

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Поверинов Игорь Егорович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.06.2023 09:47:54

Уникальный программный ключ:

6d465b936eef331cede482bded6d12ab98216652f016465d53b73a2eab0de1b2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет прикладной математики, физики и информационных технологий
Кафедра прикладной физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 И.Е. Поверинов

17 апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА»

Научная специальность – 1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества

Форма обучения – очная

Год начала освоения – 2023

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Профессор кафедры прикладной физики и нанотехнологий
доктор физико-математических наук, профессор
В.С. Аbruков

ОБСУЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной физики и нанотехнологий 10 марта 2023 г., протокол
№ 8

Заведующий кафедрой
В.С. Аbruков

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета А. Ю. Иваницкий
Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров
С.Б. Харитоновa

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).

Цель освоения дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области химической физики как науки, пограничной между химией и физикой, изучающей применение теоретических и экспериментальных методов физики для исследования химических проблем как в классической химии, так и в связанных с ней науках, в частности, в физике горения и взрыва, физике быстротекущих химических и физико-химических превращений, физике экстремальных состояний вещества, физике наносистем.

Задачи освоения дисциплины: формирование у аспирантов представление о развитии химической физики как комплексной науке; о ведущих тенденциях развития химической физики; об основных научных проблемах и перспективах химической физики. подготовка аспирантов к применению полученных знаний при осуществлении фундаментальных и прикладных исследований.

2. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля).

В процессе освоения данной дисциплины обучающиеся формируют следующие результаты освоения дисциплины:

К7 – готовность к теоретическим и экспериментальным исследованиям явлений и процессов химической физики, горения и взрыва, физики экстремальных состояний вещества;

К8 – готовность к применению знаний о явлениях и процессах химической физики, горения и взрыва, физики экстремальных состояний вещества в фундаментальных исследованиях в различных областях знаний, в прикладных исследованиях.

К9 – способность и готовность к проектированию и реализации образовательных программ профильной подготовки в области химической физики, горения и взрыва, физики экстремальных состояний вещества на уровне высшего образования с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля).

3.1. Структура дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Строение вещества	К7, К8, К9	Устный контроль
2	Раздел. 2. Основы молекулярной фотоники	К7, К8, К9	Устный контроль
3	Раздел 3. Динамика атомов и молекул	К7, К8, К9	Устный контроль
4	Раздел 4. Основы химической кинетики	К7, К8, К9	Устный контроль
5	Раздел 5. Горение и взрыв. Физика экстремальных состояний вещества	К7, К8, К9	Устный контроль
6	Раздел 6. Физика наноструктур	К7, К8, К9	Устный контроль

3.2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.

№ п/п	Темы занятий	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов
	Семестр 3				
	Раздел 1. Строение вещества				
1.	Тема 1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем	2	2	5	9
2.	Тема 2. Строение и свойства твердого тела	2	2	5	9
	Раздел 2. Основы молекулярной фотоники				
3.	Тема 3. Электронная структура молекул	2	2	5	9
4.	Тема 4. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии	2	2	5	9
	Раздел 3. Динамика атомов и молекул				
5.	Тема 5. Химическая термодинамика и равновесие	2	2	5	9
6.	Тема 6. Мономолекулярные реакции	2	2	5	9
7.	Тема 7. Термический распад двухатомных молекул	2	2	5	9
8.	Тема 8. Обмен энергии при молекулярных столкновениях.	2	2	5	9
	Итого за 3 сем., час	16	16	40	72
	Семестр 4				
	Раздел 4. Основы химической кинетики				
9.	Тема 9. Механизм и скорость химической реакции	2	2	9	13
10.	Тема 10. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Гетерогенный катализ	2	2	10	14
	Раздел 5. Горение и взрыв. Физика экстремальных состояний вещества				
11.	Тема 11. Теория процессов горения	2	2	9	13
12.	Тема 12. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси Тема 13. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере	2	2	10	14
13.	Тема 14. Горение жидких взрывчатых веществ	2	2	9	13
14.	Тема 15. Ударные волны Тема 16. Современная теория детонации	2	2	10	14
	Раздел 6. Физика наноструктур				
15.	Тема 17. Структура поверхности и ее физические свойства	2	2	9	13
16.	Тема 18. Наноструктуры. Общее устройство и принципы работы СЗМ	2	2	10	14
	Итого за 4 сем., час	16	16	76	108
	Итого, час	32	32	116	108
Итого, з.е.					5

Вид промежуточной аттестации:
зачет – семестр 3;
кандидатский экзамен – семестр 4.

