

03.04.01 Прикладные математика и физика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

Задачи дисциплины:

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;
- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразие интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического аппарата;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;
- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения,

умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;

- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

Владеть:

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке
- Методология научного и философского познания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания
- Наука, религия, философия
- Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе
- Наука и философия о природе сознания

Основная литература:

1. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 3. От Возрождения до Канта / С. А. Мальцева, Д. Антисери, Дж. Реале .— СПб. : Пневма, 2004, 2010 .— 880 с.
2. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале ; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003. — Т. 1-2: Античность и Средневековье. - 2003. - 688 с.
3. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 4 / Д. Антисери, Дж. Реале;пер.с итал.под ред.С.А.Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003, 2008 .— 880 с.
4. Западная философия от истоков до наших дней [Текст]:[в 4т.] / Д. Антисери, Дж. Реале;пер.с итал.С.А.Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2004 .— Т. 3: От Возрождения до Канта. - 2004. - 880 с.
5. Философия [Текст] : Хрестоматия / сост. П. С. Гуревич .— М. : Гардарики, 2002 .— 543 с.
6. Философия науки [Текст] : учебник для магистратуры / под ред. А. И. Липкина ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2015 .— 512 с

Магнитная симметрия

Цель дисциплины:

В курсе излагается макроскопическая теория спин-упорядоченных сред для студентов специализирующихся в экспериментальной физике низких температур. Предполагается знание основ квантовой механики в рамках стандартного университетского курса.

Задачи дисциплины:

Освоение макроскопического подхода к описанию магнитного упорядочения.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основы макроскопического подхода к описанию магнитных свойств.

Уметь:

производить вычисления спектров магнитных колебаний простейших магнитоупорядоченных систем.

Владеть:

методами классических лагранжевого и гамильтоновского формализма для описания динамических свойств магнитных структур.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Магнитная симметрия
- Спиновая динамика
- Магноны

Основная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика, ч.2. Москва, Наука, 1978, гл. V
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. Москва, Наука, 1982, гл. VI
4. А.Ф. Андреев, В.И. Марченко. Симметрия и макроскопическая динамика магнетиков. УФН 130, 39 (1980)

Методы ядерного магнитного резонанса

Цель дисциплины:

Систематически рассмотрены особенности явлений ЯМР в магнитоупорядоченных и парамагнитных веществах, металлах, жидкостях и твердых телах, а также освещено практическое применение методов ЯМР в химии, медицине и биологии. Курс предполагается вполне доступным студентам 5 курса ФОПФ МФТИ, как теоретикам, так и экспериментаторам, специализирующимся по физике твердого тела.

Задачи дисциплины:

Программа рассчитана на студентов старших курсов, специализирующихся в области физики конденсированного состояния, физики твердого тела, физики низких температур.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

методы анализа структуры конденсированных сред с помощью ядерного магнитного резонанса.

Уметь:

пользоваться описаниями структуры кристаллов.

Владеть:

методами классификации структуры кристаллов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основные положения теории. Основные методы ЯМР
- ЯМР в магнитных структурах.
- Ядерная магнитная релаксация. Многоимпульсная спектроскопия

Основная литература:

1. Е. А. Туров, М. П. Петров, ЯМР в ферро – и антиферромагнетиках, М.: Наука, 1969.
2. М. И. Куркин, Е. А. Туров, ЯМР на магнитоупорядоченных веществах и его применение, М.: Наука, 1990.

3. Сверхтонкое взаимодействие в твердых телах (под ред. А. Д. Фримана и Р. Б. Френкеля) М.: Мир, 1970.

Рентгеновская дифракция

Цель дисциплины:

Систематически рассмотрены явления, связанные с рассеянием рентгеновского излучения в газе, жидкости и твердом теле. В рамках курса рассмотрены современные источники синхротронного излучения, элементы рентгеновской оптики и практические применения методов рентгеновского рассеяния. Курс предполагается вполне доступным студентам 5 курса ФОПФ МФТИ, как теоретикам, так и экспериментаторам, специализирующимся по физике твердого тела.

Задачи дисциплины:

Программа рассчитана на обучение основам рентгеновского структурного анализа студентов старших курсов, специализирующихся в области физики конденсированного состояния, физики твердого тела, физики низких температур.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

методы рентгеновского анализа структуры конденсированных сред.

Уметь:

пользоваться описаниями структуры кристаллов.

