**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  **УТВЕРЖДАЮ** Директор ЭНИН \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.М. Завьялов «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ,**

**ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА**

 основная образовательная программа подготовки аспиранта

по направлению 03.06.01 Физика и астрономия

Уровень высшего образования

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

ТОМСК 2014 г.

**Предисловие**

### Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 03.06.01 Физика и астрономия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «Теоретической и промышленной теплотехники» ЭНИН

протокол № \_\_\_\_от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

 Научный руководитель программы

 аспирантской подготовки Г.В. Кузнецов

1. Программа СОГЛАСОВАНА с институтами, факультетами, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

 Зав. обеспечивающей кафедрой ТПТ Г.В. Кузнецов

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 01.04.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества .

Целями изучения дисциплины является;

* приобретение знаний по теоретическому и экспериментальному исследованию, математическому и компьютерному моделированию, конструированию и проектированию материалов, приборов, устройств, установок, комплексов оборудования химического и энергетического назначения, связанного с быстропротекающими экзотермическими процессами;
* приобретение навыков проектирования, конструирования, создания, монтажа и эксплуатации с обеспечением пожарной безопасности аппаратов, в которых осуществляется физико-химические процессы - аналоги горения, детонации и взрыва.
1. **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина « Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества » входит в вариативную частьмеждисциплинарный профессиональный модуль ООП.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ТПУ, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных учебных программах указанных уровней. Для освоения дисциплины « Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества » требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

Математика,

Физика,

Химия,

Термодинамика,

Тепломассообмен,

Гидрогазодинамика.

2.3. Дисциплина « Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества » необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

1. **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки Физика и астрономия:

1. ***Универсальных компетенций:***
	* способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
	* способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
	* готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
	* готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
	* способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
	* способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
2. ***Общепрофессиональных компетенций:***
* владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
* владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
* способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
* готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
* готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным про-граммам высшего образования (ОПК-5).
1. ***Профессиональных компетенций:***
* умение самостоятельного углубленного изучения теоретических и методологических основ различных областей математики, механики и физики (ПК-1);
* способность ставить и решать инновационные задачи,связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования аппаратов на основе быстропротекающих физико-химических с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей;
* умение проводить анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем в различных областях математики, механики и физики, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике (ПК-3);
* умение работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров для решения практических задач эксплуатации и управления быстропротекающими физико-химическими технологическими процессами - аналогами горения, детонации и взрыва. (ПК-4).

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:***знать:***

* энергетические установки на основе быстропротекающих экзотермических физико-химических процессов, таких как, например, двигатели внутреннего сгорания, газотурбинные установки, реактивные установки, в том числе ракетные двигатели на твердом, жидком и комбинированном горючем;
* химические реактора различного типа;
* топливные элементы, установки водородной энергетики;
* тепло- и массообменные аппараты различного назначения;
* аппараты, использующие процессы воздействия высокоэнергетических потоков, в том числе плазмы, на поверхность вещества;
* системы и диагностики автоматизированного управления быстропротекающими физико-химическими технологическими процессами - аналогами горения, детонации и взрыва;

***уметь:***

* оценивать перспективные направления развития промышленного аппаратов, работающих на основе различных физико-химических процессов, их применения с учетом мирового опыта и ресурсоэффективности;
* применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач;
* оценивать эффективность систем регистрации параметров и управления различными технологическими процессами;
* проводить работы по моделированию объектов с использованием современных программных средств;

