

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом ТГПУ
19 ноября 20*24* г.,
протокол № 4

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

по образовательной программе высшего образования –
программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия
Направленность (профиль) Теоретическая физика

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Томск 2024

Пояснительная записка

Программа государственной итоговой аттестации, включающая программу государственного экзамена, составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия.

Программа государственного экзамена содержит: требования к уровню подготовки выпускника по направлению подготовки, образец экзаменационного билета, процедуру проведения государственного экзамена, обеспечение государственного экзамена, критерии оценивания ответа выпускника, перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен, рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену, перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену (Основная литература, Дополнительная литература).

Настоящая программа государственного экзамена составлена на основании ФГОС ВО и Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет».

Государственный экзамен призван продемонстрировать уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Требования к уровню подготовки выпускника по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль) Теоретическая физика

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими *универсальными компетенциями*:

- 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 планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими *общепрофессиональными компетенциями*:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими *профессиональными компетенциями*:

- способность свободного владения знаниями фундаментальных разделов теоретической физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (ПК-1);
- способность использовать новейшие методы и достижения теоретической физики в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-2);
- способность ясно излагать и передавать другим свои знания фундаментальных разделов теоретической физики (ПК-3).

Образцы экзаменационных билетов

1. Основной комплект билетов

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

Государственный экзамен по образовательной программе высшего образования –
 программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль) Теоретическая физика
Основной комплект

Билет № 1

1. Функция Гамильтона, фазовое пространство, фазовая траектория, уравнения Гамильтона.
2. Координатное представление, импульсное представление.

Дата _____

Проректор по НР _____ Е.А. Полева

Директор НОЦ
 теоретической физики _____ В.Я. Эпп

2. Дополнительный комплект билетов по элективной дисциплине:

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

Государственный экзамен по образовательной программе высшего образования –
 программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль) Теоретическая физика
Элективная дисциплина: Теория излучения заряженных частиц

Билет № 1

Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Плоская монохроматическая волна.

Дата _____

Проректор по НР _____ Е.А. Полева

Директор НОЦ
теоретической физики _____ В.Я. Эпп

Процедура проведения государственного экзамена

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена (далее - предэкзаменационная консультация).

Процедура проведения государственного экзамена содержит:

- выбор обучающимся экзаменационных билетов по одному из основного и дополнительного комплектов билетов,
- подготовку письменного ответа в течение 1,5 часа,
- устный до 30 мин. ответ обучающегося перед членами ГЭК,
- вопросы членов ГЭК и ответы обучающегося на них;
- закрытое обсуждение членами ГЭК результатов и вынесение решения об уровне ответов в форме оценки;
- публичное оглашение результатов государственного экзамена.

Результаты государственного аттестационного испытания объявляются в день его проведения.

Обеспечение государственного экзамена

Для обеспечения государственного экзамена формируются основной и дополнительные комплекты экзаменационных билетов. Каждый билет основного комплекта содержит 2 вопроса по ключевым проблемам, освещаемым в обязательных дисциплинах базовой части учебного плана. Дополнительные комплекты билетов формируются по элективным дисциплинам учебного плана, освоенным аспирантами текущего года выпуска. Каждый билет дополнительного комплекта содержит 1 вопрос по содержанию элективной дисциплины, изученной аспирантом. Совокупность вопросов основного и дополнительных комплектов билетов позволяет проверить уровень теоретической и практической подготовки выпускника и выявить систему универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, сформированных в результате освоения содержания всех компонентов ОП по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль): Теоретическая физика.

