

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности


Д.А. Гаюрский
15 > *all right* 2017г.


**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

для поступающих на программы подготовки научно-педагогических
кадров в аспирантуре

Направление 03.06.01 – Физика и астрономия

Направленность (профиль): 01.04.02 - Теоретическая физика

Казань 2017

1. *Вопросы программы вступительного экзамена в аспирантуру по специальности*

01.04.02

(шифр)

теоретическая физика

(наименование)

I. Теоретическая механика.

1. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа. Связи.
2. Законы сохранения.
3. Интегрирование уравнений Лагранжа для одномерного движения.
4. Задача двух тел и рассеяние частиц. Формула Резерфорда.
5. Движение в центральном поле, Задача Кеплера.
6. Линейные колебания:
 - а) устойчивость положения равновесия;
 - б) свободные колебания;
 - в) вынужденные колебания системы и резонанс.
7. Физические особенности нелинейных колебаний.
8. Динамика твердого тела. Уравнения Эйлера.
9. Уравнения Гамильтона:
 - а) функция Гамильтона. Каноническое уравнение Гамильтона;
 - б) фазовое пространство. Канонические преобразования. Теорема Лиувилля;
 - в) скобки и теорема Пуассона;
 - г) уравнение Гамильтона-Якоби.
10. Механика сплошной среды:
 - а) основные понятия;
 - б) уравнения движения вязкой жидкости (Навье-Стокса);
 - в) идеальное упругое тело. Упругие волны.

II. Электродинамика.

1. Поле зарядов и токов в вакууме:
 - а) уравнения Максвелла;
 - б) скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность;
 - в) электрическое поле;
 - г) стационарное магнитное поле;
 - д) электромагнитное поле в вакууме. Запаздывающие потенциалы;
 - е) излучение электромагнитных волн. Вибратор Герца.
2. Макроскопическая электродинамика:
 - а) уравнение Максвелла в среде. Граничные условия;
 - б) электродинамика диэлектриков;
 - в) стационарные токи. Влияние постоянного магнитного поля на вещество;
 - г) электромагнитные волны в веществе;
 - д) волны в проводящих средах;
 - е) волны в диэлектриках;
 - ж) соотношение Крамерса-Кронига.
3. Теория относительности:

- а) преобразование Лоренца;
- б) релятивистская кинематика;
- в) 4-мерный аппарат теории относительности;
- г) ковариантная запись уравнений электродинамики.

III. Квантовая механика.

1. Основные понятия и принципы квантовой механики: а) принцип суперпозиции; б) операторы, собственные значения и собственные функции; в) волновая функция, общий метод вычисления вероятностей результатов измерений; г) принцип неопределенности; д) операторы координаты, импульса, момента импульса; е) оператор гамильтониана; ж) матрица плотности;
2. Изменение состояний во времени: а) уравнение Шредингера, основные свойства его решений; б) дифференцирование операторов по времени; в) стационарные состояния; г) представление Гейзенберга, представление взаимодействия.
3. Одномерные задачи: а) свободная частица; б) кусочно-постоянный потенциал; туннельный эффект; в) гармонический осциллятор.
4. Движение в центральном поле. Атом водорода.
5. Теория возмущений: а) возмущения, не зависящие от времени (простые уровни, вырожденные уровни); б) возмущения, зависящие от времени; в) переходы под влиянием периодических возмущений; г) переходы под влиянием постоянного возмущения; д) переходы в непрерывном спектре; е) периодические и внезапные изменения состояния систем.
6. Релятивистская квантовая теория а) уравнение Дирака. б) решение уравнения Дирака для свободной частицы. Отрицательные энергии, позитрон в) спин электрона; оператор спина; г) спин-орбитальное взаимодействие д) уравнение Паули, магнитный момент электрона
7. Системы тождественных частиц а) общие свойства систем тождественных частиц; б) вторичное квантование, статистика Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака; обменное взаимодействие. в) атомные уровни энергии, самосогласованное поле; атом гелия; г) молекула водорода; д) уравнение Томаса-Ферми; е) эффект Штарка; ж) эффект Зеемана.

8. Теория рассеяния:

- а) амплитуда и фаза рассеяния; б) борновское приближение;
- в) формула Резерфорда.

