

*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**

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**04.04.01 «ХИМИЯ»**

**Направленность программы (профиль)**

**«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»**

**1. Цели и задачи дисциплины:** преподавание статистической термодинамики в университетах ставит своей главной целью раскрыть смысл основных законов, научить студента видеть области применения этих законов, четко понимать их принципиальные возможности при решении конкретных задач. Основные разделы статистической термодинамики - Статистические состояния, Идеальный газ, Реальный газ, Атомы и двухатомные молекулы, Плазма.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Статистическая термодинамика» относится к вариативной части блока 1 модуля 3 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
<b>Универсальные компетенции</b>			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Актуальные задачи современной химии Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
<b>Профессиональные компетенции</b>			
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках		Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной		Катализ Термодинамика неравновесных процессов

области химии и/или смежных наук		Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
----------------------------------	--	--

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основы современных теорий в области статистической термодинамики и способы их применения для решения теоретических задач в любых областях химии.

**Уметь:** ориентироваться в условиях производственной деятельности и адаптироваться в новых условиях; принимать нестандартные решения; анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения.

**Владеть:** современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		I			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
В том числе:					
<i>Лекции</i>	36	36			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>			
Общая трудоемкость	час	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Статистические состояния	Основные понятия статистической термодинамики. Проблема обоснования. Теорема Лиувилля. Квантово-механическая модель вещества. Чистые и смешанные состояния. Квантовый аналог теоремы Лиувилля. Статистические ансамбли: микроканонический, канонический. Молекулярно-статистическое обоснование термодинамики. Постулаты связи. Закрытые системы: статистические аналоги работы и теплоты. Аналог энтропии. Статистические выражения для термодинамических функций закрытых систем. Большой канонический ансамбль. Статистические выражения для термодинамических функций открытых систем. Статистические состояния для термодинамических функций открытых систем, их выражения через большую статистическую сумму.
2.	Идеальный газ	Термодинамические функции идеального газа закрытых и открытых систем, выраженные через сумму по состояниям и большую статистическую сумму. Квантовая статистика идеального газа: Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденные газы Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
3.	Реальный газ	Вывод вириального уравнения состояния реального газа с помощью большого канонического ансамбля. Термодинамические функции реального газа. Статистический оператор (матрица плотности). Представление канонического и большого канонического распределения в операторной форме.
4.	Атомы и двухатомные	Излучение абсолютно чёрного тела, электронный газ в

	молекулы	металлах. Электронные суммы по состояниям атомов и двухатомных молекул. Вращательные и колебательные суммы по состояниям двухатомных молекул. Термодинамические функции идеального газа из атомов и двухатомных молекул. Многоатомные молекулы. Точечные группы симметрии, классификация молекул по группам симметрии. Колебания многоатомных молекул. Частоты и формы нормальных колебаний. Типы симметрии колебаний. Колебательные и вращательные суммы по состояниям квазитвёрдых молекул. Термодинамические функции идеального газа из многоатомных молекул. Статистическое описание химического равновесия. Расчёт констант равновесия по табличным данным.
5.	Плазма	Общие свойства плазмы. Потенциал средней силы. Плазма с низкой плотностью. Теория Дебая. Экранирование. Экранирование в плотной плазме. Метод Томаса-Ферми. Термодинамические функции разряженной плазмы. Определение термодинамических параметров разряженной плазмы с помощью интегро-дифференциальных уравнений Боголюбова. Колебание плотности объёмного заряда.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Статистические состояния	6				12	18
2.	Идеальный газ	8				12	20
3.	Реальный газ	8				16	24
4.	Атомы и двухатомные молекулы	8				16	24
5.	Плазма	6				16	22
		36				72	108

## 6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом

## 7. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
ул. Орджоникидзе, д.3, Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы: ауд.№ 527	Комплект специализированной мебели; технические средства: проектор, экран для проекторов, ноутбук, столы; имеется wi-fi	Microsoft Windows 7, Код продукта № 00359-ОБМ-8992687-00246

--	--	--

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: Microsoft Word, Microsoft Office (Excel, Power Point)

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>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. **Статистическая термодинамика в физической химии.** Учебное пособие для вузов / В.Д. Ягодовский. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. - с.: ил. - ISBN 5-94774-084-2: 175.01.

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

б) дополнительная литература:

1. **Кинетика мономолекулярных реакций:** Учебно-методическое пособие / В.Д. Ягодовский. - М.: Изд-во РУДН, 2014. - 34 с. - ISBN 978-5-209-05596-9: 64.77.

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

2. **Статистическая термодинамика:** Конспект лекций для студентов, специализирующихся по физической химии / В.Д. Ягодовский; УДН. - М.: УДН, 1969. - 142 с.: ил. - 0.27.

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

3. **Вопросы и задачи по курсу "Статистическая термодинамика":** Учебно-методическое пособие / В.Д. Ягодовский. - М.: Изд-во РУДН, 2016. - 48 с. - ISBN 978-5-209-07322-2: 47.10.

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

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

Согласно учебному плану при изучении дисциплины предполагается проведение лабораторных занятий, контрольных работ, домашних работ и написание реферата. В семестре проводится промежуточный контроль в виде письменно-устного экзамена.

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

### **Правила написания и оформления контрольных работ и домашних заданий**

- 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..

### **Методические рекомендации студентам по написанию рефератов**

Написание реферата является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов; одной из форм научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат, как форма обучения студентов, - это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами.

При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.

Темы рефератов определяются кафедрой и содержатся в программе курса. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

**Целью** написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;

- выявление и развитие у студента интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

#### **Основные задачи студента при написании реферата:**

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;
- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

#### **Требования к содержанию:**

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;
- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы.

#### **Структура реферата.**

1. Начинается реферат с *титульного листа*.
2. За титульным листом следует *Оглавление*. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.
3. *Текст* реферата. Он делится на три части: *введение, основная часть и заключение*.
  - а) *Введение* - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.
  - б) *Основная часть* - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.
  - в) *Заключение* - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.
4. *Список источников и литературы*. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников, из них хотя бы один – на иностранном языке (английском или французском). Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов.

#### **Оценивая реферат, преподаватель обращает внимание на:**

- соответствие содержания выбранной теме;
- отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснована;
- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;
- умение логически мыслить;
- культуру письменной речи;
- умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, составление библиографии);
- умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;
- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;

- соблюдение объема работы;
- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.
- Реферат должен быть сдан для проверки в установленный срок.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Статистическая термодинамика» (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 и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**

доцент кафедры  
физической и коллоидной химии, к.х.н.

И.Г. БРАТЧИКОВА

### **Руководитель программы**

Профессор кафедры  
органической химии

А.В.ВАРЛАМОВ

### **Заведующий кафедрой**

физической и коллоидной химии

---

А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО