

КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ
ПРОЦЕСІВ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

_____ Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

«__» _____ 2023 р.

Ф-КАТАЛОГ

**вибіркових навчальних дисциплін циклу професійної підготовки
освітньої програми
ФІЗИКА**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальність 104 Фізика та астрономія**

УХВАЛЕНО:

Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол №__ від «__» ____ 2023 р)

Вченою радою
фізико-математичного факультету
(протокол №_1_ від «11»_01_2023 р)

Київ 2023

Відповідно до розділу X статті 62 Закону України «Про вищу освіту» (№ 1556-VII від 01.07.2014 р.), Вибіркові дисципліни – дисципліни вільного вибору здобувачів для певного рівня вищої освіти, спрямовані на забезпечення загальних та спеціальних (фахових) компетенцій за спеціальністю. Обсяг вибіркового навчальних дисциплін становить не менше 25% від загальної кількості кредитів ЄКТС, передбачених для даного рівня освіти.

Вибіркові дисципліни із кафедрального Ф-Каталогу здобувачі обирають у відповідності до «Положення про порядок реалізації студентами фізико-математичного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського права на вільний вибір навчальних дисциплін».

Мінімальна кількість здобувачів в групі для вивчення вибіркової дисципліни кафедрального Ф-каталогу складає 5 осіб. Обмеження не поширюються на ті випадки, коли певну навчальну дисципліну кафедрального Ф-каталогу обрали всі здобувачі, які навчаються за відповідною освітньою програмою або порушення встановленого обмеження не призводить до перевищення максимального педагогічного навантаження науково-педагогічних працівників відповідної кафедри.

Каталог містить анотований перелік дисциплін, які пропонуються для обрання здобувачами третього (освітньо-наукового) рівня ВО згідно навчального плану на наступний навчальний рік.

Вибір дисциплін з Ф-каталогу аспірантами здійснюється на початку весняного семестру першого року навчання (обрані дисципліни вивчатимуться у наступному навчальному році).

Здійснення вибору здобувачами навчальних дисциплін зі сформованого Ф-Каталогу відбувається за графіком в інформаційній системі «my.kpi.ua» (контролюється кураторами груп з метою забезпечення участі всіх здобувачів у процедурі вибору дисциплін та коректності вибору).

Для цього необхідно зробити наступне:

- Зареєструватись на сайті <https://my.kpi.ua/>
- У меню «Профіль» => «Прив'язка даних» знайти своє прізвище, ввести свою дату народження і прив'язати (зберегти) дані. Ви отримаєте доступ до кабінету здобувача і до вибору дисциплін. Далі необхідно здійснити технічно вибір дисциплін.

У разі неможливості сформувати навчальну групу для вивчення певної дисципліни нормативної чисельності здобувачам надається можливість здійснити повторний вибір, приєднавшись до вже сформованих навчальних груп (друга хвиля вибіркової). Здобувач ВО, який знехтував своїм правом вибору, може бути записаний на вивчення навчальних дисциплін, обраних завідувачем випускової кафедри для оптимізації навчальних груп і потоків.

Не допускається зміна обраних дисциплін після початку навчального семестру, в якому вони викладаються.

ЗМІСТ

Дисципліни для вибору першокурсниками стор.
(з кожного блоку вибіркового дисциплін аспірант обирає одну дисципліну, всього повинен набрати 15 кредитів ЄКТС)

Вибіркова дисципліна В1.

Чисельні методи в квантовій механіці	4
Моделювання динаміки багаточастинкових систем	6

Вибіркова дисципліна В2.

Сучасні міжнародні дослідження з фізики твердого тіла.....	8
Сучасні міжнародні дослідження з теоретичної фізики	9
Сучасні міжнародні дослідження з фізики конденсованого стану	10

Вибіркова дисципліна В3.

Магнітооптика	11
Модуляційна поляриметрія	13
Поверхневий плазмонний резонанс	15
Фізичні процеси в неупорядкованих середовищах	17

Вибіркова дисципліна В4.

Спінтроніка і магнетроніка	19
Спін-орбітроніка	21
Антиферромагнітна спінтроніка	22

Дисципліни для вибору

Вибіркова дисципліна В1.

Дисципліна	Чисельні методи в квантовій механіці
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики та та моделювання фізичних процесів
Рівень вищої освіти	Рівень - третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 26 годин аудиторної роботи. 64 години самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання квантової механіки, електродинаміки, векторної алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь.
Що буде вивчатись	<p>- Нелінійне рівняння Шредингера. Методи знаходження рівнів енергії та власних хвильових функцій чисельними методами.</p> <p>- Розв'язок системи нелінійних рівнянь Шредингера на базі "дисипативних" ітераційних алгоритмів на прикладі розрахунку станів двохкомпонентної темної матерії.</p> <p>- Чисельні методи дослідження неадіабатичної динаміки багатоатомних молекул.</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	Мініатюризація електронних пристроїв дійшла до рівня, коли окремі їх елементи знизились у розмірі до розмірів молекул. Такі структурні одиниці загальної схеми в своїх робочих режимах вже підкоряються квантовій механіці, закони якої необхідно враховувати при розробці електронного пристрою. Проблема ускладнюється тим, що об'єкт досліджень є багаточастинковим, а відповідні рівняння нелінійними, які не піддаються аналітичному розв'язку. З іншого боку, саме на таких елементах базуються найбільш багатообіцяючі знахідки мікроелектроніки. В такій ситуації важливі, але на перший погляд «непідйомні», задачі можуть бути вирішені чисельними методами.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ● отримати знання про сучасні алгоритми вирішення проблем квантової механіки; ● оволодіти вмінням глибоко якісного аналізу чисельних даних - таке вміння є гостро необхідним в випадках, коли треба оптимізувати параметри квантової системи для прикладного її застосування;