3.3. Темы занятий и краткое содержание.

Раздел 1. Строение вещества

Тема 1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем

Лекция 1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем

1. Этапы развития квантовой теории многоэлектронных систем.
2. Основные понятия.
3. Термины, определения.

Практическое занятие 1. Положения квантовой теории многоэлектронных систем.

1. Основные уравнения.
2. Практические приложения и задачи.

Тема 2. Строение и свойства твердого тела

Лекция 2. Строение и свойства твердого тела

1. Строение твердого тела.
2. Свойства и характеристики твердого тела.

Практическое занятие 2. Природа сил взаимодействия в кристаллах..

1. Природа сил взаимодействия
2. Структуры и виды кристаллов.

Раздел 2. Основы молекулярной фотоники

Тема 3. Электронная структура молекул

Лекция 3. Электронная структура молекул

1. Электронная и химическая структура молекул.
2. Возбужденные состояния.
3. Поглощение и испускание света.

Практическое занятие 3. Электронная структура молекул

1. Спектры поглощения
2. Спектры люминесценции.
3. Флуоресценция и фосфоресценция.

Тема 4. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии

Лекция 4. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии

1. Методы оптической спектроскопии
2. Методы нелинейной спектроскопии
3. Адсорбционные методы спектроскопии.
4. Флуоресцентные методы спектроскопии.

Практическое занятие 4. Поляризационные методы спектроскопии и методы комбинационного рассеяния

1. Поляризационные методы спектроскопии.
2. Методы комбинационного рассеяния.

Раздел 3. Динамика атомов и молекул

Тема 5. Химическая термодинамика и равновесие

Лекция 5. Химическая термодинамика и равновесие

1. Химическая термодинамика
2. Химическое равновесие.
3. Равновесное распределение молекул идеального газа.

Практическое занятие 5. Химическая термодинамика и равновесие

1. Распределение Максвелла.
2. Распределение Больцмана.

Тема 6. Мономолекулярные реакции

Лекция 6. Мономолекулярные реакции

1. Мономолекулярные реакции.
2. Механизм активации молекул.

Практическое занятие 6. Мономолекулярные реакции

1. Сильные столкновения.
2. Ступенчатое возбуждение.

Тема 7. Термический распад двухатомных молекул

Лекция 7. Термический распад двухатомных молекул

1. Термический распад двухатомных молекул.
2. Другие виды распада двухатомных молекул.

Практическое занятие 7. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса

1. Бимолекулярные реакции.
2. Образование промежуточного комплекса.

Тема 8. Обмен энергии при молекулярных столкновениях

Лекция 8. Обмен энергии при молекулярных столкновениях

1. Обмен энергии при молекулярных столкновениях.
2. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях.

Практическое занятие 8. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при молекулярных столкновениях.

1. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при молекулярных столкновениях.
2. Релаксация по поступательным, вращательным и колебательным степеням свободы.

Раздел 4. Основы химической кинетики

Тема 9. Механизм и скорость химической реакции

Лекция 9. Механизм и скорость химической реакции

1. Механизм и скорость химической реакции.
2. Закон действующих масс.
3. Порядок реакции.

Практическое занятие 9. Механизм и скорость химической реакции

1. Константа скорости.
2. Закон Аррениуса.
3. Прямая и обратная кинетическая задача

Тема 10. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Гетерогенный катализ

Лекция 10. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции

1. Индуцированные реакции
2. Гомогенно-каталитические реакции.
3. Фотохимические и радиационно-химические реакции.
4. Гетерогенный катализ.
5. Равновесие и кинетика адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях.

