

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 06.04.2023 09:23:38
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный университет»**

ПРИНЯТО:

ученым советом
университета протокол № 8
от «29» марта 2023 г.

УТВЕЖДАЮ:


Врио ректора С.Н. Смирнов
«29» марта 2023 г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1.3.12 Физика магнитных явлений

Тверь, 2023

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену:

1. Общие понятия

Магнетизм. Магнитное поле. Магнитный момент. Векторы магнитной индукции, намагниченности, напряженности магнитного поля. Магнитный поток. Магнитный заряд. Магнитный диполь.

2. Магнитные структуры и типы магнетиков

Упорядоченные магнитные структуры. Магнитная структура. Магнитная подрешетка. Ферромагнитная структура. Антиферромагнитная структура. Ферримагнитная структура. Слабый ферромагнетизм. Спиральная магнитная структура. Магнитная нейтронография.

Неупорядоченные магнитные структуры. Спиновое стекло.

3. Магнитные взаимодействия

Обменное взаимодействие и его энергия. Косвенное обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Магнитное дипольное взаимодействие. Сверхтонкое взаимодействие.

4. Магнитная анизотропия

Энергия магнитной анизотропии. Константы магнитной анизотропии.

Эффективное магнитное поле анизотропии. Оси магнитной анизотропии. Плоскости легкого и трудного намагничивания. Магнитная анизотропии типа "легкая ось", "легкая плоскость", "легкий конус". Наведенная магнитная анизотропия.

5. Магнитоупругие явления

Магнитострикция. Магнитоупругая энергия. Магнитоупругие постоянные. Константы магнитострикции. Магнитоупругие волны. Магнитоупругое затухание.

6. Кинетические явления

Гальваномагнитные эффекты. Эффекты Холла. Магниторезистивные эффекты. Гальванотермомагнитные эффекты. Термомагнитные эффекты.

7. Домены и доменные границы

Магнитный домен. Доменная граница (Блоха, Нееля). Доменная структура. Полосовая и лабиринтная доменные структуры. Цилиндрический магнитный домен. Решетка ЦМД.

8. Процессы намагничивания, перемагничивания и размагничивания

Внешнее магнитное поле. Намагничивание. Гистерезис намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитное насыщение. Подвижность и эффективная масса доменной границы. Перемагничивание. Коэрцитивная сила. Петля магнитного гистерезиса. Магнитные восприимчивость и проницаемость. Размагничивание переменным полем, нагревом. Размагничивающее и внутреннее магнитное поле.

9. Магнитные фазовые переходы и критические явления

Фазовый переход. Переходы первого и второго рода. Диаграмма состояний. Критическая температура. Температура Кюри. Температура Нееля.

10. Спиновые волны

Ферромагнитный резонанс. Магнитостатические моды. Спиновые волны. Спинволновой резонанс.

11. Магнитооптика

Магнитооптические эффекты: эффект Фарадея, эффект Коттона-Мутона, Эффект Керра. Фотомагнитные эффекты. Гирромагнитная среда.

12. Характеристики магнитных материалов

Магнитно-мягкий материал. Магнитно-твердый материал. Магнитный материал с прямоугольной петлей гистерезиса. Сверхвысокочастотный магнитный материал.

Магнитный материал для постоянных магнитов. Магнитный материал для носителей записи. Материал с цилиндрическими магнитными доменами.

Магнитострикционный материал. Материал для термомагнитной записи информации. Текстурированный магнитный материал.

Магнитокалорический материал.

13. Магнитные материалы

Феррит-гранат. Феррит-шпинель. Ортоферрит. Гексаферрит. Пермаллой. Интерметаллические соединения 3d- и 4f-металлов.

14. Наноструктурные магнитные материалы

Влияние размерного фактора на магнитные характеристики. Модель Герцера. Многослойные магнитные структуры. Эффекты обменного смещения, гигантского магнитосопротивления, гигантского магнитоимпеданса.

15. Параметры магнитных материалов

Магнитные потери. Магнитные потери на гистерезис. Магнитные потери на вихревые токи. Магнитное сопротивление. Время и скорость перемагничивания. Коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса.

Направления исследований:

1. Изучение природы магнетизма редкоземельных соединений и влияния структурного состояния на их магнитные характеристики.
2. Анализ процессов перемагничивания и механизмов магнитного гистерезиса магнитных материалов; исследование условий формирования высококоэрцитивного состояния.
3. Экспериментальное изучение и микромагнитный анализ магнитной доменной структуры материалов с различными типами магнитокристаллической анизотропии в широком диапазоне магнитных полей и температур, в том числе в области спин-переориентационных фазовых переходов.
4. Изучение магнитотепловых, магнитострикционных, магнитоупругих и транспортных свойств интерметаллических соединений в области фазовых переходов.
5. Разработка теоретических моделей, объясняющих взаимосвязь магнитных свойств веществ с их электронной и атомной структурой,

природу их магнитного состояния, характер атомной и доменной магнитных структур, изменение магнитного состояния и магнитных свойств под влиянием различных внешних воздействий.

6. Моделирование свойств и физических явлений в материалах с различными механизмами магнитного гистерезиса.
7. Разработка новых физических принципов использования функциональных магнитных материалов с различными видами магнитного упорядочения и структурного состояния.

Рекомендуемая литература:

а) основная литература:

1. Боровик Е. С. Лекции по магнетизму / Е. С. Боровик, В. В. Еременко, А. С. Мильнер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 510 с. - [Электронный ресурс].
– Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75475>
2. Физические свойства материалов : учебное пособие / В. И. Грызунов, Т. И. Грызунова, О. А. Клецова и др. - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2015. - 248 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9765-2404-0 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461082>
3. Электричество и магнетизм: учебное пособие / Ш. А. Пиралишвили [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 160 с. — [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91880>
4. Пастушенков Ю.Г., Пастушенков А.Г. Постоянные магниты. Ч.1. Учебн. пособие. Тверь. 2015. 219 с.
5. Пастушенков Ю.Г. Магнитная доменная структура. Количественный анализ микромагнитных параметров. Тверь. 2007. 197 с.

б) дополнительная литература

- 6 Пацева Ю. В. Электромагнетизм : лекции по физике / Ю. В. Пацева. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 124 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4031-9 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=298188>
- 7 Музычка А. Ю. Механика и электромагнетизм: тексты лекций по общей физике : лекции / А. Ю. Музычка. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 280 с. : ил. - (Высшая школа). - ISBN 978-5-4458-9569-5 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256579>
- 8 Дубровский В. Г. Электричество и магнетизм: сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-7782-1600-6 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228733>

2) Программное обеспечение

- Adobe Reader XI
- Debut Video Capture
- 7-Zip
- iTALC
- Google Chrome
- и др.

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

(Доступ с компьютеров сети ТвГУ)

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
2. ЭБС «ЮРАИТ» www.biblio-online.ru;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/> ;
4. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>;
5. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>;
6. ЭБС BOOK.ru <https://www.book.ru/>
7. ЭБС ТвГУ <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы) https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp? ;
9. Репозиторий ТвГУ <http://eprints.tversu.ru>,
10. Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
11. Журналы American Institute of Physics (AIP) <http://aip.scitation.org/> ;
12. Журналы American Chemical Society (ACS) <https://www.acs.org/content/acs/en.html>;
13. Журналы American Physical Society (APS) <https://journals.aps.org/about>
14. Журналы издательства Taylor&Francis <http://tandfonline.com/> ;
15. Патентная база компании QUESTEL- ORBIT <https://www.orbit.com/> ;
16. БД Scopus <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
17. БД Web of Science http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F51xbbgjnjnOdTHHnpOs&preferencesSaved=
18. Электронная коллекция книг Оксфордского Российского фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tverstate/home.action>
19. Ресурсы издательства Springer Nature <http://link.springer.com/> ;
20. Архивы журналов издательства Oxford University Press <http://archive.neicon.ru/xmlui/> ,
21. Архивы журналов издательства Sage Publication <http://archive.neicon.ru/xmlui/> ,
22. Архивы журналов издательства The Institute of Physics <http://archive.neicon.ru/xmlui/>,
23. Архивы журналов издательства Nature <http://archive.neicon.ru/xmlui/>,
24. Архивы журналов издательства Annual Reviews <http://archive.neicon.ru/xmlui/> .
25. Polpred.com Обзор СМИ <http://www.polpred.com/>

26. СПС КонсультантПлюс (в сети ТвГУ);
27. ИПС «Законодательство России» <http://pravo.fso.gov.ru/ips.html>
28. Сводные каталоги фондов российских библиотек АРБИКОН, МАРС <http://arbicon.ru/>; КОРБИС <http://corbis.tverlib.ru/catalog/> , АС РСК по НТЛ http://library.gpntb.ru/cgi/irbis64r/62/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=RSK&P21, DBN=RSK&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=; ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru>
- 4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- 1) журнал «Физика твердого тела» <http://journals.ioffe.ru/journals/1>
 - 2) <http://physics.info/dielectrics/>
 - 3) свойства материалов <http://materials.springer.com/>