

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы физики
и исследований им. Ландау
А.В. Рогачев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Химия для физиков
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика и педагогика
	Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
	Физтех-кластер академической и научной карьеры
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составили:

Г.А. Цирлина, д-р хим. наук, профессор

К.А. Мотовилов, канд. хим. наук

Программа обсуждена на заседании Физтех-кластера академической и научной карьеры 30.04.2021

Аннотация

Дисциплина «Химия для физиков» представляет собой базу, на которой в дальнейшем базовые кафедры экспериментальной направленности могут строить преподавание ряда специализированных дисциплин. Обучение предполагает также подготовку к экспериментальным видам НИР, в первую очередь имеющим технологическую составляющую. Предполагается ознакомление слушателей с основными представлениями о строении вещества и физической химии в существенно более широком объеме, чем в школьной программе. В процессе освоения курса у слушателей будет сформировано представление о разнообразии химических явлений и процессов в газовой и конденсированной средах, общее понимание связи молекулярной и надмолекулярной организации химических соединений с их свойствами. Будет продемонстрирована возможность использования физических представлений для количественного описания свойств вещества.

Дисциплина направлена на формирование общей химической грамотности, необходимой для чтения научных статей по основной специальности.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Формирование базовых знаний по неорганической химии, химии координационных соединений и физической химии, необходимых для работы в междисциплинарных областях.

Задачи дисциплины

- Формирование у студентов представления о разнообразии химических явлений и процессов в газовой и конденсированной средах.
- Обеспечение общего понимания связи молекулярной и надмолекулярной организации химических соединений с их свойствами.
- Демонстрация возможности использования физических представлений для количественного описания свойств вещества.
- Формирование общей химической грамотности, необходимой для чтения научных статей по основной специальности.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины

ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

что такое химическая связь, молекулярная и ионная жидкость, ионный кристалл;
каковы условия установления и смещения равновесий в химических системах;
как отражаются межмолекулярные, ион-ионные и ион-дипольные взаимодействия на макроскопических свойствах вещества.

уметь:

предсказывать химические и физические свойства соединений и фаз на основе полученных представлений и экспериментальных фактов, рассмотренных в рамках курса;
предсказывать направление протекания химических процессов;
проводить количественные физико-химические расчеты.

владеть:

опытом физико-химических оценок и расчетов;
опытом использования химических и физических справочников.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Строение вещества	7	3		10
2	Химическая термодинамика и растворы	7	4		10
3	Электролиз и химические источники тока	8	4		13
4	Химическая кинетика	8	4		12
Итого часов		30	15		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

1. Строение вещества

Химическая связь. Молекулы, ионы, радикалы как единичные объекты. Степени окисления. Координационные числа. Атомные и ионные радиусы. Конденсированные молекулярные системы, межмолекулярные взаимодействия, «полярные» и «неполярные» жидкости. Кристаллические решетки.

Характерные величины (энергии связи, размеры), методы их определения. Внешняя и внутренняя координационные сферы.

2. Химическая термодинамика и растворы

Понятие химического равновесия. Принципы определения направления химических реакций. Физические свойства и структура полярных растворителей. Ион-дипольные взаимодействия в растворах электролитов (модель Борна, реальная и химическая энергии сольватации). Неидеальность растворов электролитов, ее описание в модели ионной атмосферы. Ионная ассоциация. Экспериментальное определение коэффициентов активности и электропроводности. Транспорт молекул и ионов. Равновесия в растворах и на межфазных границах с участием ионов и электронов.

3. Электролиз и химические источники тока

Кинетика гетерогенного переноса электрона. Диффузионные ограничения и способы их устранения. Конструкции лабораторных электролизеров. Выходы по току и по веществу. Процессы гальваники (осаждение металлов, сплавов, соединений), морфология электролитических осадков. Процессы анодирования (формирование тонких пленок и упорядоченных пористых пленок на металлах и сплавах). Кулонометрический контроль процессов электролиза.

4. Химическая кинетика

Химия в двумерной конфигурации: Гиббсовская адсорбция, ее связь с обратимой поверхностной работой, изотермы адсорбции. Гетерогенный катализ – реакции, включающие адсорбционные стадии. Кинетика реакций в газовой фазе. Введение в химическое осаждение из газовой фазы (chemical vapor deposition, CVD). Кинетика реакций в растворах. Кинетика электрохимических реакций. Теория Маркуса.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Физическая химия [Текст] : в 2 кн. Кн. 1 : [учеб. пособие для вузов] / Э. А. Мелвин-Хьюз ; пер. с англ. Е. Н. Еремина [и др.] ; под общ. ред. Я. И. Герасимова .— М. : Изд-во иностранной лит., 1962 .— 519 с.
2. Физическая химия [Текст] : в 2 кн. Кн. 2 : [учеб. пособие для вузов] / Э. А. Мелвин-Хьюз ; пер. с англ. Е. Н. Еремина [и др.] ; под общ. ред. Я. И. Герасимова .— М. : Изд-во иностранной лит., 1962 .— 521-1148 с.
3. Электрохимия [Текст] / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина - СПб.Лань, 2015
4. П. Эткинс, Дж. де Паула. Физическая химия, Ч.1. Москва: Мир, 2007.
5. CRC Handbook of Chemistry and Physics.

Дополнительная литература

1. Р.А. Робинсон, Р.Г. Стокс. Растворы электролитов. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963.
2. Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. Задачи и вопросы по аналитической химии. М: Мир, 2001.
3. Н.Я. Турова, Неорганическая химия в таблицах. Высший химический колледж РАН, 1997.
4. Курс неорганической химии . В 2 т. Т. 1 / Г. Реми ; пер. с нем. XI изд. под ред. А. В. Новоселовой - М. Изд-во иностранной лит., 1963.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://mipt.ru/education/chairs/kvantovye-nanostrukturny-materialy-i-ustroystva/obrazovanie/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. При самостоятельной работе используются поисковые библиографические технологии. Для дистанционной коммуникации студентов с преподавателем применяется Google.meet.com.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

При решении задач, предлагаемых в качестве заданий для самостоятельной работы, студенту следует находить в рекомендованных и иных доступных источниках необходимую справочную информацию и критически ее осмысливать. Решения задач предоставлять в форме файлов с подробным изложением хода рассуждений/расчетов и указанием использованных источников.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика и педагогика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау Физтех-кластер академической и научной карьеры (Квантовые наноструктуры, материалы и устройства)
курс:	<u>2</u>
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Г.А. Цирлина, д-р хим. наук, профессор
К.А. Мотовилов, канд. хим. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заклучения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Химия для физиков» обучающийся должен:

знать:

что такое химическая связь, молекулярная и ионная жидкость, ионный кристалл;
каковы условия установления и смещения равновесий в химических системах;
как отражаются межмолекулярные, ион-ионные и ион-дипольные взаимодействия на макроскопических свойствах вещества.

уметь:

предсказывать химические и физические свойства соединений и фаз на основе полученных представлений и экспериментальных фактов, рассмотренных в рамках курса;
предсказывать направление протекания химических процессов;
проводить количественные физико-химические расчеты.

владеть:

опытом физико-химических оценок и расчетов;
опытом использования химических и физических справочников.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры заданий контрольной работы:

1. Рассчитать энергию кристаллической решетки указанного ионного кристалла.
2. Рассчитать энергию гидратации указанного электролита.
3. Рассчитать средний коэффициент активности ионов в указанном растворе.

5. Рассчитать свободную энергию указанной окислительно-восстановительной реакции.
5. Рассчитать энергию активации реакции по экспериментальной температурной зависимости.

Примеры задач из домашнего задания:

1. Рассчитать ЭДС серебряно-цинкового аккумулятора.
2. Рассчитать ЭДС электрохимической цепи, используемой в хлорном электролизе.
3. Рассчитать электропроводность указанного раствора электролита.
4. Рассчитать зависимость свободной энергии указанной реакции от степени превращения.
5. Рассчитать энергию активации указанной бимолекулярной реакции по теории активных столкновений.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Контрольные вопросы:

1. Как изменяется подвижность ионов в водном растворе в ряду катионов щелочных металлов?
2. Как изменяются энергии сольватации одного и того же иона в ряду вода-метанол-тетрагидрофуран?
3. Как изменяются энергии кристаллической решетки в ряду NaCl - MgCl_2 - FeCl_3 ?
4. Как изменяется отношение концентраций аквакомплекса и аммиачного комплекса меди в растворе при постоянной концентрации Cu(II) с увеличением концентрации аммиака?
5. Как изменяется pH раствора NaCl при добавлении MgCl_2 ?

Критерии оценивания

Оценка "отлично" (10 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (9 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (8 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка "хорошо" (7 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка "хорошо" (6 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка "хорошо" (5 баллов) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка "удовлетворительно" (4 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка "удовлетворительно" (3 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка "неудовлетворительно" (2 балла) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка "неудовлетворительно" (1 балл) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в письменной форме по решениям задач. При проведении дифференцированного зачёта обучающемуся предоставляется 1.5 часа на выполнение решений. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.