

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Кафедра прикладної фізики та наноматеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету

_____В.І. Горбенко

«____» _____ 2016р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

Напрямок підготовки: 6.105 прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність: 6.105 прикладна фізика та наноматеріали

Спеціалізація: авіаційне матеріалознавство

Факультет: фізичний

2016-2017 навчальний рік

Робоча програма «Фізика твердого тіла» для студентів за напрямом підготовки 6.105 «Прикладна фізика та наноматеріали», спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали». «___» _____, 2016 року – 9 с.

Розробник: Багрійчук Олександр Сергійович, доцент, канд. фіз.-мат. наук.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної фізики

Протокол № 1 від 30 серпня 2016 року .

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Міщенко В.Г.
(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2016 року

Схвалено науково-методичною радою фізичного факультету

Протокол від « » _____ 2016 року № ____

Голова _____ Тихонська Н.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість ECTS кредитів: 5,25 Українських: 3,5 | Галузь знань: 0402 – фізико-математичні науки Напрямок підготовки: 6.105 – прикладна фізика та наноматеріали | за вибором ВНЗ | |
| Модулів: 4 | Спеціальність: прикладна фізика та наноматеріали | Рік підготовки: | |
| Змістових модулів: 4 | | 3-й, 4-й | – |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання – реферат | | Семестр | |
| Загальна кількість годин: 189 | | 6-й, 7-й | – |
| | | Лекції | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 1,5 | Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр | 44 год. | – |
| | | Практичні, семінарські | |
| | | 48 год. | – |
| | | Лабораторні | |
| | | – | – |
| | | Самостійна робота | |
| | | 47 год. | – |
| | | Індивідуальні завдання: 50 год. | |
| | | Вид контролю: іспит | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 1

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу – засвоєння студентами фундаментальних фізичних закономірностей, які визначають властивості кристалічних і некристалічних твердих тіл і тонких плівок. Це дозволить майбутнім спеціалістам орієнтуватися та використовувати знання в різноманітних галузях техніки.

Основні завдання курсу:

- викласти класичні та квантові теорії електро- та теплопровідності конденсованих середовищ;
- розкрити зміст будови енергетичних зон твердих тіл;
- розглянути методи опису кристалічних структур;
- викласти основи теорії пружності кристалів;
- сформулювати уявлення про основи методи фізичних досліджень твердих тіл.

Знати: основні принципи фізики твердого тіла; дефекти твердих тіл, їх електро- і теплопровідність, резонансні явища; методи фізичних досліджень, зв'язки між окремими розділами науки і техніки; числові значення фізичних величин; основні фізичні моделі.

Вміти: проводити розрахунки електричних, магнітних, оптичних механічних та інших характеристик твердо тільних матеріалів; використовувати фізичні моделі для рішення практичних задач.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль I. Кристалічна структура твердих тіл.

Тема 1. Типи зв'язку у кристалах.

Тема 2. Опис структури кристалів.

Тема 3. Дефекти кристалічної будови.

Змістовий модуль II. Газ вільних електронів.

Тема 1. Теорія металів Друде.

Тема 2. Теорія металів Зомерфельда.

Тема 3. Енергетичні рівні електрона в періодичному потенціалі. Теорія Блоха.

Змістовий модуль III. Пружні властивості кристалів.

Тема 1. Закон Гука.

Тема 2. Фонони та коливання решітки.

Змістовий модуль IV. Теплові властивості діелектриків.

Тема 1. Теплоємність кристалічної решітки.

Тема 2. Анггармонійні взаємодії в кристалах.