Критерии оценивания ответа выпускника

1. Карта оцениваемых компетенций

Контролируемые компетенции (шифр, компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Знать</i> современные научные достижения и нерешенные проблемы в области теоретической физики
	<i>Уметь</i> оценивать возможные применения современных научных достижений, проводить сравнительный анализ разных точек зрения на актуальные нерешенные проблемы и генерировать новые идеи их решения
	<i>Владеть</i> навыками сравнительного анализа и оценки научных достижений

УК-2: 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	<i>Знать</i> историю и философию науки, особенности современного научного мировоззрения, а также фундаментальные проблемы современной науки, в том числе междисциплинарные
	<i>Уметь</i> проектировать и осуществлять научные исследования в области теоретической физики, а также междисциплинарные исследования
	<i>Владеть</i> навыками комплексных и междисциплинарных научных исследований на стыке теоретической физики и других наук
УК-4: Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	<i>Знать</i> современные методы и технологии научной коммуникации
	<i>Уметь</i> использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
	<i>Владеть</i> навыками использования современных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5: Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<i>Знать</i> круг задач, которые необходимо решить для собственного профессионального и личностного развития
	<i>Уметь</i> выделять круг первоочередных проблем собственного профессионального и личностного развития, которые нужно решать для успешной научной деятельности, и планировать их решение
	<i>Владеть</i> навыками планирования совместного решения научных задач и задач собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<i>Знать</i> современные методы исследования, основные законы и терминологию современной теоретической физики
	<i>Уметь</i> анализировать тенденции в современной теоретической физике и определять перспективные направления научных исследований
	<i>Владеть</i> навыками применения законов теоретической физики к решению конкретных научных проблем с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;	<i>Знать</i> теорию воспитания личности в целях успешной педагогической деятельности в высших учебных заведениях; содержание базового предмета «Теоретическая физика» на уровне современных научных достижений в этой области
	<i>Уметь</i> использовать современные технологии преподавания базового предмета «Теоретическая физика»
	<i>Владеть</i> навыками осуществления преподавательской

	деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ПК-1: Способность свободного владения знаниями фундаментальных разделов теоретической физики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	<i>Знать</i> основные законы и терминологию современной теоретической физики
	<i>Уметь</i> анализировать тенденции в современной теоретической физике и определять перспективные направления научных исследований
	<i>Владеть</i> навыками применения законов теоретической физики к решению конкретных научных проблем;
ПК-2: Способность использовать новейшие методы и достижения теоретической физики в своей научно-исследовательской деятельности	<i>Знать</i> актуальные проблемы современной теоретической физики
	<i>Уметь</i> ставить перед собой конкретные задачи для решения поставленной научной проблемы в области теоретической физики и выбирать методы, необходимые для ее решения
	<i>Владеть</i> современными методами теоретической физики и современными информационными технологиями
ПК-3: Способность ясно излагать и передавать другим свои знания фундаментальных разделов теоретической физики	<i>Знать</i> фундаментальные разделы теоретической физики
	<i>Уметь</i> ясно излагать и передавать свои знания фундаментальных разделов теоретической физики
	<i>Иметь навык</i> чтения лекций, проведения практических занятий по фундаментальным разделам теоретической физики

2. Показатели оценивания ответов выпускника

Показатели оценивания ответов выпускника отражают:

- знание предметного содержания вопросов билета;
- научный и общий кругозор выпускника;
- умение связывать теоретические вопросы с практикой;
- умение объяснять факты науки с точки зрения ее новейших достижений;
- умение анализировать факты, обобщать их, делать выводы;
- степень овладения практическими навыками и умениями;
- степень самостоятельности в суждениях.

