

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича

ЗАТВЕРДЖЕНО:

В.о. директора ІПМ НАН України

Чл.-кор. НАН України



Г.А.Баглюк

СХВАЛЕНО:

Вченою радою ІПМ НАН України

Протокол № 6 від 24 жовтня 2023 р.

**Силабус з навчальної дисципліни
«Основи фізики конденсованого стану речовини»,
складається в межах ОПН підготовки доктора філософії
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобувачів за спеціальністю
105 «Прикладна фізика та наноматеріали»**

1. Загальна характеристика курсу

Назва дисципліни	Основи фізики конденсованого стану речовини
Адреса викладання дисципліни	вул. Омеляна Пріцака (Кржижановського), 3, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, Київ, 03142, Україна
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Відділ спектроскопії поверхні новітніх матеріалів
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 «Природничі науки», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
Викладачі дисципліни	д.ф.-м.н., с.н.с., зав.від. О.Ю. Хижун д.ф.-м.н., ст. н. співр, зав.від. В.І. Іващенко
Контактна інформація викладачів	097 171 3001 – О.Ю. Хижун khyzhun@ukr.net В.І. Іващенко: тел. 050-1442687 e-mail: ivashchenko@icnanotox.org
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	В дні лекцій за попередньою домовленістю
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати слухачам знання, необхідні для проведення наукових досліджень в рамках виконання дисертаційної роботи. Курс охоплює основні аспекти узагальнення теоретичних основ і практичних навичок з електронної структури та особливостей хімічного зв'язку, які потрібні для успішного становлення науковця-хіміка, що працює у галузі створення новітніх високотехнологічних матеріалів.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Основи фізики конденсованого стану речовини” є дисципліною за вільним вибором аспірантів зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» для освітньої програми підготовки доктора філософії, яка викладається в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України в 4 семестрі в обсязі 2 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни “ Основи фізики конденсованого стану речовини” є формування фундаментальних знань для цілеспрямованого вивчення фізико-хімічних властивостей кристалічних та аморфних сполук, визначення типу кристалічної ґратки, наявності інверсійних осей симетрії, елементарних трансляції та комірки, класів симетрії і сингонії, основних типів ґраток Браве, їх характеристик, визначення ступеню іонності хімічних зв'язків, вивчення енергетичного розподілу валентних електронних станів у валентній смугі твердого тіла, основних властивостей і типів надпровідності, а також застосування експериментальних рентгеноспектральних методів до встановлення наявності певного хімічного елемента у досліджуваному зразку, ступеню іонності хімічних зв'язків.
Вимоги навчальної дисципліни	Курс є дисципліною за вільним вибором аспірантів. Обсяг курсу – 2 кредити ECTS (60 год), 28 год аудиторних занять, з них 24 год лекційних занять, 4 год практичних

	занять та 32 год самостійної роботи (очна форма навчання). Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкове відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.
Підсумкова форма контролю знань	Залік
Очікувані результати навчання	<i>Після завершення цього курсу студент буде:</i> - знати: підходи до створення новітніх матеріалів та пояснення особливостей їх електронної структури та хімічного зв'язку, володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі фізики і хімії та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей. - вміти: інтегрувати існуючі методики та методи одержання сучасних матеріалів та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень.
Ключові слова	<i>Фізико-хімічні властивості, електронна структура, хімічний зв'язок, властивості</i>
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань зі спеціальних дисциплін (глибинні знання зі спеціальності) та знань з дисциплін, що розвивають загальнонаукові компетентності, які вивчають на першому та другому році навчання в аспірантурі.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія
Необхідне обладнання	Мультимедійне обладнання

2. План викладання дисципліни

Тема, план	Кількість годин		
	усього	у тому числі	
		аудиторні	Само- стійна робота
Кристалічні та аморфні тіла. Будова кристалів. Трансляційна симетрія. Решітки Браве <i>Однорідність і анізотропність кристалів. Типи симетричних перетворень. Елементи симетрії кристалічних многогранників 1 і 2 роду. Площина симетрії. Осі симетрії. Інверсійні осі симетрії. Елементарна трансляція. Елементарна комірка. Точкові групи. Класи симетрії і сингонії. Основні типи ґраток Браве, їх характеристики та розподіл за сингоніями.</i>	12	4	8
Типи хімічного зв'язку у кристалах. Міжатомна взаємодія. <i>Ковалентний зв'язок. Ковалентний полярний і ковалентний неполярний зв'язки. Типові представники кристалів з ковалентним зв'язком. Йонний зв'язок. Металевий зв'язок. Водневий зв'язок. Обмінна енергія. Сили Ван-дер-Ваальса. Енергія зв'язку кристалів різного типу.</i>	8	4	4
Експериментальні методи дослідження електронної структури та	12	4	8

