

Краткая аннотация курса
«Магнетизм вокруг нас»

Н.С.Перов, Е.Е. Шалыгина, Т.Б. Шапаева, А.Б. Грановский, О.А. Котельникова,
С.В.Копцик

Цель изучения данного курса – ознакомить неспециализирующихся в физике и магнетизме студентов и аспирантов с базовыми понятиями физики магнитных явлений, дать представление о магнитных материалах и сферах их использования. Особое внимание уделяется обсуждению использования достижений физики магнитных явлений в смежных с физикой конденсированного состояния областях - биологии, медицине, химии, геофизике. Отдельная лекция посвящена обсуждению Нобелевских премий за достижения, связанные с физикой магнитных явлений.

В курсе проведена классификация современных магнитных материалов и даны примеры их использования, описаны основные методы их получения.

Предлагаемый курс в предельно концентрированном виде включает в себя большую часть принципиально важной информации об основных магнитных явлениях и способах их использования в науке и технике. Дается объяснение современных принципов магнитной записи информации и обсуждаются основные свойства магнитных наноматериалов для спинтроники. Важное место в курсе занимает изложение материала, посвященного основным магнитным методам диагностики, сертификации, контроля и экспериментальных исследований.

В курсе разъясняются как вопросы чисто научного (фундаментального) интереса к природе магнетизма и магнитного состояния материалов, так и некоторые аспекты практического применения этих материалов.

Курс будет полезен и интересен для широкого круга слушателей, интересующихся современными научными проблемами и вопросами их практического применения.

Целью курса заключается в расширении кругозора студентов в области магнитных материалов и физики магнитных явлений. В результате освоения дисциплины студент должен представлять фундаментальные механизмы формирования свойств магнитных материалов, особенности их поведения в различных условиях (при изменениях температуры, давления, магнитного поля и т.п.); владеть представлениями о современных методах физики магнитных явлений и возможностях их использования в различных областях знаний; знать основные понятия физики магнитных материалов, владеть соответствующей терминологией, представлять возможности практических применений магнитных материалов и магнитных методов исследования; уметь самостоятельно принимать решение о выборе различных магнитных материалов, необходимых для решения различных научно-исследовательских задач в различных областях с помощью методов физики магнитных явлений.

«Магнетизм вокруг нас» (межфакультетский курс, 30 часов)

Лекторы (Перов Николай Сергеевич (ответственный лектор), Шалыгина Елена Евгеньевна, Шапаева Татьяна Борисовна, Грановский Александр Борисович, Котельникова Ольга Анатольевна, Копчик Сергей Владимирович)

Введение. 2 часа. (Грановский А.Б., Перов Н.С.)

Магнетизм от древности до наших дней. Магнетизм и научно-технический прогресс.

Основные понятия физики магнитных явлений. История открытия магнитных эффектов. Современное представление о физике магнитных явлений.

Общие сведения о магнетизме. 8 часов. (Котельникова О.А.-4 часа, Шапаева Т.Б.-4 часа.)

Магнитное поле. Магнитная индукция. Сила Лоренца. Опыт Роуланда. Поведение различных веществ в магнитном поле. Диа-, пара- и ферромагнетики. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитный момент. Взаимодействие магнитного момента с магнитным полем. Молекулярные токи Ампера. Магнитные домены и доменные структуры. Магнитные параметры. Единицы измерений.

Атом Бора. Магнетон Бора. Понятие о квантовой частице. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношение де-Бройля. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Момент количества движения. Орбитальный магнитный момент. Спиновый магнитный момент. Магнитный момент атома. Магнитный момент атома в магнитном поле. Опыт Штерна и Герлаха.

Магнитооптика магнитоупорядоченных сред. 4 часа. (Шалыгина Е.Е.)

Физическая сущность магнитооптических эффектов и их классификация. Феноменологическая теория магнитооптических эффектов, в том числе в однослойных и многослойных тонкопленочных системах. Магнитооптическое исследование магнитных материалов с целью получения информации о зонной структуре, магнитных характеристиках, микромагнитных структурах, фазовых состояний ферромагнетиков.

Управление светом с помощью магнитного поля. Крылья бабочек и фотонные кристаллы. Фотонные кристаллы. Практическое применение магнитооптики (магнитооптический модулятор, монитор или видеопроектор на базе фотонных кристаллов).

Магнитные материалы и их применения. 6 часов. (Перов Н.С.-4 часа, Грановский А.Б.-2 часа)

Электричество и магнетизм. Электрические машины. Постоянные магниты. Магнитные датчики. Новые магнитные материалы. Мультиферроики. Магнитоэластомеры. Материалы с памятью формы. Материалы с магнитокалорическим эффектом.

Магнитные материалы и информационные технологии. 4 часа. (Шапаева Т.Б.-2 часа, Перов Н.С.-2 часа.)

Принципы работы вычислительной техники. Хранение информации. Магнитная запись информации. Материалы для спинтроники. Квантовые вычисления.

Магнетизм в биологии и медицине. 2 часа. (Грановский А.Б.)

Магнитные и электрические свойства некоторых естественных биологических материалов. Простейшая классификация биоконпонентов, одноклеточных и многоклеточных живых систем. Магнитотактические бактерии. Окислы железа и ионы железа в живых организмах. Магнитные свойства крови. Биологические эффекты электромагнитных полей. Магнитное поле в жизненных циклах организмов. Возможные механизмы воздействия слабых и сильных электромагнитных полей на биологические объекты. Структура и функции биомембран. Биомембрана в магнитном поле. ЯМР томография. Магнитная томография мозга с помощью микро СКВИДов.

Лауреаты Нобелевских премий в области магнетизма. 2 часа. (Перов Н.С.)

Хендрик Антон Лоренц и Питер Зеeman, Шарль Эдуард Гийом, Отто Штерн, Исидор Айзек Раби, Феликс Блох и Эдвард Миллс Парселл, Поликарп Куш, Луи Эжен Феликс Неель, Филип Уорен Андерсон, Невилл Франсис Мотт и Джон Ван Флек, Клаус фон

Клитцинг, Альбер Ферт и Петер Грюнберг, Дэйвид Таулесс, Данкан Холдейн и Джон Костерлиц.

Магнетизм в космосе. 2 часа. (Копчик С.В.)

Магнитные неустойчивости, структура галактики и значение магнитной стабилизации движения спиральных рукавов галактики для возникновения/поддержания жизни на Земле. Методы измерения удаленных магнитных полей. Кинематическое усиление магнитного поля. Понятие о гидродинамическом динамо. Магнитные неустойчивости и цикличность солнечной активности. Визуализация магнитного поля Солнца.

Заключение. Зачет. 2 часа.

Вопросы к зачету:

1. Основные магнитные эффекты.
2. Магнитные параметры. Единицы измерений.
3. Диа-, пара- и ферромагнетики. Примеры материалов.
4. Магнитное поле. Способы его создания и измерения.
5. Принципы работы электрических машин.
6. Магнитный момент атома. Его влияние на свойства вещества.
7. Магнитооптические эффекты и их применение.
8. Функциональные магнитные материалы. Примеры функциональных магнитных материалов. Способы их использования.
9. Магнитокалорический эффект. Примеры материалов, обладающих магнитокалорическим эффектом.
10. Магнитная запись информации. Способы хранения информации и способы считывания информации.
11. Биологические эффекты электромагнитных полей.
12. Механизмы ориентации живых организмов в магнитном поле Земли.
13. Магнитные свойства крови и других биологических тканей.
14. Магнитоэнцефалография и магнитокардиография.
15. ЯМР томография.
16. Магнитное поле Земли и его экологическая роль.
17. Экологическое значение магнитных неустойчивостей и магнитной стабилизации галактического масштаба.
18. Нобелевские премии за достижения в магнетизме.
18. Перспективные магнитные материалы

Список литературы.

Белов К.П., Бочкарев Н.Г., Магнетизм на Земле и в космосе, М., Наука, 1983 г.

Вонсовский С.В. Современное учение о магнетизме. М.:Гостехиздат,1952 г.

Вонсовский С.В., Магнетизм, М., Наука, 1984 г.

Зенгуил Э.. Физика поверхности. М.: Мир, 1990.

Каганов М.И., Цукерник В.М., Природа магнетизма. М., Наука, 1982 г.

Карцев В.П.. Магнит за три тысячелетия. М.: Энергоатомиздат, 1988.

Кринчик Г.С.. Физика магнитных явлений. М.: Изд. МГУ, 1985.

Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М.: Мир, 1983 г..

Тилли Д.Р., Тилли Дж.. Сверхтекучесть и сверхпроводимость, изд-во “Мир” , 1977 г.

Чечерников В.И.“Магнитные измерения”, Москва, “Наука”, 1968 г.