Практическое занятие 10. Гомогенно-каталитические реакции

1. Механизм гомогенного катализа.
2. Кинетика гомогенно-каталитических реакций.
3. Механизмы гетерогенного катализа.

Раздел 5. Горение и взрыв. Физика экстремальных состояний вещества

Тема 11. Теория процессов горения

Лекция 11. Теория процессов горения

1. Уравнения теплопроводности и диффузии в химически реагирующей среде.
2. Теория и критерий теплового взрыва.
3. Цепной взрыв.

Практическое занятие 11. Теория процессов горения

1. Пределы цепного взрыва.
2. Воспламенение и зажигание.
3. Зажигание накаливаемой стенкой.
4. Зажигание искрой.

Тема 12. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси

Лекция 12. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси

1. Теория стационарного горения газовой смеси.
2. Закономерности стационарного горения газовой смеси.
3. Нормальная скорость распространения пламени.

Практическое занятие 12. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси

1. Пределы распространения пламени.
2. Предельный диаметр и предельная концентрация компонентов смеси.
3. Представление о турбулентном горении.

Тема 13. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере

Лекция 13. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере

1. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере.
2. Зажигание частиц и капель горючего в окислительной среде.
3. Горение частиц и капель горючего в окислительной среде.

Практическое занятие 13. Горение летучих и нелетучих взрывчатых веществ, порохов, смесей горючего с окислителем.

1. Горение летучих и нелетучих взрывчатых веществ
2. Горение порохов, смесей горючего с окислителем.

Тема 14. Горение жидких взрывчатых веществ

Лекция 14. Горение жидких взрывчатых веществ

1. Горение жидких взрывчатых веществ.
2. Горение пористых зарядов взрывчатых веществ

Практическое занятие 14. Горение жидких взрывчатых веществ

1. Закономерности горения жидких взрывчатых веществ.
2. Закономерности горения пористых зарядов взрывчатых веществ

Тема 15. Ударные волны

Лекция 15. Ударные волны

1. Образование волны сжатия
2. Образование ударной волны.

Практическое занятие 15. Ударные волны

1. Уравнения сохранения массы на фронте ударной волны
1. Уравнения сохранения импульса и энергии на фронте ударной волны.

Тема 16. Современная теория детонации

Лекция 16. Современная теория детонации

1. Основы теории детонации.
2. Структура детонационной волны.

Практическое занятие 16. Современная теория детонации

1. Устойчивость детонационных волн.
2. Пределы детонации.

Раздел 6. Физика наноструктур

Тема 17. Структура поверхности и ее физические свойства

Лекция 17. Структура поверхности и ее физические свойства

1. Структура поверхности
2. Физические свойства.
3. Атомарно-чистые поверхности.
4. Изменение электронной структуры, работы выхода, поверхностной проводимости при реконструкции поверхности.

Практическое занятие 17. Структура поверхности и ее физические свойства

1. Симметрия поверхности
2. Границы раздела полупроводник–полупроводник, полупроводник–металл и полупроводник–диэлектрик.

Тема 18. Наноструктуры. Общее устройство и принципы работы СЗМ

Лекция 18. Наноструктуры. Общее устройство и принципы работы СЗМ

1. Наноструктуры.
2. Тонкие пленки.
3. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем.

4. Общее устройство и принципы работы СЗМ. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии. Туннельный эффект в квазиклассическом приближении.

Практическое занятие 18. Наноструктуры. Общее устройство и принципы работы СЗМ

1. Фотонные кристаллы.
2. Углерод. Аллотропия углерода.
3. Кластеры.
4. Физические основы сканирующей атомно-силовой микроскопии.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Формы и виды контроля знаний аспирантов, предусмотренные по данной дисциплине:

- текущий контроль;
- промежуточная аттестация (зачет, кандидатский экзамен).