***иметь опыт:***

* планирования процессов решения научно-технических задач;
* анализа результатов численного и натурного экспериментов;
* работы с современными программными средствами моделирования.
1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
	1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает вариант распределения бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных модулей предлагаемого курса согласно учебному плану в 3 и 4 семестрах.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Трудоемкость (в ЗЕТ) | Объем работы(в часах) | Всего учебных занятий (в часах) |
| лекции | семинары | самостоятельная работа  | Кандидатский экзамен |
| 1 |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Раздел 1. Строение вещества** |
| Тема 1Введение. Основы квантовой теории многоэлектронных систем  |  | 10 |  | 2 | 8 |  |
| Тема 2. Электронное строение молекул. Межмолекулярное взаимодействие  |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| Тема 3. Строение и свойства твердого тела |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| **Раздел 2.** **Основы молекулярной фотоники** |
| Тема 4. Электронная структура молекул. Возбужденные состояния |  | 10 |  | 2 | 8 |  |
| Тема 5. Переходы между состояниями |  | 12 |  | 2 | 10 |  |
| Тема 6. Законы фотохимии |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| Тема 7. Место фотохимии в области развития современных технологий и средств техники |  | 14 |  | 4 | 10 |  |
| **Раздел 3. Динамика атомов и молекул** |
| Тема 8. Химическая термодинамика и равновесие |  | 18 |  | 4 | 14 |  |
| Тема 9. Обмен энергии при молекулярных столкновениях, взаимодействии электронов с атомами и молекулами |  | 18 |  | 4 | 14 |  |
| **Раздел 4.**  **Основы химической кинетики** |
| Тема 10. Механизм и скорость химической реакции |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| Тема 11. Химические реакции в жидкой и газовых фазах |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| Тема 12. Гетерогенный катализ |  | 22 |  | 6 | 16 |  |
| **Раздел 5.**  **Химическая физика горения и взрыва** |
| Тема 13. Основы синергетики |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 14. Теория процессов горения |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 15. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси |  | 15 |  | 3 | 12 |  |
| Тема 16. Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 17. Горение жидких взрывчатых веществ |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 18. Ударные волны и детонация |  | 13 |  | 3 | 10 |  |
| Тема 19. Современная теория детонации |  | 54 |  | 6 | 48 |  |
| **Всего по дисциплине** | **9** | **324** |  | **72** | **252** |  |

 **4.2.** **Содержание разделов и тем**

**Раздел 1. Строение вещества**

**Тема 1.** Введение. Основы квантовой теории многоэлектронных систем

Основы квантовой теории многоэлектронных систем. Адиабатическое приближение Борна—Оппенгеймера. Свойства симметрии многоэлектронной волновой функции. Основное и возбужденное состояния атома гелия. Многоэлектронные атомы и периодическая система элементов. Операторы момента импульса. Уровни энергии. Основные принципы теории валентности.

**Тема 2.** Электронное строение молекул. Межмолекулярное взаимодействие

Электронное строение молекул. Метод молекулярных орбиталей и его применение к двухатомным молекулам. Молекулярный ион водорода и молекула водорода. Молекулярные орбитали гомоядерных двухатомных молекул. Гетероядерные двухатомные молекулы. Правило пересечения потенциальных кривых. Понятие о методе самосогласованного поля. Гибридизация атомных волновых функций. Метод молекулярных орбиталей в приближении Хюккеля применительно к молекулам с сопряженными связями.

Электронное строение координационных соединений. Межмолекулярное взаимодействие. Теория кристаллического поля. Комплексы со слабой и сильной связью. Спин-орбитальное взаимодействие. Применение метода молекулярных орбиталей к координационным соединениям. Эффект Яна—Теллера. Силы Ван-дер-Ваальса. Донорно-акцепторные комплексы. Водородная связь.

**Тема 3.** Строение и свойства твердого тела

Строение и свойства твердого тела. Природа сил взаимодействия в кристаллах. Колебания и волны в одномерной решетке. Колебания атомов трехмерной кристаллической решетки. Нормальные колебания. Электрон в периодическом поле. Приближение слабо и сильно связанных электронов. Зоны Бриллюэна. Структура энергетических зон. Локализованные состояния электронов в кристалле.