Шкала оценивания			
неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
аспирант демонстрирует незнание ответов на вопросы билетов. Наблюдаются грубые ошибки, отсутствие практического применения педагогических и исследовательских компетенций по профилю подготовки аспиранта. Ответы не демонстрируют научный и общий кругозор. Отсутствует анализ фактов с точки зрения новейших достижений науки. Самостоятельность в суждениях недостаточна.	ответ отличается неполнотой освещения вопросов билетов. Не все положения раскрыты полностью. Имеются пробелы в знании предмета. Наблюдается слабая практическая применимость педагогических и исследовательских компетенций по профилю подготовки аспиранта. Ответы демонстрируют слабый научный и общий кругозор. Фрагментарный анализ фактов с точки зрения новейших достижений науки. Самостоятельность в суждениях недостаточна.	ответ отличается незначительной неполнотой и меньшей глубиной освещения вопросов билетов. Аспирант демонстрирует достаточные знания, но испытывает незначительные проблемы в применении педагогических и исследовательских компетенций по профилю подготовки. Ответы демонстрируют научный и общий кругозор. Показан анализ фактов с точки зрения новейших достижений науки. Самостоятельность в суждениях удовлетворительна.	ответ отличается полнотой и глубиной освещения вопросов билетов. Аспирант демонстрирует способность применять педагогические и исследовательские компетенции по профилю подготовки. Ответы демонстрируют научный и общий кругозор. Аспирант приводит анализ фактов с точки зрения новейших достижений науки, демонстрирует самостоятельность в суждениях.

**Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен
(обязательные дисциплины)**

1. Связи, обобщенные координаты. Вывод уравнений Лагранжа из принципа наименьшего действия.
2. Функция Гамильтона, фазовое пространство, фазовая траектория, уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона и интегралы движения.
3. Канонические преобразования. Теорема Лиувилля, Уравнение Гамильтона–Якоби.
4. Принцип относительности. Интервал между событиями. Классификация интервалов. Собственное время.
5. Преобразования Лоренца, замедление времени, сокращение длины, сложение скоростей.
6. Пространство Минковского, тензоры в пространстве Минковского.
7. Четырехмерная скорость, четырехмерное ускорение.
8. Действие и уравнение движения релятивистской частицы.
9. Энергия и импульс релятивистской частицы, четырехмерный импульс, момент импульса релятивистской частицы. Законы сохранения. Энергия связи и дефект масс.
10. Вектор-потенциал. Калибровочная инвариантность. Тензор напряженности поля. Первая пара уравнений Максвелла.
11. Действие для электромагнитного поля. Вектор тока, уравнение непрерывности.
12. Вторая пара уравнений Максвелла.
13. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.
14. Постоянное электрическое поле. Закон Кулона. Электрическое поле и энергия системы неподвижных зарядов.
15. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Теорема Лармора.
16. Электромагнитные волны. Плоская монохроматическая волна, энергия и импульс волны.
17. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы, их спектральное разложение. Потенциалы Лиенара-Вихерта.

18. Торможение излучением.
19. Многообразия. Кривые, касательный вектор. Тензорные поля.
20. Риманова метрика. Параллельный перенос, геодезические линии.
21. Ковариантные производные, связность, символы Кристоффеля.
22. Тензор кривизны и его свойства, плоские и искривленные пространства.
23. Расхождение геодезических.
24. Принципы эквивалентности и ковариантности. Описание гравитационного поля в релятивистской теории. Гравитация как искривление пространства-времени.
25. Действие для частицы в гравитационном поле, уравнения движения массивных и безмассовых частиц. Ньютоновский предел.
26. Уравнения электродинамики в искривленном пространстве-времени.
27. Лагранжиан материи в гравитационном поле, тензор энергии-импульса, локальные и глобальные законы сохранения.
28. Действие гравитационного поля. Вывод уравнений Эйнштейна из принципа наименьшего действия.
29. Калибровочная инвариантность уравнений Эйнштейна и калибровочные (координатные) условия.
30. Слабые гравитационные волны.
31. Решение Шварцшильда уравнений Эйнштейна. Черные дыры.
32. Траектория частиц и световых лучей в центрально-симметричном гравитационном поле, классические наблюдаемые эффекты общей теории относительности.
33. Крупномасштабная структура Вселенной, однородность и изотропность. Открытая, замкнутая и квазиевклидова модели Фридмана. Стандартная модель ранней Вселенной.
34. Пространство состояний, линейные операторы, задача на собственные значения.
35. Представления векторов и операторов.
36. Физические величины и эрмитовы операторы.
37. Состояния с определенными значениями физических величин. Одновременная измеримость. Соотношение неопределенностей для физических величин.
38. Квантовые скобки Пуассона, каноническое квантование.
39. Координатное представление, импульсное представление.
40. Основное уравнение квантовой динамики. Стационарные состояния.
41. Энергетический спектр одномерного квантового гармонического осциллятора.
42. Энергетический спектр электрона в атоме водорода
43. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности и уравнение фон Неймана.
44. Симметрия и квантовая механика. Вращения и внутренние степени свободы. Угловой момент и спин.
45. Основы теории рассеяния в поле центральной симметрии. Условие унитарности.
46. Релятивистские поля. Понятие релятивистского волнового уравнения. Уравнение Клейна-Гордона-Фока.
47. Релятивистское волновое уравнение для спинорного поля (уравнения Вейля и Дирака).
48. Система тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы.
49. Вторичное квантование.
50. Статистический ансамбль. Функция распределения.
51. Микроканоническое, каноническое и большое каноническое распределения Гиббса.
52. Статистический оператор.
53. Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли Гиббса.
54. Статистический интеграл и статистическая сумма.
55. Температура, давление, работа, количество теплоты.
56. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические потенциалы.

