

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по образовательным программам высшего образования –
программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению подготовки - 03.06.01 Физика и астрономия
(очная и заочная форма обучения)

направленность (профиль): 01.04.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Содержание вступительного экзамена.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	Раздел 1. Строение вещества	
1.	Тема 1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем.	Основы квантовой теории многоэлектронных систем.
2.	Тема 2. Строение и свойства твердого тела.	Строение и свойства твердого тела. Природа сил взаимодействия в кристаллах.
	Раздел 2. Основы молекулярной фотоники	
3.	Тема 3. Электронная структура молекул.	Электронная структура молекул. Возбужденные состояния. Поглощение и испускание света. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция.
4.	Тема 4. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии	Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии: адсорбционные, флуоресцентные, поляризационные, комбинационного рассеяния.
	Раздел 3. Динамика атомов и молекул	
5.	Тема 5. Химическая термодинамика и равновесие.	Химическая термодинамика и равновесие. Равновесное распределение молекул идеального газа. Распределение Максвелла и распределение Больцмана.
6.	Тема 6. Мономолекулярные реакции.	Мономолекулярные реакции. Механизм активации молекул. Сильные столкновения и ступенчатое возбуждение.
7.	Тема 7. Термический распад двухатомных молекул.	Термический распад двухатомных молекул. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса.
8.	Тема 8. Обмен энергии при молекулярных столкновениях.	Обмен энергии при молекулярных столкновениях. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях. Релаксация по поступательным, вращательным и колебательным степеням свободы.
	Раздел 4. Основы химической кинетики	
9.	Тема 9. Механизм и скорость химической реакции.	Механизм и скорость химической реакции. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости. Закон Аррениуса. Прямая и обратная кинетическая задача.
10.	Тема 10. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции.	Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Механизм гомогенного катализа. Кинетика гомогенно-каталитических реакций.
11.	Тема 11. Гетерогенный катализ.	Гетерогенный катализ. Равновесие и кинетика

		адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях. Механизмы гетерогенного катализа.
	Раздел 5. Горение и взрыв. Физика экстремальных состояний вещества.	
12.	Тема 12. 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 накаливаемой стенок. Зажигание искрой.
13.	Тема 13. 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. Представление о турбулентном горении.
14.	Тема 14. 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.
15.	Тема 15. Горение жидких взрывчатых веществ	Горение жидких взрывчатых веществ. Горение пористых зарядов взрывчатых веществ и порохов.
16.	Тема 16. Ударные волны.	Ударные волны. Понятие простой волны. Ударные волны. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии на фронте ударной волны.
17.	Тема 17. Современная теория детонации.	Современная теория детонации. Структура детонационной волны. Устойчивость детонационных волн. Пределы детонации.
	Раздел 6. Физика наноструктур	
18.	Тема 18. Структура поверхности и ее физические свойства.	Структура поверхности и ее физические свойства. Атомарно-чистые поверхности. Изменение электронной структуры, работы выхода, поверхностной проводимости и т.п. при реконструкции. Симметрия поверхности. Границы раздела полупроводник–полупроводник, полупроводник–металл и полупроводник–диэлектрик
19.	Тема 19. Наноструктуры.	Наноструктуры. Тонкие пленки. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем. Фотонные кристаллы. Углерод. Аллотропия углерода. Кластеры.
20.	Тема 20. Общее устройство и принципы работы СЗМ.	Общее устройство и принципы работы СЗМ. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии. Туннельный эффект в квазиклассическом приближении. Физические основы сканирующей атомно-силовой микроскопии.

Перечень вопросов к вступительному экзамену.

1. Основы квантовой теории многоэлектронных систем.
2. Строение и свойства твердого тела. Природа сил взаимодействия в кристаллах.
3. Электронная структура молекул. Возбужденные состояния. Поглощение и испускание света. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция.
4. Методы оптической (в том числе нелинейной) спектроскопии: адсорбционные, флуоресцентные, поляризационные, комбинационного рассеяния.