Химическая радиоспектроскопия. Условия возникновения ЯМР и ЭПР. Времена релаксации и форма резонансной линии. Гамильтониан магнитных взаимодействий. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие в ЯМР. Сверхтонкая структура спектров ЭПР. Интерпретация тензоров сверхтонкого взаимодействия и g-тензора. Возможности методов магнитного резонанса для исследования скоростей молекулярных и химических процессов.

**Раздел 2. Основы молекулярной фотоники**

**Тема 4** Электронная структура молекул. Возбужденные состояния

Электронная структура молекул. Возбужденные состояния. Поглощение и испускание света. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Теория и методы расчета электронно-колебательных спектров многоатомных молекул. Приближения Франка—Кондона и Герцберга—Теллера. Потенциальные поверхности электронно-возбужденных состояний.

**Тема 5.** Переходы между состояниями

Переходы между состояниями. Матричные элементы переходов. Релаксация. Взаимодействия в возбужденных состояниях, комплексы с переносом заряда, эксимеры и эксиплексы. Безызлучательные электронные переходы. Неадиабатическое взаимодействие. Перенос заряда. Перенос энергии электронного возбуждения. Индуктивно-резонансный механизм. Теория Ферстера-Декстера. Миграция возбуждения по донорам.

**Тема 6**. Законы фотохимии

Законы фотохимии. Классификация фотохимических реакций. Фотодиссоциация. Фотоприсоединение. Фотозамещение и фотоперегруппировка. Фотохимические окислительно-восстановительные реакции. Фотохимическая кинетика.

**Тема 7**. Место фотохимии в области развития современных технологий и средств техники

Основные принципы конструирования избирательных супрамолекулярных систем. Фотоуправляемое комплексообразование. Фотоинициированные структурные и фазовые превращения. Кинетика тушения флуоресценции в микроэмульсиях. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии: адсорбционные, флуоресцентные, поляризационные, комбинационного рассеяния.

**Раздел 3. Динамика атомов и молекул**

**Тема 8**. Химическая термодинамика и равновесие

Химическая термодинамика и равновесие. Равновесное распределение молекул идеального газа. Распределение Максвелла и распределение Больцмана. Распределение Бозе и Ферми. Статистика Гиббса. Термодинамические свойства идеальных газов. Флуктуации. Равновесие фаз. Слабые растворы. Химические равновесия. Поверхностные явления.

Элементарные атомно-молекулярные процессы. Упругие столкновения атомов. Полное и дифференциальное сечения рассеяния. Неупругие столкновения. Вероятности переходов, сечения и константы скорости прямых и обратных процессов. Поверхность потенциальной энергии для системы трех атомов. Метод переходного состояния. Неадиабатические процессы.

Мономолекулярные реакции. Механизм активации молекул. Сильные столкновения и ступенчатое возбуждение. Статистическая модель мономолекулярных реакций.

Термический распад двухатомных молекул. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса. Прямые бимолекулярные реакции: рикошетный механизм, механизм срыва, механизм прямого выбивания. Распределение энергии в бимолекулярных реакциях.

**Тема 9.** Обмен энергии при молекулярных столкновениях, взаимодействии электронов с атомами и молекулами

Обмен энергии при молекулярных столкновениях. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях. Релаксация по поступательным, вращательным и колебательным степеням свободы. Кинетические уравнения для заселенностей уровней энергии (в том числе при наличии химических реакций).

Взаимодействие электронов с атомами и молекулами. Возбуждение атомов и молекул электронным ударом. Ионизация атомов и молекул электронным ударом. Фотоионизация. Рекомбинация электронов и атомов.

**Раздел 4. Основы химической кинетики**

**Тема 10.** Механизм и скорость химической реакции

Механизм и скорость химической реакции. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости. Закон Аррениуса. Кинетика сложных реакций. Обратимые, последовательные, параллельные процессы. Прямая и обратная кинетическая задача. Метод квазистационарных концентраций. Лимитирующая стадия сложного химического процесса. Кинетика химических реакций в открытых системах. Стационарные режимы.