IV. Элементы квантовой теории поля.

1. Основные представления статистической физики:
 - а) статистические ансамбли и функция распределения;
 - б) уравнения Лиувилля;
 - в) статистическое усреднение, матрица плотности;
 - г) энтропия, термодинамические потенциалы.
2. Распределения:
 - а) микроканоническое распределение;
 - б) каноническое распределение;
 - в) большое каноническое распределение;
 - г) распределение Максвелла и Максвелла-Больцмана.
3. Статистическая теория идеальных систем:
 - а) одноатомный идеальный газ;
 - б) учет тождественности частиц. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна;
 - в) Ферми-газ при низких температурах;
 - г) Бозе-газ при низких температурах. Бозе-эйнштейновская конденсация;
 - д) квазичастицы.
4. Неидеальные системы.
5. Условия равновесия и устойчивости. Фазовые переходы I рода.
6. Фазовые переходы II рода.
7. Теория флуктуаций.
8. Основы неравновесной термодинамики:
 - а) законы сохранения, потоки и термодинамические силы;
 - б) соотношения взаимности Онзагера;
 - в) уравнения неравновесной термодинамики.
9. Броуновское движение и случайные процессы:
 - а) случайные стационарные Марковские процессы;
 - б) уравнения Смолуховского;
 - в) уравнения Фоккера-Планка;
 - г) броуновское движение.
10. Кинетические уравнение Больцмана.
11. Линейная реакция системы на внешнее возмущение.
12. Флуктуационно-диссипативная теорема.

VI Теория твердого тела.

1. Фононы:
 - а) кристаллическая решетка, колебания решетки;
 - б) квантование решеточных колебаний;
 - в) фононная теплоемкость, модель Дебая;
 - г) эффекты, обусловленные агармоничностью решеточных колебаний;
 - д) взаимодействие колебаний решетки с электромагнитной волной;
 - е) эффект Мессбауэра.
2. Электроны:

- а) электрон в периодическом поле кристалла:
 - теорема Блоха;
 - приближение слабой связи;
 - приближение сильной связи;
- б) статистика электронов, теплоемкость.
- 3. Кинетические явления:
 - а) кинетическое уравнение;
 - б) электропроводность и теплопроводность металлов.
- 4. Магнетизм электронов:
 - а) парамагнетизм Паули;
 - б) диамагнетизм Ландау;
 - г) кинетические явления в магнитном поле.
- 5. Локализованные состояния электронов.
- 6. Плазменные колебания в твердом теле.
- 7. Электродинамика металлов.
- 8. Магнитоупорядоченное состояние:
 - а) приближение молекулярного поля Вейса;
 - б) спиновые волны.
- 9. Электрон-фононные взаимодействия.
- 10. Сверхпроводимость:
 - а) теория Гинзбурга-Ландау;
 - б) задача Купера;
 - в) теория Бардина-Купера-Шриффера.

2. *Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в аспирантуру по специальности*

01.04.02

теоретическая физика

(шифр)

(наименование)

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика, М., Физматлит, 2004.
2. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков, Изд. 4-е, С.-Пб., Лань, 2008.
3. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике, М., Физматлит, 2005.
4. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. Изд. 3-е, С.-Пб., Лань, 2009.
5. Черняк В. Г., Суетин П. Е. Механика сплошных сред- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 352 с.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М. "Физматлит". 2003. 259 с.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М. "Физматлит". 2005. 651 с.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М. "Физматлит". 2003. 731 с.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М. Физматлит. 2003. – 533 с.
10. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, т. 3 Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М. Наука, 2009
11. Шифф Л. Квантовая механика. М. ИЛ, 1959.
12. Давыдов А. С. Квантовая механика Изд БХВ-Петербург 2010
14. Коэн-Таннуджи К, Диу Б, Лалоз Ф, Квантовая механика Т.1-2, Екатеринбург Изд. Уральского университета 2000
15. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Квантовая электродинамика. М.: Физматлит, 2001.