Критерии получения зачета по дисциплине (модулю):

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся выполнил не менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, ответил на половину вопросов к зачету;
- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся выполнил менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, не ответил на половину вопросов к зачету.

Критерии экзаменационной оценки:

- для оценки «отлично» - наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;
- для оценки «хорошо» - наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;
- для оценки «удовлетворительно» - наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;
- для оценки «неудовлетворительно» - наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

4.1. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем.
2. Строение и свойства твердого тела. Природа сил взаимодействия в кристаллах.
3. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии: адсорбционные, флуоресцентные, поляризационные, комбинационного рассеяния.
4. Химическая термодинамика и равновесие. Равновесное распределение молекул идеального газа. Распределение Максвелла и распределение Больцмана.
5. Мономолекулярные реакции. Механизм активации молекул. Сильные столкновения и ступенчатое возбуждение.

6. Термический распад двухатомных молекул. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса.
7. Обмен энергии при молекулярных столкновениях. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях. Релаксация по поступательным, вращательным и колебательным степеням свободы.

4.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Механизм и скорость химической реакции. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости. Закон Аррениуса. Прямая и обратная кинетическая задача.
2. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Механизм гомогенного катализа. Кинетика гомогенно-каталитических реакций.
3. Гетерогенный катализ. Равновесие и кинетика адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях. Механизмы гетерогенного катализа.
4. Уравнения теплопроводности и диффузии в химически реагирующей среде. Теория и критерий теплового взрыва. Цепной взрыв. Пределы цепного взрыва. Воспламенение и зажигание. Зажигание накаливаемой стенкой. Зажигание искрой.
5. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси. Нормальная скорость распространения пламени. Пределы распространения пламени, предельный диаметр и предельная концентрация компонентов смеси. Представление о турбулентном горении.
6. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере. Зажигание и горение частиц и капель горючего в окислительной среде. Горение летучих и нелетучих взрывчатых веществ, порохов, смесей горючего с окислителем.
7. Горение жидких взрывчатых веществ. Горение пористых зарядов взрывчатых веществ и порохов.
8. Ударные волны. Понятие простой волны. Ударные волны. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии на фронте ударной волны.
9. Современная теория детонации. Правило отбора скорости стационарной детонации. Структура детонационной волны. Пределы детонации.
10. Связь химической и физической природы веществ и систем с их термическими параметрами, характеристиками термического разложения, горения, взрывчатого превращения.
11. Структура, параметры и устойчивость волн горения, детонации, взрывных и ударных волн.
12. Односторонние и обратимые реакции первого и второго порядка. Кинетика реакций первого порядка в открытой системе.
13. Горячие диффузионные пламена в предварительно не перемешанных газах - окислителя и горючего. Теплопроводность и диффузия в волне горения. Тепловая теория распространения пламени
14. Горячие пламена в предварительно перемешанных газах. Основные экспериментальные данные. Нормальная скорость распространения ламинарного пламени. Теплопроводность и диффузия в волне горения. Тепловая теория распространения пламени.
15. Процессы горения и взрывчатого превращения в устройствах и аппаратах для производства энергии, работы, получения веществ и продуктов.
16. Тепловая теория распространения пламени. Подobie полей концентрации и температуры в волне горения. Пределы распространения пламени. Основные задачи исследования процессов горения.
17. Самовоспламенение. Цепной взрыв. Зажигание газовой смеси нагретой поверхностью

18. Классификация методов диагностики горения. Контактные и бесконтактные методы диагностики. Характеристика оптических методов: методы видеорегистрации излучения или поглощения в различных областях спектра. Методы измерения скорости горения.

19. Атомарно-чистые поверхности. Способы получения атомарно-чистых поверхностей. Реальная поверхность. Виды неоднородностей (физические, химические, индуцированные).

20. Структура поверхности и ее физические свойства. Изменение электронной структуры, работы выхода, поверхностной проводимости и т.п. при реконструкции. Симметрия поверхности. Двумерные решетки Браве. Дефекты поверхности. Влияние дефектов на структуру поверхности.