Владеть:

методами классификации структуры кристаллов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Источники и детекторы рентгеновского излучения
- Дифракция в аморфных и кристаллических структурах.
- Дифракция в двумерных структурах и жидкостях

Основная литература:

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. Москва, Наука, 1982, гл. XVI
2. Ч. Киттель, Введение в физику твердого тела (2-е издание), Москва, Наука, 1978.
3. A. Guiner, X-ray Diffraction, In Crystals, Imperfect Crystals and Amorphous Bodies, New York, Dover Publications, 1994.
4. B.E.Warren, X-ray Diffraction, Dover Publications, Inc., New-York, 1996.

Семинар по новым методам физики конденсированных сред

Цель дисциплины:

Курс состоит из цикла семинарских занятий, посвященных изучению и реферированию современных работ в области физики квантовых жидкостей и кристаллов, экспериментальной методики получения и проведения экспериментов при сверхнизких температурах, электронных явлений в металлах, сверхпроводимости, низкотемпературного магнетизма. Целью занятий является ознакомление студентов, участвующих в научной работе лабораторий, с последними наиболее актуальными работами в области специализации, развитие навыков научных сообщений.

Задачи дисциплины:

Развитие навыков научных сообщений, непосредственная работа студента с научной литературой.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

тенденции развития экспериментальных методов современной физики конденсированного состояния.

Уметь:

ориентироваться в потоке научной литературы.

Владеть:

информацией о возможностях современных методов исследования конденсированных сред в

передовых лабораториях и на коммерческой аппаратуре.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Сверхпроводимость и мезоскопика
- Новые материалы
- Новые магнитные структуры. Новые методы исследования

Основная литература:

1. Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики
2. Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики.
3. Физика Низких температур
4. Успехи физических наук
5. Physical review
6. Physical Review Letters
7. Reviews of Modern Physics
8. Journal of Low temperature Physics
9. Nature

Семинар по физике низких температур

Цель дисциплины:

Курс состоит из цикла семинарских занятий, посвященных изучению и реферированию современных работ в области физики низких температур. Каждый из участвующих студентов должен изучить согласованный с руководителем цикл литературы и выступить с докладом.

Целью занятий является ознакомление студентов, участвующих в научной работе лабораторий, с последними наиболее актуальными работами в области специализации, развитие навыков самостоятельного изучения научной периодики и навыков выступления с научными сообщениями.

Задачи дисциплины:

Развитие навыков научных сообщений, работа с научной литературой и техническими описаниями.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

сообщения научной литературы о последних достижениях в области физики низких температур.

Уметь:

пользоваться литературой.

Владеть:

информацией о развитии методов низкотемпературных исследований.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Квантовые жидкости и кристаллы
- Новые методы
- Низкоразмерные и наноструктуры

Основная литература:

Периодические издания по физике и физике низких температур:

1. Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики
2. Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики.
3. Физика Низких температур
4. Успехи физических наук
5. Physical review
6. Physical Review Letters
7. Reviews of Modern Physics
8. Journal of Low temperature Physics
9. Nature

Современные проблемы естествознания и устойчивого развития.

Теоретическая физика

Цель дисциплины:

дать студентам, поступившим в магистратуру и не имеющим необходимой подготовки по курсам базовой и вариативной части Б.3 кода УЦ ООП блока «Теоретическая физика» знания, необходимые для описания различных физических явлений методами теоретической физики, методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории классической теории поля, квантовой механики и статистической физики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

Задачи дисциплины:

- изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методами релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.
- изучение математического аппарата нерелятивистской квантовой механики;
- изучение методов решения задач нерелятивистской квантовой механики;
- изучение методов решения задач, описывающих микроскопические (квантовые) системы;
- овладение студентами методами нерелятивистской квантовой механики одночастичных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;
- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;
- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.
- постулаты и принципы квантовой механики, методы описания квантовых систем, связь состояний и операторов с наблюдаемыми и измеряемыми величинами;
- основные свойства точно решаемых моделей квантовых систем;
- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений.

Уметь:

- пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.

- определять энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- определять средние значения (физические величины) квантовых систем, если известны их волновые функции;
- определять состояния и классифицировать энергетические спектры частицы в симметричных потенциалах, в частности, обладающих аксиальной и центральной симметрией;
- решать простые модельные задачи и применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей проникновения в одномерных потенциалах;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;

Владеть:

- основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами
- основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Принцип относительности и преобразования Лоренца. Четырехмерное псевдоевклидово пространство Минковского и математический аппарат теории относительности
- Движение свободной релятивистской частицы и релятивистская кинематика
- Классическая система зарядов в электромагнитном поле
- Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов
- Энергия системы зарядов в электромагнитном поле.
- Свободное электромагнитное поле. Излучение
- Математический аппарат квантовой механики, теория представлений
- Уравнение Шредингера и его свойства. Временная эволюция физической системы. Симметрии в квантовой механике и законы сохранения
- Момент импульса
- Задача двух тел. Движение в поле центрально-симметричного потенциала

