



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Фізика низьких температур та нанотехнологій

Шифр та назва спеціальності

176 «Мікро- та наносистемна техніка»

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Мікроелектроніка енергоефективності та електронний захист

Кафедра

Фізика металів та напівпровідників (165)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Вибіркова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Сіпатов Олександр Юрійович

Oleksandr.Sipatov@khpri.edu.ua

Доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 40 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Вакуумна техніка та технології», «Неруйнівні методи контролю»,

«Напівпровідникові наноструктури», «Фізика поверхні твердих тіл», «Фізика і техніка низьких температур». Сфера наукових інтересів - напівпровідникові наноструктури.

Scopus,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004596183>

Ідентифікатор автора: 7004596183

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2693-2135>

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу викладаються основні відомості про фізику і техніку низьких температур. Розглядаються термодинамічні основи охолодження, явища і ефекти, що використовуються для отримання низьких температур, елементи низькотемпературної термометрії. Вивчаються холодильні цикли, методи очищення, скраплення, розділення і транспортування газів та фізичні властивості речовин при низьких температурах, в тому числі надпровідність. Знання є базовими для вирішення задач прикладної фізики для наукових досліджень та розробки нових наноматеріалів.

Курс призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних спеціальностей 10 та 17 галузей знань.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування фундаментальних знань з фізики і техніки низьких температур для наукових досліджень та розробки нових наноматеріалів і технологій прикладної фізики.

Формат занять

Лекційні, лабораторні та практичні заняття та консультації. Підсумковий контроль - залік.

Компетентності

ФК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення.

ФК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та наноелектронні системи різного призначення.

ФК8. Здатність розробляти та застосовувати технологічні рішення виробництва приладів сонячної енергетики.

ФК10. Здатність розробляти та застосовувати технологічні рішення виробництва елементів захисту електронного обладнання.

Результати навчання

ПРН3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення.

ПРН6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.

ПРН7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: лекції – 32 год, практичні заняття – 32 год., лабораторні заняття - 16 год., самостійна робота – 100 год

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

"Фізика", "Вакуумна техніка і технології", "Фізика та хімія фазових перетворень", "Фізика конденсованого стану"

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується обладнання кафедри,

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1 Термодинамічні основи охолодження.

Начала термодинаміки. Цикл Карно. Холодильний коефіцієнт. Рівняння стану реального газу. Ефект Джоуля-Томсона. Ізоентропійне розширення газу. Основні співвідношення термодинаміки сумішей, розчинів і адсорбції.

Тема 2. Холодильні цикли.

Мінімальна робота скраплення газів. Цикли, побудовані на випаровуванні рідини. Цикли, побудовані на використанні Джоуль-Томсонівського ефекту дроселювання. Цикли, побудовані на використанні ізоентропійного розширення і Джоуль-Томсонівського ефекту. Спеціальні методи охолодження.

Тема 3. Методи одержання температур, нижчих від 1 К.

Одержання низьких температур відкачуванням ^4He . Кріостати з ^3He . Рефрижератори розчинення. Метод адіабатичної кристалізації ^3He . Метод адіабатичного розмагнічування парамагнітної солі. Охолодження з допомогою адіабатичного ядерного розмагнічування.

Тема 4. Очищення, скраплення, розділення і транспортування газів.

Методи очищення газів. Скраплення газів. Розділення повітря. Одержання рідкісних газів. Збереження і транспортування скраплених газів.

Тема 5. Низькотемпературна термометрія.

Загальні положення термометрії. Фізичні основи температурних вимірювань. Термометри.

Тема 6. Фізичні властивості речовин при низьких температурах.

Теплоємність твердих тіл. Магнетизм твердих тіл в області кріогенних температур. Електро- і теплопровідність речовин.

Тема 7. Надпровідність.

Властивості надпровідного стану. Мікроскопічна теорія надпровідності. Надпровідники першого і другого роду. Ефекти Джозефсона. Високотемпературна надпровідність.

Тема 8. Проблема гелію.

Загальна характеристика гелію. Рідкий ^4He . Надтекучість. Рідкий ^3He . Фермі-рідина. Розчини квантових рідин ^3He - ^4He . Твердий гелій.

Тема 9. Нові квантові макроскопічні об'єкти і квантові явища.

Квантовий ефект Холла. Атомні конденсати й атомний лазер. На шляху до створення квантового комп'ютера.

Тема 10. Електронні властивості поверхні.

Основи теорії функціоналу густини. Модель желе. Поверхневі стани. Поверхнева провідність. Робота виходу. Емісія.

Тема 11. Кріогенні пристрої.

Кріостати для фізичних досліджень. Низькотемпературні бульбашкові камери. Водневі мішені. Кріогенні "петлі" для досліджень в ядерних реакторах. Кріогенні методи одержання глибокого вакууму.

Теми практичних занять

Тема 1. Цикл Карно.

Тема 2. Холодильний коефіцієнт.

Тема 3. Термометри.

Тема 4. Надпровідники першого і другого роду.

Тема 5. Високотемпературні надпровідники.

Тема 6. Квантовий ефект Холла.

Тема 7. Кріостати для фізичних досліджень.

Тема 8. Кріогенні методи одержання глибокого вакууму.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Дослідження ефективності циклу Карно.

Тема 2. Дослідження холодильного коефіцієнту.

Тема 3. Дослідження температурної залежності опору напівпровідників.

Тема 4. Дослідження кріостатів для фізичних досліджень.

Тема 5. Кріогенні методи одержання глибокого вакууму.

Самостійна робота

Реферат на вибрану тему.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. В.М. Різак, І.М. Різак, Е.Я. Рудавський. КРІОГЕННА ФІЗИКА І ТЕХНІКА. Київ, Видавництво "Наукова думка", Ужгород, Видавництво "Мистецька лінія"- 2006 р., с. 512.
2. Я. Довгий. Чарівне явище надпровідність. – Львів: Євросвіт, - 2000.
3. В.М. Локтев. Лекції з теорії надпровідності. – Київ: ІТФ НАН України. – 2011. – 276 с.

Додаткова література

1. Є.Ю. Переш, В.М. Різак, О.О. Семрад. Хімія твердого тіла. Ч. 1. – Ужгород: Закарпаття, 2000.
2. Є.Ю. Переш, В.М. Різак, О.О. Семрад. Хімія твердого тіла. Ч. II. – Ужгород: Закарпаття, 2002.
3. F. Pobell. Matter and Methods at Low Temperatures. – Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag. – 1992.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:
Контрольна робота – 20% балів;
Лабораторні роботи – 40% балів;
Залік – 40% балів.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

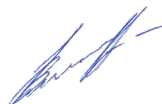
Силабус погоджено

24.06.2024



Завідувач кафедри
Сергій МАЛИХІН

24.06.2024



Гарант ОП
Роман ЗАЙЦЕВ