21. Границы раздела полупроводник–полупроводник, полупроводник–металл и полупроводник–диэлектрик. Поверхностные и приповерхностные электронные состояния. Приповерхностная область пространственного заряда полупроводника. Зонная диаграмма.

22. Механизмы роста пленок. Поверхностные процессы, происходящие при выращивании тонкой пленки (поверхностная диффузия, взаимодиффузия, встраивание в решетку, поверхностная агрегация).

23. Тонкие пленки. Физические и химические методы получения тонких пленок.

24. Адсорбция и адгезия. Адгезия тонких пленок к поверхности. Кинетика адсорбции. Теория Ленгмюра. Физическая и химическая адсорбция. Электронное состояние адатома. Энергия связи адатомов с поверхностью.

25. Методы определения структуры поверхности (дифракция медленных электронов, дифракция отраженных быстрых электронов).

26. Методы определения состава поверхности и химического состояния атомов на поверхности. Электронная оже-спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

27. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем. Молекулярное конструирование. Компьютерная визуализация нанообъектов. Возможности численного эксперимента. Примеры молекулярного моделирования наноструктур, молекулярных переключателей.

28. Квантовая механика наносистем. Квантоворазмерные эффекты в нанообъектах.

29. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые точки. Нитевидные кристаллы, волокна, нанотрубки, тонкие пленки и гетероструктуры.

30. Фотонные кристаллы. Классификация фотонных кристаллов. Теория фотонных запрещенных зон. Изготовление фотонных кристаллов.

31. Углерод. Аллотропия углерода. Алмазоподобные пленки. Графены. Фуллерены. Нанотрубки.

32. Наноструктуры. Классификация наноструктур. Кластеры. Кластерные модели. Магические числа. Металлические нанокластеры. Свойства металлических нанокластеров.

33. Полупроводниковые нанокластеры. Получение, свойства и применение.

34. Наноструктурные жидкости. Коллоиды, золи, гели, взвеси, полимерные композиты. Мицеллы.

35. Магнитные наноструктуры. Методы синтеза магнитных частиц. Перспективные применения. Феррофлюиды (магнитные жидкости).

36. Сверхпроводящие материалы. Получение. Оболочный эффект. Применение сверхпроводниковых наноструктур.

37. Химические методы получения наноструктур. Пленки Ленгмюра-Блоджетта. Золь-гель метод. Жидкофазная эпитаксия.

38. Особенности электронного спектра металлов, полупроводников и диэлектриков. Поглощение и отражение света в металлах. Плазмоны. Поглощение света на колебаниях решетки. Фононы.

39. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Прямые (вертикальные) и не прямые оптические переходы. Поглощение света при прямых переходах, комбинированная плотность состояний. Поглощение света при не прямых переходах, виртуальные состояния. Температурная зависимость коэффициента поглощения.

40. Общее устройство и принципы работы СЗМ. Зондовые датчики, сканирующие элементы, типы взаимодействия, роль обратной связи.

41. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии. Туннельный эффект в квази-классическом приближении. Туннельный ток в системах металл-диэлектрик-металл и металл-диэлектрик-полупроводник. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии.

42. Физические основы сканирующей атомно-силовой микроскопии. Потенциал взаимодействия зонда с образцом в АСМ. Зависимость силы взаимодействия от расстояния между зондом и образцом – контактный, полуконтактный и бесконтактный режимы АСМ.