16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М.: Физматлит, 2003.
 17. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика, 2002, М.: Едиториал УРСС.
 18. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.1, 2002, М.: Едиториал УРСС.
 19. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.2, 2010, М.: Едиториал УРСС.
 20. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики, 2007, СПб.: Лань.
 21. Кубо Р. Статистическая механика, 2006, М.: Едиториал УРСС.
 22. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Ч.2. М.: Наука, 2000.
 23. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979.
 24. Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В. Квантовые поля. М.: Наука, 1993.
 25. Анималу А. Квантовая теория кристаллических твердых тел. Мир, 1981.
 26. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. Изд-во Лань, 2008.
 27. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. Наука, 1987.
 28. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. Наука, 1967.
- А также другие (новые и предыдущие) издания указанных книг.

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мигдал А.Б. Качественные методы в квантовой теории. М. Наука, 1975
2. Ольховский И.И., Павленко Ю.Г., Кузьменков Л.С. Задачи по теоретической механике для физиков, Изд. 2-е, С.-Пб., Лань, 2009.
3. Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Г.Н. Сборник задач по аналитической механике, М., Физматлит, 2002.
4. Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков, Изд. «Мастер Лайн», Казань, 2003.
5. Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Черных А.И. Лекции по аналитической механике. Новосибирский гос. университет, Новосибирск, 2007.
6. Седов Л.И. Механика сплошной среды.-М.:Наука, 1983, т. 1-2.
7. Кочелаев Б.И. Квантовая теория (конспект лекций, часть 1). Издательство Казанского университета, 2009, 100 стр.
8. Кочелаев Б.И. Квантовая теория (конспект лекций, часть 2). Издательство Казанского университета, 2010, 119 стр.
9. Мессиа А. Квантовая механика, т.т.1-2, М. Наука, 1979
10. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. Физматгиз, М. 1960
11. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т 2. М. Наука, 1971
12. Левич В.Г. Курс теоретической физики. Т.1. 1969. М. Наука.
13. Кемпфер Ф. Основные положения квантовой механики. Мир, М. 1967
14. Флюгге З. Задачи по квантовой механике, т.т.1-2, Изд. ЛКИ 2008
15. Блохинцев Д.Квантовая механика Изд. Лань 2004
16. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. М. Наука, 1992.
17. Друкарев Г.Ф. Квантовая механика. Ленинград, Изд. Ленинградского университета, 1988
18. Ферми Э. Квантовая механика (конспект лекций). Мир, М. 1965
19. Дирак П.А.М. Квантовая теория-лекции. Физматлит, М. 2002
20. Боум А. Квантовая механика: основы и приложения. Мир, М. 1990
21. Мотт Н., Снеддон И. Волновая механика и ее применения Изд. КомКнига 2006
22. Брандт Н.Б., Кульбачинский В.А. Квазичастицы в физике конденсированного состояния, Физматлит, 2005.
23. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела (в двух томах). Мир, 1979.
24. Уайт Р.М. Квантовая теория магнетизма. Мир, 1985.
25. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. Наука, 1982.
26. Косевич А. М. Основы механики кристаллической решетки. Наука, 1972.
27. Ициксон К., Зюбер Ж.-Б. Квантовая теория поля. В 2 т. М.: Мир, 1984.
28. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М. "Дрофа". 2003. 840 с.

30. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике. (под редакцией М.М. Бредова). М. – Ижевск. Институт компьютерных исследований. НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”. 2002. 639 с.
31. Аминов Л.К. Термодинамика и статистическая физика. Конспекты лекций и задачи: Учебное пособие. Для студентов физического факультета, 2008, Казань: КГУ.
32. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории, 2007, М.: Физматлит.
33. Базаров И.П. Термодинамика, 2010, СПб.: Лань.
34. Коткин Г.Л. Лекции по статистической физике, 2006, Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований.
35. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.3, 2003, М.: Едиториал УРСС.
36. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.4, 2010, М.: КомКнига.
37. Садовский М.В. Лекции по статистической физике, 2003, Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований.
38. Тамм И.Е. Основы теории электричества. 1976. М. Наука.
39. Угаров В.А. Специальная теория относительности. 1977. М. Наука.
40. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика. 1981. М. Наука.
41. Паули В. Теория относительности. 1983. М. Наука.
42. Борн М. Эйнштейновская теория относительности. 1972. М. Мир.
43. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Тт. 5,6,7. 1977. М. Мир.