4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|-----|-----|-----|------|--------------|--------------|-----|-----|-----|------|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | с/п | лаб | інд | с.р. | | л | с/п | лаб | інд | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Змістовий модуль 1. Кристалічна структура твердих тіл. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Типи зв'язку у кристалах. | | | | – | – | | – | – | – | – | – | – |
| Тема 2. Опис структури кристалів. | | | | – | – | | – | – | – | – | – | – |
| Тема 3. Дефекти кристалічної будови. | | | | | | | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 28 | 14 | 8 | – | – | 6 | – | – | – | – | – | – |
| Змістовий модуль 2. Газ вільних електронів. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Магнетизм електрона і електронної оболонки атома. | 4 | 2 | 2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Тема 2. Діамагнетизм. | 4 | 2 | | – | – | 2 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 3. Парамагнетизм. | 7 | 4 | 1 | – | – | 2 | | | | | | |
| Тема 4. Феромагнетизм. | 8 | 4 | 2 | – | – | 2 | | | | | | |
| Тема 5. Інші види | 11 | 6 | 2 | – | – | 3 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----|----|----|---|---|----|---|---|---|---|---|---|
| магнетизму. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 6. Магнітні матеріали. | 4 | 2 | 2 | – | – | – | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 2 | 38 | 20 | 8 | – | – | 9 | – | – | – | – | – | – |
| Усього годин | 66 | 34 | 17 | – | – | 15 | – | – | – | – | – | – |
| | | | | | | | | | | | | |
| ІНДЗ | 15 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Усього годин | 81 | 34 | 17 | – | – | 15 | – | – | – | – | – | – |

5. Теми лекційних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1. | Кристали інертних газів. Сили Ван-дер-Ваальса. | 2 |
| 2. | Іонні кристали. Енергія Маделунга. | 2 |
| 3. | Ковалентні та металічні кристали. | 2 |
| 4. | Кристалічна структура. | 2 |
| 5. | Обернена решітка. | 2 |
| 6. | Точкові дефекти кристалічної будови. | 2 |
| 7. | Дислокації. | 2 |
| 8. | Статична та високочастотна електропровідність металів в теорії Друде. Ефект Хола. | 2 |
| 9. | Теплопровідність металів. Ефекти Зеебека та Томпсона. | 2 |
| 10. | Розподіл Фермі-Дірака. Властивості електронного газу в основному стані. | 2 |
| 11. | Тепло- та електропровідність металів в теорії Зомерфельда. | 2 |
| 12. | Періодичний потенціал та теорема Блоха. | 2 |
| 13. | Поверхня Фермі. | 2 |
| 14. | Зонна структура твердих тіл. | 2 |
| 15. | Пружні деформації кристалів. Закон Гука. | 2 |
| 16. | Густина пружної енергії. Модулі пружності. | 2 |
| 17. | Пружні хвилі у кубічних кристалах. Експериментальне визначення пружних сталей. | 2 |
| 18. | Квантові коливання решітки. Взаємодія фононів з електромагнітним випромінюванням та нейтронами. | 2 |
| 19. | Пружні коливання в решітці з однакових атомів. | 2 |
| 20. | Пружні коливання в решітці з багатоатомним базисом. | 2 |
| 21. | Теплоємність кристалічної решітки в моделях Ейнштейна та Дебая. | 2 |
| 22. | Теплове розширення твердих тіл. Теплопровідність та тепловий опір решітки. | 2 |

6. Теми семінарських (практичних) занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1. | Магнітні поля, що створюються токами провідності. | 2 |
| 2. | Розрахунок топології магнітостатичних полів однорідно намагніченої прямокутної призми. | 2 |
| 3. | Магнітні властивості середовища в змінних магнітних полях. | 2 |
| 4. | Термодинаміка магнетиків. | 2 |
| 5. | Розрахунок ефективних магнітних моментів 3d та 4f металів. | 2 |
| 6. | Квантова теорія феромагнетизму. | 2 |
| 7. | Слабкий магнетизм. | 2 |
| 8. | Сучасні магнітні матеріали. | 2 |

7. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом.

8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1. | Векторний магнітний потенціал. | 2 |
| 2. | Магнітна післядія. Форми петель магнітного гістерезису. Доменна структура феромагнетиків. Гістерезис намагнічування. Ефект Баркгаузена. | 2 |
| 3. | Матеріали з гігантською магнітострикцією; їх практичне використання. | 2 |
| 4. | Діамагнетизм електронів провідності: діамагнетизм Ландау. | 2 |
| 5. | Магнітокалоричний ефект, адіабатичне розмагнічування парамагнетиків. Одержання наднизьких температур. | 2 |
| 6. | Крива Бете-Слейтера. Обмінна взаємодія. Модель феромагнетизма Френкеля-Гейзенберга. | 2 |
| 7. | Слабкий феромагнетизм. Спін-переорієнтаційний перехід. Спін-фліп, спін-флоп. Спінове скло. Метамагнетизм. Мікромагнетизм. Сперо-, асперомагнетизм. Геомагнетизм. Палеомагнетизм. Магнетизм Сонця. | 3 |
| | Разом | 15 |

9. Індивідуальні завдання

Захист попередньо підготовлених рефератів та розв'язування задач.