- Квазиклассическое приближение
- Стационарная теория возмущений. Метод функции Грина. Теория рассеяния. Борновское приближение.
- Нестационарная теория возмущений. Представление взаимодействия

Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 2. Теория поля.— М.: Наука, 1988.
2. Белоусов Ю.М. Методы теоретической физики. Часть 1. – М.: МФТИ, 2010.
3. Белоусов Ю.М. Курс квантовой механики. Нерелятивистская теория. – М.: МФТИ, 2006.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 2002.
5. Белоусов Ю.М., Бурмистров С.Н., Тернов А.И. Задачи по теоретической физике. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012.
6. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. – М.: Наука, 1981.

Спектроскопия конденсированных сред

Цель дисциплины:

Курс рассчитан на изучение слушателями основных спектроскопических методов, применяемых в исследованиях в физике твёрдого тела (в основном при изучении магнитных явлений): нейтронной дифракции, мессбауэровской спектроскопии, магнитооптических методов и методов магнитного резонанса. Обсуждаются физические принципы этих методов, практические реализации экспериментальных установок для их применения и примеры полученных этими методами экспериментальных результатов.

Курс ориентирован на студентов 5 курса (1 год магистратуры) ФОПФ МФТИ.

Задачи дисциплины:

Ознакомление с различными спектроскопическими методами, применяемыми в физике конденсированного состояния.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные спектроскопические методы изучения конденсированных сред.

Уметь:

выбирать оптимальный спектроскопический метод.

Владеть:

методами анализа спектроскопических данных.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Магнитные возбуждения и спиновые волны. Рассеяние нейтронов.
- Рассеяние света, и различные виды магнитного резонанса.
- Спиновый гамильтониан и релаксация магнитных возбуждений.

Основная литература:

1. Ч.Киттель, «Введение в физику твёрдого тела», Москва «Наука», 1978
2. Ч.Киттель, «Квантовая теория твёрдых тел», Москва «Наука», 1967
3. С.А.Альтшулер, Б.М.Козырев «Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп», Москва «Наука, 1972
4. I.A. Zaliznyak and S.-H. Lee. "Magnetic Neutron Scattering." In Modern Techniques for Characterizing Magnetic Materials, edited by Y. Zhu (Springer, Heidelberg, 2005).

Физика низкоразмерных систем

Цель дисциплины:

Курс рассчитан на ознакомление слушателей с различными явлениями, возникающими в системах с пониженной пространственной размерностью.

Понижение пространственной размерности в некоторых случаях упрощает теоретический анализ задачи и даже делает возможным точное решение некоторых задач (например, решение двумерной модели Изинга), невозможное в обычном трёхмерном случае. Кроме того, в системах

с пониженной размерностью оказываются возможными новые явления, качественно отличающиеся от физических явлений в случае трёх измерений (например, квантовый эффект Холла). Наконец, сама задача достижения состояния с пониженной пространственной размерностью в исследуемой системе в некоторых случаях оказывается интересной с экспериментальной точки зрения и заслуживает рассмотрения в рамках подготовки студентов на кафедре физики низких температур (например, задача получения двумерного электронного газа).

Курс ориентирован на студентов 5 курса (1 год магистратуры) ФОПФ МФТИ.

Задачи дисциплины:

Ознакомление с теорией и экспериментами в области физики низкоразмерных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основные экспериментальные данные и теоретические подходы для описания низкоразмерных систем.

Уметь:

производить оценки термодинамических величин в различных низкоразмерных системах.

Владеть:

методами вычислений спектров элементарных возбуждений в низкоразмерных системах.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Модель Изинга в системах различной размерности
- Низкоразмерные электронные системы
- Низкоразмерные спиновые системы

Основная литература

1. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, «Теоретическая физика. Нерелятивистская квантовая механика. (т.3)»; Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, «Теоретическая физика. Статистическая физика. (т.5)»; Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский, «Теоретическая физика. Статистическая физика часть 2. (т.9)».

2. А.И.Смирнов, «Порядок и беспорядок в спиновых цепочках.», МФТИ 2003
3. L.J de Jong and A.R.Miedema, «Experiments on simple magnetic model systems» , Advances in Physics, 50, 247 (2001)
4. Н.-J.Mikeska, A.Kolezhuk, “One-dimensional magnetism” , Lect. Notes Phys 645, 1-83 (2004)
5. под ред. Р.Пренджа и С.Гирвина, «Квантовый эффект Холла», 1989.