-168-07502348-2005, Инфракрасный спектрометр ФТ-02, технические средства: проектор, экран для проекторов, ноутбук, имеется wi-fi	Не требуется для имеющегося оборудования
Москва, ул. Орджоникидзе, 3,	Доска интерактивная, экран Prostar	Программа корпоративного

стр. 5 Компьютерный класс для проведения практических занятий с использованием компьютеров, проведения компьютерных тестирований, обеспечения самостоятельной работы студентов Дисплейный класс № 1, к. 35	153*200, компьютерные столы и стулья (26), рабочее место обучающегося (10): Монитор 17" LCD ViewSonic и системный блок R-Style.	лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно, программе присваивается новый номер)
--	---	--

Все оборудование в лабораториях достаточно современно и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных работ.

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

- а) программное обеспечение:
- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Учебно-научный информационный библиотечный центр РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/">http://lib.rudn.ru/</a>
ЭБС РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web</a>
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	<a href="http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998">http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998</a>
Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chemnet.ru">http://www.chemnet.ru</a>
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://www.elibrary.ru/defaultx.asp">http://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Химическая энциклопедия	<a href="http://www.chemport.ru">http://www.chemport.ru</a>
XuMuK: сайт о химии для химиков	<a href="http://www.xumuk.ru">www.xumuk.ru</a>
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a> <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
IOPSCIENCE IOP Publishing	<a href="http://iopscience.iop.org/journals?type=archive">http://iopscience.iop.org/journals?type=archive</a>
Mendeley	<a href="http://www.mendeley.com/">http://www.mendeley.com/</a>
Nature	<a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>
Reaxys, Reaxys Medicinal Chemistry	<a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a>
RSC, журналы Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry),	<a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a>
ScienceDirect (ESD), «FreedomCollection», ИД "Elsevier"	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
SciFinder-n	<a href="https://scifinder-n.cas.org/">https://scifinder-n.cas.org/</a>
SPRINGER	<a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>
Wiley Online Library	<a href="http://www.wileyonlinelibrary.com">www.wileyonlinelibrary.com</a>
Академия Google	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

Электронно-библиотечная система РУДН. Удалённый доступ как на территории Университета, так и вне её по паролю и логину.

ЭБС Университетская библиотека ONLINE. (Доступ по IP-адресам РУДН или удаленно после регистрации из стен РУДН с подтверждением по ссылке на компьютерах РУДН).

ЭБС Юрайт (Доступ по IP-адресам РУДН или удаленно после регистрации из стен РУДН с подтверждением по ссылке на компьютерах РУДН).

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### а) Основная литература

1. Майер И. Избранные главы квантовой химии: Доказательства теорем и выводы формул Пер. с англ. М.Б. Драховского, А.М. Токмачева; под ред. А.Л. Чугреева /М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 384 с.

2. Гельман Г. Квантовая химия / М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2011. - 533 с.

### б) дополнительная литература:

1. Боженко К.В. Основы квантовой химии: Конспект лекций, часть 1 / - М.: Изд-во РУДН, 2010. 124 с. <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/1633>

2. Боженко К.В. Основы квантовой химии: : Конспект лекций, часть 2 / М.: Изд-во РУДН, 2012. - 67 с. <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/301>

3. Боженко К.В. Методические указания по изучению курса "Основы квантовой химии": Учебное пособие. Раздел 1: Классическая механика / М.: Изд-во РУДН, 2005. - 22с.

4. Боженко К.В. Методические указания по изучению курса "Основы квантовой химии": Учебное пособие. Раздел 2: Квантовая механика /М.: Изд-во РУДН, 2005. - 22 с.

5. Кукушкин А.К. Задачи по квантовой химии и строению молекул /М.: Изд-во МГУ, 1987. - 154 с.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Технология процесса обучения по дисциплине включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекционные и лабораторные занятия);
- организация самостоятельной образовательной деятельности студентов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
- организация и проведение консультаций;
- промежуточная аттестация.

Аудиторная работа включает проведение лабораторных работ, тестов, коллоквиумов и контрольных работ, а также выполнение курсовой работы. В конце изучения дисциплины – промежуточный контроль в виде устного экзамена.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к этим видам работ и контролю.

### ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Прежде чем начать выполнение лабораторной работы, следует ознакомиться с соответствующим теоретическим разделом лекционного курса (компетенции УК–1, ОПК–4, ПК–1). Далее следует внимательно ознакомиться с описанием лабораторной работы и предложенной методикой (компетенции ОПК–1), провести соответствующие расчеты, необходимо заранее их выполнить дома при подготовке к планируемой работе. До начала работы студент должен оформить лабораторную работу, выбрать соответствующие методы анализа, знать порядок работы на приборе, с компьютерной программой (компетенции ОПК–1, 3, ПК–1).

## ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

(компетенции УК-1, ОПК-1, ОПК-3, ПК-1)

– Контрольные работы выполняются в отдельной ученической тетради, на обложке которой указаны название дисциплины, фамилию и инициалы, специальность, курс. Перед каждой контрольной работой указывается номер контрольной работы, вариант задания, дата.

– Контрольные работы выполняются чернилами черного, синего или фиолетового цвета. Условие каждой задачи необходимо записывать полностью.

– Решение задачи начинается с *составления краткого условия* с использованием обозначений, принятых в дисциплине. Значения всех заданных величин должны быть выражены в единицах СИ и выписаны их числовые значения в виде столбика в кратком условии задачи. Идея решения задачи должна быть кратко обоснована с применением соответствующих законов, определений и положений. Величины, входящие в используемые формулы, должны быть пояснены. Ход решения задач следует пояснять с помощью схем или рисунков, выполненных карандашом при помощи линейки и других чертежных инструментов. Обозначения на чертеже и в тексте решения задачи должны иметь одинаковый вид.

– Как правило, задачи следует решать в общем виде, т. е. в буквенном выражении, без вычисления промежуточных величин. Числовые значения подставляются только в окончательную (расчетную) формулу, определяющую искомую величину. Если эта формула не является выражением физического закона, то ее следует вывести на основе соответствующих теоретических сведений. После получения расчетной формулы необходимо ее проверить. Для этого нужно в эту формулу вместо символов физических величин подставить обозначения их единиц в СИ и убедиться, совпадают ли единицы левой и правой частей формулы. И только после этого подставить в расчетную формулу числовые значения величин и провести вычисления. Записать ответ.

### ПОДГОТОВКА К ТЕСТАМ

(компетенции УК-1, ОПК-1,2, ПК-1)

При подготовке к тестам студент должен использовать теоретические данные лекционных материалов, данные литературных источников, а также материалы лабораторных работ и соответствующие примеры тестовых заданий.

### **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Физическая химия» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме в соответствии с требованиями «Регламента формирования фондов оценочных средств (ФОС)», утвержденного приказом ректора от 05.05.2016 г. № 420 и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Знания студентов оцениваются по рейтинговой системе. Оценка знаний по рейтинговой системе основана на идее поощрения систематической работы студента в течение всего периода обучения.

При выставлении оценок используется бально-рейтинговая система, в соответствии с Положением о БРС оценки качества освоения основных образовательных программ, принятого Решением Ученого совета университета (протокол №6 от 17.06.2013 г) и утвержденного Приказом Ректора Университета от 20.06.2013 года.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

**Разработчик:**

Профессор кафедры  
физической и коллоидной химии,  
д.х.н., профессор



К.В. БОЖЕНКО

**Заведующий кафедрой**  
физической и коллоидной химии



А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО