


ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

СОГЛАСОВАНО


Руководитель ОПОП ВО
профессор О.В. Черемисина

УТВЕРЖДАЮ


Декан факультета переработки
минерального сырья,
доцент П.А. Петров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАСТВОРОВ

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность (профиль): Физическая химия

Форма обучения: очная

Нормативный срок обучения: 4 года

Составитель: д.т.н. Литвинова Т.Е.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Введение в теорию растворов» разработана:
– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.06.01 химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России № 869 от 30 июля 2014 г.;

– на основании учебного плана подготовки по направлению 04.06.01 «Химические науки», направленности (профиля) «Физическая химия».

Составитель:



д.т.н., проф.

Литвинова Т.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физической химии» от «31» августа 2021 г., протокол № 1.

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры и докторантуры



к.т.н.

В.В. Васильев

Заведующий кафедрой ФХ



д.т.н., проф.

О.В. Черемисина

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Введение в теорию растворов» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры физической химии

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	1	«31» августа 2020	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020
2	1	«31» августа 2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины

- формирование у аспирантов знаний в области современных тенденций и методов физико-химического описания и моделирования процессов, протекающих с участием растворов (истинных, коллоидных);

- подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, связанных с изучением и синтезом новых веществ, химических процессов, решении научных задач междисциплинарного характера;

- формирование у аспирантов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления, овладение современными методами научных исследований в области химии растворов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- *изучение* современных методов изучения физико-химических свойств растворов и закономерностей протекания процессов и реакций;

- *овладение* методами физико-химического моделирования технологических процессов в металлургии и химической технологии, протекающих с участием растворов;

- *формирование* представлений и практического опыта физико-химических расчетов, необходимых для предсказания направления протекания химических реакций;

- *приобретение навыков* практического применения расчетов и экспериментального исследования физико-химических параметров процессов в растворах различного агрегатного состояния и природы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Введение в теорию растворов» относится к *вариативной* части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки», направленности (профилю) «Физическая химия». Дисциплину изучают в 7 семестре.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Планируемые результаты обучения дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Основные показатели освоения дисциплины	Этапы формирования
2.	ПК-2	Способность использовать теоретические и методологические основы экспериментального определения и расчёта физико-химических характеристик	Выпускник знает современные способы и методы анализа процессов и материалов и их свойств, области применения и техническое назначение современных методов сбора и обработки данных; современные способы и подходы определения и расчёта физико-химических характеристик процессов в растворах с учетом межмолекулярных взаимодействий	В соответствии с учебным планом

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Основные показатели освоения дисциплины	Этапы формирования
		процессов, протекающих в растворах (истинных или коллоидных)	<p>Умеет работать с приборами и установками для экспериментальных исследований процессов в лабораторном и опытном масштабе; применять различное сложное оборудование и программные продукты для сбора и обработки экспериментальных и теоретических сведений о закономерностях протекания процессов в растворах</p> <p>Владеет навыками использования современных методов постановки и решения задач описания и моделирования процессов в растворах; применения методов физического и математического моделирования процессов, протекающих в растворах, для изучения процессов переработки сырья природного или техногенного происхождения</p>	
4.	ПК-4	Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя (руководителя проекта)	<p>Выпускник знает современные направления в области теоретических представлений о поведении вещества в растворе, области применения и технического назначения теории растворов</p> <p>Умеет организовать выполнение теоретических и экспериментальных исследований в области изучения свойств веществ в растворах с целью выполнения фундаментальных и прикладных исследований</p> <p>Владеет навыком постановки и решения задач лабораторного моделирования и масштабирования с учетом особенностей исследования процессов, протекающих в растворах</p>	В соответствии с учебным планом

3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенций обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

Обучающийся должен демонстрировать способность и готовность
 – в научно-исследовательской деятельности в области химии и смежных наук критически анализировать и оценивать современные технические и научные достижения, в том числе в междисциплинарных областях; соблюдать правила международного научного общения и сотрудничества, принципы академической этики и личной ответственности ученого;

– в преподавательской деятельности в области химии и смежных наук проводить основные виды учебных занятий в рамках своей специальности; соблюдать правила и нормы педагогической этики и личной ответственности преподавателя; планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в педагогическом, общетехническом, общенаучном и социальном контекстах.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина включает в себя 5 разделов, содержание которых направлено на получение знаний в области химической кинетики и катализа.