57. Обратимые и необратимые процессы. Теорема Нернста.
58. Системы с переменным числом частиц.
59. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана.
60. Распределение Бозе-Эйнштейна. Распределение Ферми-Дирака.
61. Уравнения состояния идеальных квантовых газов.
62. Вырожденный ферми-газ, теплоемкость вырожденного электронного газа.
63. Бозе-Эйнштейновская конденсация.
64. Фононный газ, статистика равновесного излучения.
65. Формула Ван-дер-Ваальса.
66. Фазовые переходы I и II рода.

Дополнительная программа (дисциплины по выбору)

1. Теория калибровочных полей

1. Группа Лоренца и группа $SL(2, C)$. Неприводимые представления группы Лоренца.
2. Алгебра Ли группы Пуанкаре. Операторы Казимира группы Пуанкаре.
3. Построение неприводимого унитарного представления группы Пуанкаре.
4. Массивные неприводимые представления группы Пуанкаре. Безмассовые представления группы Пуанкаре.
5. Релятивистские поля. Понятие релятивистского волнового уравнения. Релятивистское волновое уравнение для скалярного поля. Релятивистское волновое уравнение для спинорного поля (уравнения Вейля и Дирака). Релятивистское волновое уравнение для векторного поля (уравнения Максвелла и Прока).
6. Принцип действия в теории поля и уравнения движения. Глобальные симметрии классических полей. Теорема Нётер. Тензор энергии-импульса.
7. Модели теории скалярного поля. Лагранжиан скалярного поля. Модели векторного поля. Модели взаимодействующих скалярных, спинорных и электромагнитных полей.
8. Поля Янга-Миллса.
9. Принцип канонического квантования. Процедура канонического квантования в теории поля. Каноническое квантование свободного вещественного скалярного поля. Квантование свободного комплексного скалярного поля.
10. Квантование электромагнитного поля.
11. Квантование свободного спинорного поля.
12. Представление матричного элемента оператора эволюции функциональным интегралом.
13. Матрица рассеяния. Функции Грина.
14. Производящий функционал функций Грина. Пропагатор скалярного поля. Производящий функционал матрицы рассеяния.
15. Ряд теории возмущений для функций Грина и фейнмановские диаграммы. Фейнмановские диаграммы в импульсном представлении.
16. Связные функции Грина. Вершинные функции Грина.
17. Петлевое разложение.
18. Производящий функционал свободных функций Грина спинорного поля.
19. Производящий функционал свободных функций Грина электромагнитного поля.
20. Диаграммная техника в квантовой электродинамике.
21. Понятие о калибровочных теориях общего вида.
22. Калибровочная инвариантность и физические величины. Функциональный интеграл для калибровочных теорий.
23. Духи Фаддеева-Попова.
24. BRST-симметрия.