хімічного зв'язку (рентгенівська емісійна та фотоелектронна спектроскопія). <i>Електронна структура твердого тіла. Metали, напівпровідники, діелектрики. Природа виникнення рентгенівської емісії. Методи фокусування дифрагованих рентгенівських променів. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання. Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія (РФС). Методи збудження РФС-спектрів. Основні вимоги до РФС-спектрометрів. Визначення концентрації елемента у сполуці та особливостей хімічного зв'язку.</i>			
Надпровідність. Основні властивості та механізми надпровідності.. <i>Критична температура. Основні властивості надпровідників. Незатухаючі струми. Магнітні властивості надпровідників. Критичне поле. Мікроскопічна теорія надпровідності і ефект Мейснера. Надпровідне тунелювання. Ефект Джозефсона.</i>	8	4	4
Практичне застосування методу рентгенівської фотоелектронної спектроскопії (РФС) до вивчення хімічного складу, особливостей електронної структури та хімічного зв'язку твердого тіла. <i>Особливості роботи на фотоелектронному спектрометрі високовакуумної аналітичної системи UHV-Analysis System. Визначення наявності хімічних елементів у досліджуваних сполуках. Розшифрування РФС-спектрів внутрішніх та валентних електронів у досліджуваних зразках. Визначення ступеню іонності хімічних зв'язків. Методи калібрування енергетичної шкали спектрометра. Методики врахування поверхневої зарядки зразків при дослідженні РФС-спектрів.</i>	20	12	8

3. Контроль знань

В основі методів контролю знань використовуються поточне індивідуальне опитування та залік. Залік проводиться на другому році навчання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка ECTS	Сума балів за навчальну діяльність	Оцінка за національною шкалою
A	90–100	Відмінно
B	82–89	Добре
C	74–81	
D	64–73	Задовільно
E	60–63	Достатньо
F _x	35–59	Незадовільно з можливістю повторного складання
F	1–34	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу

4. Список базової літератури

L. Pauling. The nature of the chemical bond. Cornell University, 1960.

F. Wooten, Optical Properties of Solids, Academic Press, New York, 1972.

J. Tauc, Amorphous and Liquid Semiconductors, Plenum, New York, 1974.

N.W. Ashcroft, N.D. Mermin. Solid State Physics. Saunders College, Philadelphia, 1976.

O. Madelung. Introduction to Solid-State Theory, Springer Series in Solid-State Sciences, 2 1978th Edition.

Handbook of X-ray Photoelectron Spectroscopy (edited by C.D. Wagner, W.M. Riggs, L.E. Davis, J.F. Moulder, and G.E. Muilenberg), Perkin-Elmer Corporation, Minnesota, 1979.

A. Meisel, G. Leonhardt, R. Szargan, X-Ray Spectra and Chemical Binding, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 1989.

Practical Surface Analysis (the 2nd Edition): Vol. 1: Auger and X-Ray Photoelectron Spectroscopy (Edited by D. Briggs and P.M. Seach), John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1990.

Charles Kittel. Introduction to Solid State Physics. 7th ed. John Wiley & Sons, Inc. New York – London, 1996.

Electron Spectroscopy: Theory, Techniques and Applications: Vol. 1 (C.R. Brundle, A.D. Baker, Eds), Academic Press, London/New-York/San Francisco, 1997.

J. Kohanoff, N.I. Gidopoulos, Density Functional Theory: Basics, New Trends and Applications, In: Handbook of Molecular Physics and Quantum Chemistry (Ed. by S. Wilson) (Volume 2, Part 5, Chapter 26), John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2003, pp. 532-568

S. Hüfner, Photoelectron Spectroscopy: Principles and Applications, 3rd ed. (Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg), 2003.

S. Adachi, Earth-Abundant Materials for Solar Cells: $\text{Cu}_2\text{-II-IV-VI}_4$ Semiconductors, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, United Kingdom, 2015.

Jeroen A. van Bokhoven, Carlo Lamberti. X-Ray Absorption and X-Ray Emission Spectroscopy: Theory and Applications. Wiley, 2016.