5. Химическая термодинамика и равновесие. Равновесное распределение молекул идеального газа. Распределение Максвелла и распределение Больцмана.
6. Мономолекулярные реакции. Механизм активации молекул. Сильные столкновения и ступенчатое возбуждение.
7. Термический распад двухатомных молекул. Бимолекулярные реакции, идущие через образование промежуточного комплекса.
8. Обмен энергии при молекулярных столкновениях. Превращение поступательной, вращательной и колебательной энергий при столкновениях. Релаксация по поступательным, вращательным и колебательным степеням свободы.
9. Механизм и скорость химической реакции. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости. Закон Аррениуса. Прямая и обратная кинетическая задача.
10. Индуцированные и гомогенно-каталитические реакции. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Механизм гомогенного катализа. Кинетика гомогенно-каталитических реакций.
11. Гетерогенный катализ. Равновесие и кинетика адсорбции на однородных и неоднородных поверхностях. Механизмы гетерогенного катализа.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Горение жидких взрывчатых веществ. Горение пористых зарядов взрывчатых веществ и порохов.
16. Ударные волны. Понятие простой волны. Ударные волны. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии на фронте ударной волны.
17. Современная теория детонации. Правило отбора скорости стационарной детонации. Структура детонационной волны. Пределы детонации.
18. Связь химической и физической природы веществ и систем с их термохимическими параметрами, характеристиками термического разложения, горения, взрывчатого превращения.
19. Структура, параметры и устойчивость волн горения, детонации, взрывных и ударных волн.
20. Односторонние и обратимые реакции первого и второго порядка. Кинетика реакций первого порядка в открытой системе.
21. Горячие диффузионные пламена в предварительно не перемешанных газах - окислителя и горючего. Теплопроводность и диффузия в волне горения. Тепловая теория распространения пламени
22. Горячие пламена в предварительно перемешанных газах. Основные экспериментальные данные. Нормальная скорость распространения ламинарного пламени. Теплопроводность и диффузия в волне горения. Тепловая теория распространения пламени.
23. Процессы горения и взрывчатого превращения в устройствах и аппаратах для производства энергии, работы, получения веществ и продуктов.
24. Тепловая теория распространения пламени. Подобие полей концентрации и температуры в волне горения. Пределы распространения пламени. Основные задачи исследования процессов горения.
25. Самовоспламенение. Цепной взрыв. Зажигание газовой смеси нагретой поверхностью
26. 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.
27. Атомарно-чистые поверхности. Способы получения атомарно-чистых поверхностей. Реальная поверхность. Виды неоднородностей (физические, химические, индуцированные).
28. 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.
29. Границы раздела полупроводник-полупроводник, полупроводник-металл и полупроводник-диэлектрик. Поверхностные и приповерхностные электронные состояния. Приповерхностная область пространственного заряда полупроводника. Зонная диаграмма.

30. Механизмы роста пленок. Поверхностные процессы, происходящие при выращивании тонкой пленки (поверхностная диффузия, взаимодиффузия, встраивание в решетку, поверхностная агрегация).
31. Тонкие пленки. Физические и химические методы получения тонких пленок.
32. Адсорбция и адгезия. Адгезия тонких пленок к поверхности. Кинетика адсорбции. Теория Ленгмюра. Физическая и химическая адсорбция. Электронное состояние адатома. Энергия связи адатомов с поверхностью.
33. Методы определения структуры поверхности (дифракция медленных электронов, дифракция отраженных быстрых электронов).
34. Методы определения состава поверхности и химического состояния атомов на поверхности. Электронная опес-спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
35. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем. Молекулярное конструирование. Компьютерная визуализация нанообъектов. Возможности численного эксперимента. Примеры молекулярного моделирования наноструктур, молекулярных переключателей.
36. Квантовая механика наносистем. Квантоворазмерные эффекты в нанообъектах.
37. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые точки. Нитевидные кристаллы, волокна, нанотрубки, тонкие пленки и гетероструктуры.
38. Фотонные кристаллы. Классификация фотонных кристаллов. Теория фотонных запрещенных зон. Изготовление фотонных кристаллов.
39. Углерод. Аллотропия углерода. Алмазоподобные пленки. Графены. Фуллерены. Нанотрубки.
40. Наноструктуры. Классификация наноструктур. Кластеры. Кластерные модели. Магические числа. Металлические нанокластеры. Свойства металлических нанокластеров.
41. Полупроводниковые нанокластеры. Получение, свойства и применение.
42. Наноструктурные жидкости. Коллоиды, золи, гели, взвеси, полимерные композиты. Мицеллы.
43. Магнитные наноструктуры. Методы синтеза магнитных частиц. Перспективные применения. Феррофлюиды (магнитные жидкости).
44. Сверхпроводящие материалы. Получение. Оболочный эффект. Применение сверхпроводниковых наноструктур.
45. Химические методы получения наноструктур. Пленки Ленгмюра-Блоджетта. Золь-гель метод. Жидкофазная эпитаксия.
46. Особенности электронного спектра металлов, полупроводников и диэлектриков. Поглощение и отражение света в металлах. Плазмоны. Поглощение света на колебаниях решетки. Фононы.
47. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Прямые (вертикальные) и непрямые оптические переходы. Поглощение света при прямых переходах, комбинированная плотность состояний. Поглощение света при не прямых переходах, виртуальные состояния. Температурная зависимость коэффициента поглощения.
48. Общее устройство и принципы работы СЗМ. Зондовые датчики, сканирующие элементы, типы взаимодействия, роль обратной связи.
49. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии. Туннельный эффект в квазиклассическом приближении. Туннельный ток в системах металл-диэлектрик-металл и металл-диэлектрик-полупроводник. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии.
50. 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.

Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Маррел Дж., Кетти С., Теддер Дж. Теория валентности. М.: Мир, 1968

2.	Герцберг Г. Спектры и строение простых свободных радикалов. М.: Л., Физматгиз, 1962.
3.	Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987
4.	Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. М.: Химия, 2000.
5.	Г.Б. Манелис, Г.М. Назин, Ю.И. Рубцов, В.А. Струнин. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов. М.: Наука, 1996.
6.	Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980.
7.	Новожилов Б.Н. Нестационарное горение твердых ракетных топлив. М.: Наука, 1973.
8.	Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966.
9.	Кочаков В. Д. Основы сканирующей туннельной наноскопии: учебное пособие. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2009. - 68с.
10.	Кочаков В. Д. Основы атомно-силовой наноскопии: учебное пособие. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. - 55с.
11.	Суздалев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. - 589с.
12.	Дубровский В. Г. Теория формирования эпитаксиальных наноструктур. М.: Физматлит, 2009. - 350с.
13.	Шик А. Я., Физика низкоразмерных систем: учебное пособие для вузов / Бакуева Л. Г., Мусихин С. Ф., Рыков С. А. ; под ред. Ильина В. И., Шика А. Я. - СПб.: Наука, 2001. - 155с.
14.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: Физматлит / Гусев А. И. - М.: Физматлит, 2005. - 410с.
15.	Сергеев Г. Б. Нанохимия: учебное пособие / Сергеев Г. Б. - М.: Кн. дом "Университет", 2007.

Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Керрингтон Н., Мак-Лечлан Э. Магнитный резонанс и его применение в химии. М.: Мир, 1970.
2.	А.С. Башкин, В.И. Игошин, А.Н. Ораевский, В.А. Щеглов. Химические лазеры. М.: Наука, 1982.
3.	Замараев К.И., Молин Ю.Н., Салихов К.М. Спиновой обмен. Теория и физико-химические приложения. Новосибирск, 1977
4.	Вилунов В.Н. Теория зажигания конденсированных веществ. М.: Наука, 1984
5.	Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. М.: Мир, 1968.
6.	Похил П.Ф., Мальцев В.М., Зайцев В.М. Методы исследования процессов горения и детонации. М.: Наука, 1969
7.	Кондратьев В.Н., Никитин Е.Е. Кинетика и механизм газофазных реакций. М.: Наука, 1974.
8.	Щелкин К.И., Трошин Я.К. Газодинамика горения. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
9.	Зельдович Я.Б., Компанец А.С. Теория детонации. М.: ГТТИ, 1955
10.	Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
11.	Воробьев Л. Е. Оптические свойства наноструктур: учебное пособие для вузов по направлению "Техн. физика". СПб.: Наука, 2001. - 187с.
12.	Григорьев С. Н. Технологии нанообработки: [учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"]. 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2010. - 319с.
13.	Валиев Р. З. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. М.: Академкнига, 2007. - 397с.

14.	Андреева А. В. Основы физикохимии и технологии композитов: учебное пособие для вузов по специальности "Материаловедение в машиностроении. М.: ИПРЖР, 2001. - 191с.
15.	Климов В. В. Наноплазмоника: [монография] / Климов В. В. - М.: Физматлит, 2009. - 480с.
16.	Чеченин Н. Г. Магнитные наноструктуры и их применение: [учебное пособие для вузов по специальности "Физика"] / Чеченин Н. Г., Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, НИИ ядер. физики им. Д. В. Скобельцына - М.: Грант Виктория ТК, 2006. - 165с.
17.	Физическая энциклопедия. В 5 томах. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1988 – 1998 гг.
18.	Светухин В. В. Моделирование современных перспективных кремниевых технологий, основанных на управлении процессами кластеризации и преципитации кислорода в кремнии: учебно-методический комплекс / Светухин В. В., Вострецов Д. Я., Ульян. гос. ун-т - Ульяновск: УлГУ, 2006. - 107с.
19.	в П. Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения / Дьячков П. Н. - М.: Лаб. знаний, 2006. - 293с.: ил. - (Нанотехнология).
20.	Драгунов В.П. Основы нанoeлектроники: учебное пособие для вузов по специальности "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. - Новосибирск: Интеграция, 2000. - 331с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

1. Интернет ресурс: Нанометр. Нанотехнологическое сообщество. <http://www.nanometer.ru>
2. Интернет ресурс: Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал. <http://www.portalnano.ru>
3. Компьютерное молекулярное моделирование (Электронный ресурс) CD, Чебоксары – 2011.
4. Интернет ресурс: Образовательный проект А.Н. Варгина, физика, химия, математика студентам и школьникам http://www.ph4s.ru/book_nano.html
5. Интернет ресурс: Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru/>