25. Фейнмановские диаграммы в теории поля Янга-Миллса.
26. Эффективное действие в калибровочных теориях и тождества Уорда.
27. Понятие о классическом вакууме. Спонтанное нарушение глобальной симметрии.
28. Свойства теории со спонтанным нарушением симметрии и теорема Голдстоуна.
29. Спонтанное нарушение симметрии в калибровочных теориях и механизм Хиггса. Спонтанное нарушение симметрии в электрослабой теории.
30. Расходимости фейнмановских диаграмм. Регуляризация фейнмановских диаграмм.
31. Вычитательная процедура и контрчлены: однопетлевые и двухпетлевые диаграммы.
32. Индекс расходимости. Перенормируемые и неперенормируемые теории. Условия нормировки.
33. Уравнения ренормализационной группы. Асимптотическая свобода.

2. Теория излучения заряженных частиц

1. Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Плоская монохроматическая волна.
2. Спектральное разложение.
3. Поляризация излучения. Параметры Стокса. Частично поляризованное излучение.
4. Плотность импульса и момента импульса электромагнитного поля.
5. Спектральное разложение, собственные колебания поля.
6. Запаздывающие потенциалы, их спектральное разложение.
7. Спектральное разложение излучения в ультрарелятивистском случае.
8. Потенциалы произвольно движущегося точечного заряда.
9. Электрическое и магнитное поле произвольно движущегося точечного заряда.
10. Поле системы зарядов на далеких расстояниях.
11. Дипольное и квадрупольное излучение.
12. Разложение электромагнитного поля ограниченных источников по мультиполям. Сферические гармоники.
13. Излучение заряженных частиц на малых частотах.
14. Поле излучения на близких расстояниях.
15. Особенности излучения быстро движущегося заряда.
16. Излучения гармонического осциллятора.
17. Излучение заряда при периодическом движении с дрейфом. Интенсивность и мощность излучения.
18. Электромагнитное поле равноускоренного заряда. Проблема излучения.
19. Синхротронное излучение. Спектрально-угловое распределение.
20. Угловое распределение и поляризация синхротронного излучения.
21. Синхротронное излучение ультрарелятивистских частиц. Особенности углового распределения.
22. Рассеяние волн зарядами. Рассеяние свободными зарядами.
23. Рассеяние волн с малыми и большими частотами.

3. Математические методы в общей теории относительности

1. Функция Лагранжа материи в гравитационном поле, локальные и глобальные законы сохранения.
2. Действие гравитационного поля. Вывод уравнений гравитационного поля. Космологическая постоянная.
3. Гамильтонова формулировка уравнений Эйнштейна.
4. Спиноры в пространстве-времени Минковского.
5. Скалярные и спинорные поля в гравитационном поле.
6. Тетрадный формализм.
7. Классификация Бианки.

8. Формулировка начальных данных.
9. Однородные космологические модели.
10. Асимптотически плоские пространства.
11. Конформная бесконечность.
12. Классификация Петрова.
13. Привилегированная система координат.
14. Формализм Ньюмена-Пенроуза.
15. Изотропные Штеккелевы пространства.
16. Неизотропные Штеккелевы пространства.
17. Отображения многообразий.
18. Производные Ли.
19. Векторные поля Киллинга.
20. Метод полного разделения переменных.