**Тема 11.** Химические реакции в жидкой и газовых фазах

Химические реакции в жидкой фазе. Роль среды в элементарном акте химической реакции. Влияние диффузии на скорость реакции. Клеточный эффект. Влияние диэлектрической постоянной и ионной силы на скорости химических реакций в растворах. Солевой эффект. Влияние давления на скорость реакции. Объем активации. Соотношения структура – реакционная способность. Уравнения Гаммета и Тафта. Влияние магнитного поля на скорость химической реакции.

**Тема 12.** Гетерогенный катализ

Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Сопряженные реакции. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Механизм гомогенного катализа. Кинетика гомогенно-каталитических реакций. Кислотно-основный катализ. Зависимость скорости химической реакции от функции кислотности Гаммета. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Катализ комплексами и ионами металлов переменной валентности. Автокатализ.

Гетерогенный катализ. Равновесие и кинетика адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Хемосорбция. Моно- и полимолекулярные слои адсорбатов на поверхности. Ингибирование и конкуренция реакций на поверхности. Механизмы гетерогенного катализа. Уравнения Лэнгмюра – Хиншельвуда и Ридила.

**Раздел 5.** **Химическая физика горения и взрыва**

**Тема 13.** Основы синергетики

Проблема порядка и беспорядка в структуре материи. Динамика и информация. Проблема необратимости. Динамический хаос. Диссипативные динамические системы.

Параметр порядка в критических явлениях и фазовых переходах. Теория фазовых переходов первого и второго рода. Теория Ландау. Флуктуационная теория фазовых переходов. Гипотеза подобия. Скейлинговая теория критических показателей.

Неравновесные фазовые переходы. Вынужденный порядок в открытых физических системах. Принцип Пригожина—Гленсдорфа. Самоорганизация. Пространственные и временные диссипативные структуры. Генерация когерентного излучения в лазере как пример неравновесного фазового перехода.

Пространственно-временные диссипативные структуры в химии. Реакция Белоусова—Жаботинского.

**Тема 14.** Теория процессов горения

Теория процессов горения. Уравнения теплопроводности и диффузии в химически реагирующей среде. Теория и критерий теплового взрыва. Цепной взрыв. Пределы цепного взрыва. Воспламенение и зажигание. Зажигание накаленной стенкой. Зажигание искрой. Очаговое воспламенение и минимальная энергия зажигания.

**Тема 15.** Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси

Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси. Нормальная скорость распространения пламени. Пределы распространения пламени, предельный диаметр и предельная концентрация компонентов смеси. Диффузионно-тепловая неустойчивость пламени. Представление о турбулентном горении. Холодные пламена. Горение неперемешанных газов.

**Тема 16.** Горение твердых и жидких веществ в окислительной атмосфере

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. Физика нестационарного горения.

**Тема 17.** Горение жидких взрывчатых веществ

Горение жидких взрывчатых веществ. Горение пористых зарядов взрывчатых веществ и порохов. Фильтрационное горение. Условия перехода послойного горения на конвективный режим и во взрыв.

**Тема 18.** Ударные волны и детонация

Ударные волны и детонация. Система уравнений газовой динамики для одномерных движений в координатах Лагранжа и Эйлера. Характеристики, инварианты Римана. Понятие простой волны. Ударные волны. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии на фронте ударной волны. Уравнения состояния газа и конденсированных сред. Ударная адиабата, изоэнтропы, их взаимное расположение. Ударные волны в реагирующих и релаксирующих средах. Взаимодействие волн — распады разрывов, затухание ударных волн.

**Тема 19.** Современная теория детонации

Современная теория детонации. Правило отбора скорости стационарной детонации. Структура детонационной волны. Устойчивость детонационных волн. Пределы детонации. Пределы возбуждения детонации. Принцип Харитона. Особенности механизма энерговыделения в гомогенных и гетерогенных конденсированных веществах. Методы измерения основных параметров детонации. Современные методы решения задач физики горения и взрыва.

1. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Технология процесса обучения по дисциплине «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);

б) самостоятельная работа студентов;

г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре. В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

* самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
* поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

* постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» и формирует необходимые компетенции;
* решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.
1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.**6.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО).

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

**6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества». Форма аттестации – кандидатский экзамен в письменной или устной форме. Кандидатский экзамен проводится в 4 семестре.

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена.

На кандидатском экзамене аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

**6.3. Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:**

1. Уравнения реакции горения веществ в воздухе.
2. Испарение жидкостей. Насыщенный пар.
3. Диффузионное и кинетическое горение.
4. Температурные пределы воспламенения жидкости. Температура вспышки
5. Определить температуру вспышки смеси.
6. Современная теория окисления-восстановления.
7. Скорость выгорания жидкостей.
8. При какой температуре концентрация паров метилового спирта равна нижнему концентрационному пределу воспламенения? Общее давление паровоздушной смеси 98658,5 Па.
9. Диффузионное пламя, его строение.
10. Прогрев жидкостей при горении. Вскипание. Выброс.
11. Рассчитать температурные пределы воспламенения бутилового спирта, если область воспламенения его паров находится в пределах 1,7 –12,0%.
12. Расход воздуха на горение.
13. Свойства, определяющие пожароопасность пылей.
14. Рассчитать время образования минимальной взрывоопасной концентрации паров.
15. Продукты сгорания. Дым.
16. Теория горения аэровзвесей.
17. Определить стехиометрическую концентрацию ацетилена в объемных процентах и в кг/м3 при условии, что температура равна 20ºС, а давление – 99990 Па.
18. Теплота сгорания.
19. Пределы воспламенения аэровзвесей.
20. Рассчитать область воспламенения паров ацетона
21. Температура горения.
22. Факторы, влияющие на взрывчатость аэровзвесей
23. Рассчитать концентрационные пределы распространения пламени бутана при нормальных условиях в объемных процентах и в кг/м3.
24. Классификация пожароопасных веществ.
25. Состав и свойства твердых горючих веществ.
26. Температурный коэффициент скорости некоторой реакции равен 2,4. Во
27. сколько раз увеличится скорость этой реакции, если повысить температуру на 20ºС?
28. Пожар. Пожарная опасность. Показатели пожарной опасности веществ.
29. Горение древесины.
30. Газовая смесь состоит из водорода и кислорода.
31. Как изменится скорость реакциия, если увеличить давление?
32. Процесс горения. Условия, необходимые для возникновения горения.
33. Методы определения концентрационных пределов распространения пламени.
34. Рассчитать температуру вспышки изобутилового спирта, если его температура кипения равна 107,5ºС.
35. Скорость химической реакции.
36. Горение металлов.
37. Напишите математическое выражение для скоростейреакций.
38. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.
39. Взрыв. Характерные особенности возникновения и развития.
40. Определить низшую теплоту сгорания этилена по формуле Менделеева Д.И.
41. Превращение твёрдых горючих веществ при нагревании.
42. Химический взрыв.
43. Сколько теплоты выделится при сгорании угля.
44. Цепная теория горения.
45. Физический взрыв.
46. Рассчитать объем воздуха, идущий на горение, и объем продуктов горения
47. при сгорании 1 кг каменного угля состава.
48. Теория самовоспламенения.
49. Дефлаграция (вспышка) при взрыве.
50. Температура самовоспламенения.
51. Детонация.
52. Рассчитать объем и процентный состав продуктов горения.
53. Скорость химической реакции.
54. Горение металлов.
55. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.
56. Взрыв. Характерные особенности возникновения и развития.
57. Определить низшую теплоту сгорания этилена по формуле Менделеева Д.И.
58. Превращение твёрдых горючих веществ при нагревании.
59. Химический взрыв.
60. Цепная теория горения.
61. Физический взрыв
62. Теория самовоспламенения.
63. Дефлаграция (вспышка) при взрыве.
64. Температура самовоспламенения.
65. Детонация.
66. Процесс возгорания и воспламенения.
67. Ударная волна.
68. Температура самонагревания.
69. Минимальная энергия зажигания.
70. Конденсированные взрывчатые вещества.
71. Микробиологическое самовозгорание.
72. Параметры взрыва и его последствия.
73. Химическое самовозгорание.
74. Взрыв газо-и паровоздушной смеси.
75. Теория горения газовых смесей. Давление взрыва.
76. Конденсированный взрыв.
77. Концентрационные пределы распространения пламени.
78. Осколочное действие взрыва.
79. Факторы, влияющие на концентрационные пределы воспламенения.
80. Тепловое действие взрыва.
81. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература**

1. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений – М.: Физматлит, 2008 , 656с.
2. В.Е. Фортов. Экстремальные состояния вещества на Земле и в космосе. – М.: Физматлит, 2008 – 264 с.
3. Фортов В. Е. Уравнения состояния вещества от идеального газа до кварк-глюонной плазмы. М., 2012. — 492 с.
4. Канель Г. И., Разоренов С. В., Уткин А. В., Фортов В. Е. Экспериментальные профили ударных волн в конденсированных веществах. М., 2008. — 248 с.
5. Валько В В и др. Физика ядерного взрыва Т. 1-5 М.: Физматлит, 2010

**Дополнительная литература**

1. Маррсл Дж., Кетти С., Теддер Дж. Теория валентности. М.: Мир, 1968.
2. Герцберг Г. Спектры и строение простых свободных радикалов. М.: Л., Физматгиз, 1962.
3. Физика взрыва / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович и др. М.: Наука, 1975.
4. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М.: Высш. школа, 1974.
5. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987.
6. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. М.: Химия, 2000.
7. Бучаченко А.Л., Сагдеев Р.3., Салихов К.М. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях. Новосибирск: Наука, 1978.
8. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов / Г.Б. Манелис, Г.М. Назин, Ю.И. Рубцов, В.А. Струнин. М.: Наука, 1996.
9. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе. М.: Наука, 1980.
10. Переход горения конденсированных систем и взрыв / А.Ф. Беляев, В.К. Боболев и др. М.: Наука, 1973.
11. Бахман Н.Н., Беляев А.Ф. Горение гетерогенных конденсированных систем. М.: Наука, 1967.
12. Новожилов Б.Н. Нестационарное горение твердых ракетных топлив. М.: Наука, 1973.
13. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966.
14. Ударно-волновые явления в конденсированных средах / Г.И. Канель, С.В. Разоренов, А.В. Уткин, В.Е. Фортов. М.: Янус-К, 1996.
15. Керрингтон Н., Мак-Лечлан Э. Магнитный резонанс и его применение в химии. М.: Мир, 1970.
16. Химические лазеры / А.С. Башкин, В.И. Игошин, А.Н. Ораевский, В.А. Щеглов. М.: Наука, 1982.
17. Замараев К.И., Молин Ю.Н., Салихов К.М. Спиновой обмен. Теория и физико-химические приложения. Новосибирск, 1977.
18. Вилюнов В.Н. Теория зажигания конденсированных веществ. М.: Наука, 1984.
19. Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. М.: Мир, 1968.
20. Похил П.Ф., Мальцев В.М., Зайцев В.М. Методы исследования процессов горения и детонации. М.: Наука, 1969
21. Кондратьев В.Н., Никитин Е.Е. Кинетика и механизм газофазных реакций. М.: Наука, 1974.
22. Курант Р., Фридрикс Н. Сверхзвуковые течения и ударные волны. М.: Изд-во иностр. лит., 1950.
23. Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
24. Зельдович Я.Б., Компанеец А.С. Теория детонации. М.: ГТТИ, 1955.
25. Щелкин К.И., Трошин Я.К. Газодинамика горения. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
26. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерные классы с пакетами прикладных программ

2. Учебные лаборатории по разделам федеральной компоненты курса.

3. Научно-исследовательские лаборатории по региональной и вузовской компонентам курса.