Каждому аспиранту на экзамене дополнительно задаются вопросы по теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

5.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1.	Химическая связь. Метод валентных связей : методические указания / составители С. В. Борисевич [и др.], под редакцией А. М. Кузнецов, Л. Г. Шевчук. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 24 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/63540.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2.	Чичинин, А. И. Атомная и молекулярная спектроскопия : учебник / А. И. Чичинин. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2019. — 884 с. — ISBN 978-5-4437-0927-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/93805.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3.	Брянский, Б. Я. Основы термодинамики и кинетики химических реакций : учебное пособие / Б. Я. Брянский. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 111 с. — ISBN 978-5-4487-0045-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/66637.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/66637
4.	Головнев, Н. Н. Энергетика и направленность химических процессов. Химическая кинетика и химическое равновесие : учебное пособие / Н. Н. Головнев. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 148 с. — ISBN 978-5-7638-3783-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/84189.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5.	Косточко, А. В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Физико-химические свойства порохов и ракетных твердых топлив : учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 367 с. — ISBN 978-5-7882-1003-2. — Текст : электронный //

	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/62239.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6.	Германова, Т. В. Теория горения и взрыва : учебное пособие / Т. В. Германова. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. — 81 с. — ISBN 978-5-9961-2021-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/115064.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7.	Эквист, Б. В. Теория горения и взрыва : учебник / Б. В. Эквист. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 180 с. — ISBN 978-5-906953-90-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/84423.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
8.	Райзер, Ю. П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков : учебное пособие / Ю. П. Райзер. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2011. — 431 с. — ISBN 978-5-91559-084-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/103350.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
9.	Эквист, Б. В. Теория детонации взрывчатых веществ : учебное пособие / Б. В. Эквист. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 24 с. — ISBN 978-5-906846-18-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64204.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
10.	Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабров, В. И. Марголин. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 398 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/109426.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
11.	Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 283 с. — ISBN 978-5-7782-3863-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/98798.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
12.	Карпухин, С. Д. Атомно-силовая микроскопия : учебное пособие / С. Д. Карпухин, Ю. А. Быков. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 40 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/31375.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1.	Комплексные соединения. Теория валентных связей : тесты / составители М. М. Петрова, Е. М. Зуева, А. М. Кузнецов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 52 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/61863.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2.	Илюшов, Н. Я. Физико-химические основы горения : учебно-методическое пособие / Н. Я. Илюшов, Л. П. Власова. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 58 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/78150.html (дата обращения: 12.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: Физматлит / Гусев А. И. -

	М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
4.	Кочаков В. Д. Основы атомно-силовой наноскопии: учебное пособие. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. - 55с.
5.	Валиев Р. З. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. М.: Академкнига, 2007. - 397с.
6.	Климов В. В. Наноплазмоника: [монография] / Климов В. В. - М.: Физматлит, 2009. - 480с.
7.	Сергеев Г. Б. Нанохимия: учебное пособие / Сергеев Г. Б. - М.: Кн. дом "Университет", 2007.
8.	Дьячков П. Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения / Дьячков П. Н. - М.: Бином. Лаб. знаний, 2006. - 293с.: ил. - (Нанотехнология).
9.	Суздаев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. - 589с.

5.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы.

№	Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, интернет-ресурсов
Перечень программного обеспечения	
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
Перечень ЭБС	
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
Интернет-ресурсы	
1.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
2.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
3.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
4.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
5.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
6.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
7.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com
8.	Интернет ресурс: Нанометр. Нанотехнологическое сообщество. http://www.nanometer.ru
9.	Интернет ресурс: Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал. http://www.portalnano.ru

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине оснащены мультимедийным проектором и настенным экраном.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

7. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями.

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также ступенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и промежуточной аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, необходимо законспектировать. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, графики и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект материалами из журналов, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых

материалов, куда аспирант вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке к занятиям.

Основные этапы самостоятельного изучения учебных вопросов:

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
5. Составление опорного конспекта.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся за один месяц до экзаменационной сессии. В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп. Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

С целью уточнения оценки экзаменатор может задать не более одного-двух дополнительных вопросов, не выходящих за рамки требований рабочей программы дисциплины. Под дополнительным вопросом подразумевается вопрос, не связанный с тематикой вопросов билета. Дополнительный вопрос, также как и основные вопросы билета, требует развернутого ответа. Кроме того, преподаватель может задать ряд уточняющих и наводящих вопросов, связанных с тематикой основных вопросов билета. Число уточняющих и наводящих вопросов не ограничено.