Общая трудоемкость дисциплины «**Введение в теорию растворов**» составляет 4 зачетных единицы или 144 академических часа. Дисциплину изучают в 7 семестре по очной форме обучения. Форма контроля – дифференцированный зачет.

4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
Аудиторные занятия, в том числе:	12	12
Лекции	6	6
Практические занятия (семинары)	6	6
Самостоятельная работа аспирантов (СР), в том числе	132	132
Подготовка к практическим занятиям (семинарам)	6	6
Тематическая работа с научной литературой	60	60
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	70	70
Вид аттестации – дифференцированный зачет	–	–
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

В план подготовки входят лекции, практические занятия (семинары) и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта
1.	Обобщенные теории электролитов	28	1	1	–	26
2.	Образование и классификация растворов	28	1	1	–	26
3.	Межчастичные взаимодействия в растворах	29	1	2	–	27
4.	Теоретические представления о свойствах растворов по Питцеру	28	1	1	–	26
5.	Электрохимические свойства растворов, их применение к определению коэффициента активности	29	2	1	–	27
ИТОГО:		144	6	6	–	132

4.2.2. Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Обобщенные теории электролитов	Развитие теоретических представлений о природе растворов электролитов. Теория Аррениуса. Неводные системы. Представления о природе электролитов Бренстеда-Льюиса. Понятие о «жестких» и «мягких» кислотах и основаниях Пирсона	1
2	Образование и классификация растворов	Растворы: истинные и коллоидные. Сведения об образовании и строении твердых растворов. Правило Юм-Розери. Процессы сольватации и ассоциации. Строение гидратированного иона. Сольватные оболочки.	1
3	Межчастичные взаимодействия в растворах	Поляризация и поляризуемость, их связь с межмолекулярным взаимодействием и свойствами растворов. Химический потенциал отдельной частицы в растворе. Межмолекулярное взаимодействие типа ион-ион (ион-диполь). Лондоновское взаимодействие	1
4	Теоретические представления о	Термодинамические свойства растворов: теплоемкость, химический потенциал как	1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	свойства растворов по Питцеру	производная характеристических функций. Понятие о характеристических функциях. Математический аппарат моделирования растворов по Питцеру.	
5	Электрохимические свойства растворов, их применение к определению коэффициента активности	Удельная и эквивалентная электропроводность. Теория Дебая-Хюккеля-Онзагера. Применение потенциометрических измерений для определения величины среднего ионного коэффициента активности.	2
ИТОГО:			6

4.2.3. Практические занятия (семинары)

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Расчеты ионной силы раствора	1
2	Раздел 2.	Расчеты кислотности растворов электролитов	1
3	Раздел 3.	Расчеты равновесий при гидролизе	2
4	Раздел 4.	Расчет равновесий растворимости	1
5	Раздел 5.	Расчеты коэффициентов активности по результатам электрохимических измерений	1
ИТОГО			6

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Тематика для самостоятельной подготовки

№ п/п	Раздел	Тематика самостоятельной работы
1	Раздел 1.	Физико-химическое описание и моделирование неводных систем
2	Раздел 2.	Современные методы экспериментального определения строения растворов; основные экспериментальные методики
3	Раздел 3.	Современные методы экспериментального определения сил межмолекулярного взаимодействия
4	Раздел 4.	Современные методы моделирования коэффициентов активности
5	Раздел 5.	Современные методы экспериментального определения коэффициентов активности

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Введение в теорию растворов» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия (семинары). Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Целью практических занятий (семинаров) является

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач;

- приобрести навыки обработки различных видов информации в том числе с использованием компьютерной техники;

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Консультации являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов). Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Цель и основные задачи текущего контроля

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по темам дисциплины (устный ответ).

6.2. Цель и основные задачи дифференцированного зачёта

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися материала дисциплины.

6.3. Критерии формирования оценок по результатам дифференцированного зачета

Оценка «отлично» – обучающийся имеет глубокие знания учебного материала, все элементы курса представлены на высоком учебно-методическом уровне.

Оценка «хорошо» – обучающийся твердо освоил учебный материал, представлены все элементы курса.

Оценка «удовлетворительно» – обучающийся имеет знания основного учебного материала, но не усвоил его деталей, не представлены некоторые элементы курса.

Оценка «неудовлетворительно» – обучающийся не освоил учебный материал, не представлены основные элементы курса.