10. Методи навчання

Словесні – лекція, пояснення, розповідь;

практичні – індивідуальні завдання, реферати, самостійна робота.

11. Методи контролю

Усний контроль у вигляді індивідуального та фронтального опитування.

Письмовий контроль у вигляді модульних контрольних робіт, виконання індивідуальних завдань.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль знань | | | Екзамен | Сума |
|-------------------------|----------------------|------------------------|---------|------|
| Контрольний модуль 1 | Контрольний модуль 2 | Індивідуальне завдання | 40 | 100 |
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | 10 | | |
| 25 | 25 | | | |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| ЗА ШКАЛОЮ ECTS | За шкалою університету | За національною шкалою | |
|----------------|-------------------------|------------------------|------------|
| | | Екзамен | Залік |
| A | 90 – 100 (відмінно) | 5 (відмінно) | Зараховано |
| B | 85 – 89 (дуже добре) | 4 (добре) | |
| C | 75 – 84 (добре) | | |
| D | 70 – 74 (задовільно) | 3 (задовільно) | |
| E | 60 – 69 (достатньо) | | |

| | | | |
|----|---|------------------|---------------|
| FX | 35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання) | 2 (незадовільно) | Не зараховано |
| F | 1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом) | | |

13. Методичне забезпечення

1. Конспект опорних лекцій.
2. Варіант модульних контрольних робіт.
3. Індивідуальне завдання.
4. Перелік питань до контролю з кожного модуля і дисципліни в цілому.

14. Рекомендована література

Основна:

1. Вонсовский С.В. Магнетизм. М., Мир. – 1971. – 1032 с.
2. Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. М., МГУ. – 1985. – 336 с.
3. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. М., Мир. – 1987. – 420 с.
4. Вонсовский С.В., Шур Я.О. Ферромагнетизм. – М.-Л. ГИТТЛ. – 1948. – 816 с.
5. Mattis D.C. The theory of magnetism made simple: an introduction to physical concepts and to some useful mathematical methods. – World Scientific. – 2006. – 565 p.
6. Савельев И.В. Электричество и магнетизм. Курс общей физики. – М.: Астрель/АСТ. – 2004. – Т. 2. – 336 с.
7. Merrill R.T. Our Magnetic Earth: The Science of Geomagnetism. – University of Chicago Press, – 2010. – 272 p.
8. Кекало И.Б., Введенский В.Ю., Нуждин Г.А. Микрокристаллические магнитомягкие материалы. М.: МИСиС, 1999. – 166 с.

9. Кекало И.Б. Нанокристаллические магнито-мягкие материалы. М.: МИСиС 2000. – 226 с.

10. Стародубцев Ю.Н., Белозеров В.Я. Магнитные свойства аморфных и нанокристаллических сплавов. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета 2002. – 384 с.

Додаткова:

1. Барьяхтар В.Г., Иванов Б.А. Магнетизм - что это? – К.: Наукова думка. –1981. – 207 с.

2. Барьяхтар В.Г., Иванов Б.А. В мире магнитных доменов. – К.: Наукова думка. – 1986. – 159 с.

3. Преображенский А.А., Бишард Е.Г. Магнитные материалы и элементы. – М.: Высшая школа. – 1986. – 352 с.

4. Кандаурова Г.С., Оноприенко Л.Т. Основные вопросы теории магнитной доменной структуры. – Свердловск. – УРГУ. – 1977. – 122 с.

5. Чечерников В.И. Магнитные измерения. – 1969. – 388 с.

15. Інформаційні ресурси

1. www.femto.com.ua – Електронна енциклопедія фізики та техніки

2. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/tables/magprop.html#c2> – Таблиці магнітних властивостей.

3. www.omagnetizme.ru – Сайт про магнетизм.

4. www.magnet.fsu.edu – Сайт національної лабораторії магнетизму США

5. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/ – Фізична енциклопедія