4. Квантовая электродинамика твердых кристаллических тел

1. Физические основы метода эквивалентных фотонов.
2. Метод эквивалентных фотонов: вычисления сечения тормозного излучения электронов в поле атома.
3. Применение метод эквивалентных фотонов для вычисления рождение электрон – позитронных пар заряженными частицами в поле атома.
4. Сечение рождение электрон – позитронных пар фотонами в поле атома.
5. Электростатический потенциал кристаллографической решетки.
6. Применение метод эквивалентных фотонов для вычисления сечений процессов в кристаллах
7. Физические причины возникновения когерентных эффектов в кристаллах.
8. Возникновение некогерентной части в сечении процесса, как следствие тепловых колебаний атомов кристалла.
9. Нахождение спектра эквивалентных фотонов оси кристалла.
10. Когерентное тормозное излучение релятивистских электронов в кристалле.
11. Когерентное фоторождение электрон – позитронных пар в кристалле.
12. Когерентное электророждение электрон – позитронных пар в кристалле.
13. Сечение образования атома позитрония фотоном в поле атома.
14. Когерентное образование атома позитрония фотоном в кристалле.
15. Когерентное образование атома позитрония электроном в кристалле.
16. Образование электрон – позитронных пар релятивистскими ядрами в поле атома с захватом электрона в связанное состояние с ядром мишенью.
17. Когерентное рождение электрон – позитронных пар релятивистскими ядрами в кристаллах с захватом электрона в связанное состояние с ядром мишенью
18. Каналирование заряженных частиц в кристаллах.
19. Приближенное уравнение движения каналированных частиц в кристаллах.
20. Плоскостное каналирование электронов.
21. Осевое каналирование заряженных частиц.
22. Решение уравнения Дирака для плоскостного каналирования.

Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

Самостоятельная работа аспирантов при подготовке к Государственному экзамену должна быть направлена на систематизацию знаний, полученных аспирантом в течение всего периода обучения. Для качественной самостоятельной работы необходимо составлять конспекты, использовать метод интеллект-карт или другие методики для систематизации материала.

Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену

Основная литература:

1. Ландау, Л. Д., Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 1 : Механика. - 5-е изд., стер. - 2007. - 222 с.
2. Ландау, Л. Д., Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 2 : Теория поля. - 8-е изд., стер. - 2006. - 533 с.
3. Ландау, Л. Д., Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 3 : Квантовая механика. - 5-е изд., стер. - 2002. - 803 с.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 5, ч.1 : Статистическая физика. - 5-е изд., стер. - 613, [3] с.
5. Бухбиндер, И. Л. Модели теории поля : учебное пособие / И. Л. Бухбиндер ; Томский государственный педагогический университет (ТГПУ). - Томск : Изд-во ТГПУ, 2012. - 78, [1] с.
6. Бухбиндер И. Л. Релятивистская симметрия : учебное пособие / И. Л. Бухбиндер ; Томский государственный педагогический университет (ТГПУ). - Томск : Изд-во ТГПУ, 2012. – 96 с. - URL: <http://fulltext.tspu.edu.ru/LA/m2012-08.pdf>.
7. Ландау, Л. Д., Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 8 : Электродинамика сплошных сред. - 4-е изд., стер. - 2003. - 651 с.
8. Давыдов, А. С. Квантовая механика : учебное пособие для вузов / А. С. Давыдов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. - 703 с.

Дополнительная литература:

1. Медведев, Б. В. Начала теоретической физики. Механика. Теория поля. Элементы квантовой механики : учебное пособие / Б. В. Медведев. Москва : Наука, 1977. - 496 с.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 10 : Физическая кинетика / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский. - 2-е изд., испр. - 2007. - 535 с.
3. Рубаков, В. А. Классические калибровочные поля. Бозонные теории : Бозонные поля / В. А. Рубаков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : КомКнига, 2005. - 294 с.
4. Бухбиндер, И. Л. Элементы суперсимметричной теории поля : учебное пособие : на английском языке / И. Л. Бухбиндер ; Томский государственный педагогический университет (ТГПУ). - Томск : Изд-во ТГПУ, 2010. - 106, [1] с.
5. Васильев, А. Н. Классическая электродинамика : краткий курс лекций : учебное пособие для вузов / А. Н. Васильев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. - 276, [12] с.

6. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика : учебное пособие / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Новосибирск : Изд-во НГУ, 2000. - 608 с.
7. Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике : учебное пособие для вузов / Ф. Р. Гантмахер ; под ред. Е. С. Пятницкого. - 3-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 262 с.
8. Дубровин, Б. А. Современная геометрия : методы и приложения : учебное пособие для вузов / Б. А. Дубровин, С. П. Новиков, А. Т. Фоменко. — Москва : Наука, 1979. - 759 с.
9. Рубаков, В. А. Классические калибровочные поля. Теории с фермионами. Некоммуникативные теории / В. А. Рубакова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : КомКнига, 2005. - 236 с.
10. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учебное пособие для вузов / А. И. Ансельм. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2007. - 426 с.
11. Блохинцев, Д. И.. Основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Д. И. Блохинцев. - 5-е изд., перераб. - Москва : Наука, 1976. - 664 с.
12. Швебер, С. Введение в релятивистскую квантовую теорию поля / С. Швебер ; пер. с англ. Б. Н. Валуева и др. ; под ред. Я. А. Смородинского.. — Москва : Иностранная литература, 1963. — 842 с.
13. Голдстейн, Г. Классическая механика / Г. Голдстейн ; пер. с англ. А. Н. Рубашова. — Москва : ГИТТЛ, 1957. — 408 с.
14. Ольховский, И. И. Курс теоретической механики для физиков : учебник для вузов / И. И. Ольховский. — Изд. 3-е, доп. и перераб. - Москва : Изд-во МГУ, 1978. — 574 с.
15. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике : учебное пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин ; под ред. М. М. Бредова. - 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Наука, 1970. — 503 с.
16. Давыдов, А. С. Квантовая механика : учебное пособие для университетов / А. С. Давыдов. - 2-е изд., испр. и перераб. — Москва : Наука, 1973. — 703 с.
17. Коллинз, Дж. Перенормировка : введение в теорию перенормировок, ренормализационной группы и операторных разложений : монография / Д. Коллинз ; пер. с англ. В. А. Смирнова ; под ред. О. И. Завьялова. - Москва : Мир, 1988. - 446 с.
18. Buchbinder, I. L. Ideas and Methods of Supersymmetry and Supergravity Or a Walk Through Superspace / I. L. Buchbinder, S. M. Kuzenko ; Tomsk State Pedagogical University (TSPU). - Revised Edition. - Bristol and Philadelphia : Institute of Physics Publishing, 1998. - 656 p.
19. Синхротронное излучение в исследовании твердых тел : сборник статей / пер. с англ. и нем. : О. Ф. Куликова, В. В. Михайлина ; под ред. А. А. Соколова. - Москва : Мир, 1970. - 291 с.
20. Теория излучения релятивистских частиц / под. ред. В. А. Бордовицына. - Москва : Физматлит, 2002. - 575 с.
21. Уолд, Р. М. Общая теория относительности / Р. М. Уолд ; пер. с англ. В. Р. Гаврилов [и др.] ; ред. пер. И. Л. Бухбиндер, С. В. Червон. - Москва : Изд-во РУДН, 2008. - 692, [1] с.
22. Математическая теория черных дыр : монография : в 2 частях / С. Чандрасекар ; пер. с англ. В. А. Березина ; под ред. Д. В. Гальцова. - Москва : Мир, 1986. - Ч. 1. - 276 с.
23. Петров, А. З. Новые методы в общей теории относительности / А. З. Петров. - Москва : Наука, 1966. — 495, [1] с.

Программа государственного экзамена составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Программа составлена:

доктором физико-математических наук, профессором, ведущим научным сотрудником научно-образовательного центра теоретической физики

 И.Л. Бухбиндер

Программа государственного экзамена утверждена на заседании научно-образовательного центра теоретической физики, протокол № 2 от 09.10.2024 г.


Директор центра

 В.Я. Эпп

Программа государственного экзамена одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета, протокол № 2 от 14.10.2024 г.

Председатель комиссии  Е.А. Фомина

Программа государственного экзамена одобрена ученым советом физико-математического факультета, протокол № 2 от 24.10.2024 г.

Председатель ученого совета факультета  Ю.К. Пенская

Согласовано:

Проректор по нормативному обеспечению уставной деятельности



О.А. Швабауэр

Проректор по образовательной деятельности



М.С. Садиева

Проректор по научной работе



Е.А. Полева

Директор научной библиотеки



Я.Ю. Остапенко