6.4. Порядок проведения дифференцированного зачета

Дифференцированный зачет проводится путем устного собеседования с обучающимся по материалам дисциплины с выставлением оценок

6.5. Типовые контрольные вопросы/задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1. Классификация растворов: по концентрации, по агрегатному состоянию, по размеру частиц.
2. Твердые растворы: ограниченный и неограниченный изоморфизм, правило Юм-Розери.
3. Идеальные и неидеальные растворы. Признаки идеального раствора.
4. Химическая связь. Свойства химической связи, связь с реакционной способностью молекул.
5. Поляризация, поляризуемость и поляризующая способность молекул/ионов.
6. Диэлектрическая проницаемость – характеристика растворителя и дисперсной среды. Уравнение Клаузиуса-Мозотти. Уравнение Дебая.
7. Классификация межчастичных/межмолекулярных взаимодействий.
8. Квантовая природа межчастичного взаимодействия. Распределение Больцмана.
9. Потенциал Леннарда-Джонса.
10. Энергетическая кривая взаимодействия двух частиц для межатомного и межмолекулярного взаимодействия.
11. Потенциал взаимодействия.
12. Химический потенциал отдельной молекулы/иона растворенного вещества.
13. Энергия Борна, связь с химическим потенциалом.
14. Диполь: химический потенциал, магнитные свойства.
15. Межмолекулярные взаимодействия в газах.
16. Уравнение состояния реального газа (Ван-дер-Ваальса).
17. Связь внутренней энергии идеального газа, температуры и давления: понятия «внутреннее давление», «коэффициент сжатия».
18. Кулоновское взаимодействие в растворах.
19. Силы Лондоновского взаимодействия.
20. Взаимодействие Ван-дер-Ваальса.
21. Влияние межмолекулярного взаимодействия и физических свойств раствора.

22. Влияние межмолекулярного взаимодействия на термодинамические свойства растворов.

23. Сольватация и ассоциация в растворах – результат межчастичного взаимодействия.

24. Ионные пары: образование, влияние на реакционную способность молекул. Химико-технологические процессы, протекающие за счет образования ионных пар.

25. Структура сольватированного/гидратированного иона.

26. Образование растворов электролитов.

27. Теория гидратации Борна.

28. Кинетические показатели сольватации/гидратации.

29. Обобщенные теории кислот и оснований Бренстеда, Льюиса, Пирсона.

30. Кислотно-основные свойства неводных растворов и расплавов.

31. Модель расчета коэффициента активности по Дебаю-Хюккелю

32. Модель расчета свойств раствора по Питцеру.

33. Ионный и средний ионный коэффициент активности.

34. Влияние состава раствора и температуры на величину коэффициента активности.

35. Термодинамическая, концентрационная и эффективная константы равновесия.

36. Способы определения коэффициента активности по термодинамическим свойствам растворов.

37. Методы определения коэффициента активности по результатам измерения электропроводности и ЭДС.

38. Теория электропроводности Дебая-Хюккеля-Онзагера.

39. Роль межмолекулярного взаимодействия при образовании коллоидных растворов.

40. Влияние межмолекулярного взаимодействия на процессы сорбции и экстракции.

6.6. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

Развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения и правила в конкретных случаях.

При оценке ответа обучающегося необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности и понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Примерная шкала оценивания знаний по выполнению заданий дифференцированного зачета

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Аспирант не знает значительной части материала, допускает	Аспирант поверхностно знает материал основных	Аспирант хорошо знает грамотно и по существу излагает	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
существенные ошибки в ответах на вопросы	разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос; все.	и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Не владеет навыками, большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Посредственно владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Хорошо владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Отлично владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, порядке проведения промежуточной аттестации.

Для организации и контроля учебной работы используется метод **ежемесячной** аттестации обучающегося по итогам выполнения текущих аудиторных и самостоятельных (внеаудиторных) работ. Форма промежуточной аттестации: **дифференцированный зачет**.

7.1. Организация самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов (СР) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы по данной дисциплине. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы аспирантов, предусмотренному учебным планом по дисциплине в текущем семестре.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Практическому занятию, лабораторной работе и самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы и срокам сдачи заданий или прохождения тестирования.

7.2. Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к

получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к **дифференцированному зачету**.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

7.3. Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, аспирантам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

8.1. Обеспеченность литературой

Основная литература

1. Основы физической химии. Учебник в 2-х частях. 5-е изд., переработанное и дополненное / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. М. : Лаборатория знаний, 2019. – 348 с. : <http://www.chem.msu.ru/rus/books/2019/eremin-phys-chem-2019/welcome.html>

2. Физическая химия. Учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. – 3-е издание, стереотипное. Москва: ФЛИНТА, 2019. – 251 с. : <https://e.lanbook.com/book/122598>

3. Свиридов А.В., Свиридов В.В. Физическая химия: учебное пособие. СПб.: Лань. – 2016. – 600 с. : <https://e.lanbook.com/book/87726>

Дополнительная литература

1. Краснов К.С. Физическая химия. Том 1. Строение вещества, термодинамика Учебник для ВУЗов. /К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнее и др. Под ред. К.С. Краснова

М.: «Высшая школа». 2001. 512 с. http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-1-stroenie-veschestva-termodinamika_a1933b180b2.html

2. Краснов К.С. Физическая химия. Том 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. Учебник для ВУЗов. /К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнее и др. Под ред. К.С. Краснова М.: «Высшая школа». 2001. 319 с. http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-2-elektrohimiya-himicheskaya-kinetika-i-kataliz_2c45f4fdd06.html

3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учебник. 4 издание, исправленное. М.: «Высшая школа». 2001. 527 с. http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya_0216af111e9.html

4. Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз с изложением основ термодинамики. Издание 2, переработанное и дополненное. М., Изд-во Московского ун-та. 1964. 456 с.) <https://www.twirpx.com/file/1287874/>

5. Atkins P., Paula J. Physical Chemistry. Text book. Eighth edition. New York. W.H. Freeman and Company. 2006. 1085 p. [http://exordio.qfb.umich.mx/archivos%20pdf%20de%20trabajo%20umnh/Leer%20escribir%20PDF%202014/CH-Physical%20Chemistry\(8th%20ed\)\[%E8%87%BF%E8%87%BF\]Atkins.pdf](http://exordio.qfb.umich.mx/archivos%20pdf%20de%20trabajo%20umnh/Leer%20escribir%20PDF%202014/CH-Physical%20Chemistry(8th%20ed)[%E8%87%BF%E8%87%BF]Atkins.pdf)

6. Mortimer R.G. Physical Chemistry. Text book. Third edition. Elsevier. Academic Press. 2008. 1405 p. http://ebook3000.samaragbi.ru/Physical-Chemistry--Third-Edition_97769.html

7. Cooksy A. Physical chemistry. Thermodynamics, statistical mechanics and kinetics. Text book. Pearson Education. 2014. 567 p. https://astro.ins.urfu.ru/sites/default/files/upload_files/temp/1/termstat.pdf

8. Pelton A.D. Thermodynamics and Phase Diagrams. Centre de Recherche en Calcul Thermodynamique (CRCT). École Polytechnique de Montréal. 2011. 170 p. <http://www.crct.polymtl.ca/courses/42-Physical%20Metallurgy%20chapter.pdf>

9. Malijevský A. Physical chemistry in brief. Prague. Institute of Chemical Technology. 2005. 466 p. <http://old.vscht.cz/fch/en/tools/breviary-online.pdf>

8.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

1. Учебно-методические материалы для проведения практических занятий по учебной дисциплине «Введение в теорию растворов» http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1541573739.pdf

2. Методические рекомендации для самостоятельной работы по учебной дисциплине «Введение в теорию растворов» http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1541573739.pdf

8.3. Электронно-библиотечные системы

1. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>

2. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»; <http://znanium.com>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>

4. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>

5. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

8.4. Информационно-справочные системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru

2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/

8.5. Профессиональные базы данных

1. Электронная база данных. Термические константы веществ.
<http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>
2. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
4. -Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Специальные помещения для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Специализированные помещения для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. 90 посадочных мест; стенды информационные – 12 шт. Мебель: кресло Cannes – 4 шт.; кресло 9335 A2S – 1 шт.; стол Canvaro ASSMANN Тип 1 – 14 шт.; стол Canvaro ASSMANN Тип 3 – 7 шт.; стол Solos ASSMANN Тип 1 – 2 шт.; стул 7874 A2S Тип 1 – 76 шт.; стул 7874 A2S Оранжевый – 8 шт.; трибуна – 1 шт.; угловой стол ресепшн A2S – 1 шт. Компьютерная техника: беспроводной пульт расширенный Bosch Security DICENTIS DCNM-WDE – 5 шт.; усилитель-распределитель HDMI 1:8 Kramer VM-28H – 1 шт.; камера Logitech ConferenceCam Rally 960-001227 – 2 шт.; беспроводная точка доступа Bosch Security DICENTIS DCNM-WAP – 1 шт.; зарядное устройство Bosch Security DICENTIS DCNM-WCH05 – 1 шт.; усилитель мощности Yamaha PX3 – 1 шт.; компактный линейный массив Yamaha VXL1B-16 – 2 шт.; подавитель обратной связи DBX AFS-224 – 1 шт.; неттоп DELL OptiPlex 3080 Micro (Intel i5-10500T, 8 Гб, 256 Гб SSD, USB KB&Mous – 1 шт.; экстендер USB 3.0 Extron UCS FTR 900 Kit – 1 шт.; монитор DELL P2418HT – 5 шт.; интерактивный дисплей Wacom Cintiq Pro 16 UHD – 1 шт.; микшер YAMAHA MG10XU USB – 1 шт.; интерактивная система для совместной работы с изображением Kramer VIA GO2 – 1 шт.; рэковый шкаф студийный NORDFOLK NRS12U – 1 шт.; профессиональный экран LG LAEC015-GN в комплекте с моторизированной стойкой LG S – 1 шт.; камера Logitech ConferenceCam Rally 960-001227 – 1 шт.; презентер Logitech R400 – 1 шт.

9.2. Оснащенность помещений для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 31 посадочное место. Мебель: конференц-кресло 6248/A Pilaza Brunner с соединительным кронш (ткань) – 12 шт.; конференц-стол прямоугольный Тип 2 Ray Table Brunner – 1 шт.; кресло 9335 A2S – 31 шт.; модульная система шкафов Allvia ASSMANN Тип 3 (3,0*0,44*1,19) – 2 шт.; стол Solos ASSMANN Тип 1 – 15 шт.; тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 2 – 15 шт.; угловой стол ресепшн A2S – 1 шт.; шкафчик для раздевалки Экспресс 2 – 5 шт.; шкафчик для раздевалки Экспресс 5 с замками – 5 шт. Компьютерная техника: лазерный принтер A4 Xerox VersaLink B400 – 1 шт.; моноблок Dell OptiPlex 5490 All-in-One – 31 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

9.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения. Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения. Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения. Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

9.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230 - 1 шт.; сканер K.Filem – 1 шт.; копир. аппарат – 1 шт.; кресло – 521AF – 1 шт.; монитор ЖК HP22 - 1 шт; монитор ЖК S.17 – 11 шт.; принтер HP L/Jet – 1 шт.; системный блок HP6000 Pro – 1 шт.; системный блок Ramec S. E4300 – 10 шт.; сканер Epson V350 – 5 шт.; сканер Epson 3490 – 5 шт.; стол 160x80x72 – 1 шт.; стул 525BFH030 – 12 шт.; шкаф каталожн. – 20 шт.; стул «Кодоба» - 22 шт.; стол 80x55x72 – 10 шт.	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000x3300x400 -17 шт.; стол 400x180 «Титаник “Pico”» - 1 шт.; стол письменный с тумбой – 37 шт.; кресло «Cannes» черное – 42 шт.; кресло (кремовое) – 37 шт.; телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT – 1 шт.; монитор	

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
	BenQ 24 – 18 шт.; цифровой ИК-трансивер TAIDEN – 1 шт.; пульт для презентаций R700 – 1 шт.; моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт.; сканер Xerox 7600 – 4 шт.	
Санкт-Петербург, В.О., Малый пр., д.83, Инженерный корпус Ауд. № 327-329 Читальные залы	Компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт.; стол компьютерный – 11 шт.; моноблок Lenovo 20 HD – 16 шт.; доска настенная белая – 1 шт.; монитор ЖК Philips – 1 шт.; монитор HP L1530 15ft – 1 шт.; сканер Epson Perf.3490 Photo – 2 шт.; системный блок HP6000 – 2 шт.; стеллаж открытый – 18 шт.; микрофон Д-880 с 071с.ч. – 2 шт.; книжный шкаф – 15 шт.; парта – 36 шт.; стул – 40 шт.	

9.5. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).