	<ul style="list-style-type: none"> ● навчитися робити кількісні оцінки для параметрів фізичного процесу, що вивчається; ● отримати досвід самостійного написання комп'ютерних програм для розрахунку динаміки квантової системи та представлення отриманих результатів у вигляді графічних та відео-файлів;
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<p>Отримані теоретичні знання та практичні навички будуть корисні при виконанні фундаментальних та прикладних досліджень багатьох важливих неадіабатичних динамічних явищ, таких як</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ невідпромінювальна релаксація (фотоізомеризація); ✓ міжсистемне перетинання, транспорт заряду та енергії у багатьох технологічних додатках (наприклад, фотоелектрики, каталіз та накопичення енергії) ✓ процеси в природних системах (фотосинтетичні комплекси) <p>Крім того, кредитний модуль забезпечує опанування таких компетентностей у відповідності до СВО та ОПП із спеціальності 104 Фізика та астрономія третього рівня вищої освіти: ЗК01, СК04, з відповідними результатами навчання: РН02, РН03, РН07.</p>
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, презентації лекцій, пакет розділів англomовних підручників та наукових статей, пакети ліцензованих програм BrianQC, CADPAC
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Моделювання динаміки багаточастинкових систем
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики та моделювання фізичних процесів
Рівень вищої освіти	Рівень - третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 26 годин аудиторної роботи. 64 години самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання фізики твердого тіла, статистичної фізики та термодинаміки, диференціальних рівнянь
Що буде вивчатись	<p>- Процеси на границі розділу двох фаз, які відповідають за динаміку морфології квазі-одновимірних наносистем з кристалічною ґраткою.</p> <p>- Механізми формування окремих нанокластерів різної форми в дифузійному режимі їх синтезу.</p> <p>- Механізми самовпорядкування при синтезі періодично модульованих у просторі наноструктур.</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	Періодично модульовані у радіусі нанодропи металів та напівпровідників, наночастинки різної топології з одного і того ж матеріалу, впорядковані структури з наноголок та нанопірамід, нанокластери типу ядро-оболонка знайшли широке використання в мікроелектроніці, оптоелектроніці, сенсорних елементах різного типу, в медицині, хімічній промисловості. Синтез таких наноб'єктів з наперед заданими фізичними властивостями можна здійснити тільки після попереднього моделювання с подальшим вибором оптимальних параметрів процесу (методика численних експериментальних спроб при вирішенні проблем оптимізації є занадто коштовною). Але опис синтезу на базі диференціальних рівнянь часто неможливий внаслідок малих розмірів об'єкту, коли наближення суцільного середовища не працює. У цьому випадку проблема вирішується на основі розрахунку динаміки системи окремих взаємодіючих між собою атомів (тобто – на основі першопринципів)
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ● отримати знання про сучасні алгоритми вирішення проблем багаточастинкових систем методами Монте-Карло та молекулярної динаміки; ● оволодіти вмінням глибоко якісного аналізу чисельних даних, яке є надзвичайно необхідним у подальшому пошуку

	<p>оптимальних параметрів синтезу для досягнення бажаного кінцевого результату;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● навчитися робити кількісні оцінки для параметрів фізичного процесу, що вивчається; ● отримати досвід самостійного написання комп'ютерних програм для розрахунку динаміки нанокластерів та представлення отриманих результатів у вигляді графічних та відео-файлів; ● аналіз результатів моделювання на основі першопринципів значно поглиблює уявлення про процеси, що вивчаються, і розширює можливості дослідника в відкритті нових цікавих і корисних взаємозв'язків між фізичними факторами, які керують динамікою наносистеми.
<p>Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)</p>	<p>Отримані теоретичні знання та практичні навички будуть корисні при виконанні фундаментальних та прикладних досліджень таких як</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ синтез хвильоводів субмікрохвильового діапазону; ✓ розробка сенсорів на основі локального плазмового резонансу; ✓ розробка методів стабілізації термічної нестійкості нанодротів в мікросхемах; ✓ пошук оптимальних теплових режимів при створенні провідних доріжок між елементами мікросхем на основі спікання золотих наночастинок вкраплених у полімер; ✓ створення високоактивних хімічних каталізаторів на основі наноструктур з розвинуеною періодичною морфологією <p>Крім того, кредитний модуль забезпечує опанування таких компетентностей у відповідності до СВО та ОПП із спеціальності 104 Фізика та астрономія третього рівня вищої освіти: ЗК01, СК04, з відповідними результатами навчання: РН02, РН03, РН07.</p>
<p>Інформаційне забезпечення</p>	<p>Силабус дисципліни, презентації лекцій, пакет наукових статей з описом сучасних досягнень в наносинтезі, пакет програм (розробка КПІ)</p>
<p>Вид семестрового контролю</p>	<p>Залік</p>

Вибіркова дисципліна В2.

Дисципліна	Сучасні міжнародні дослідження з фізики твердого тіла
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 39 годин аудиторної роботи. 81 година самостійної роботи
Мова викладання	Українська / англійська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання загальної та теоретичної фізики, фізики твердого тіла, англійської мови
Що буде вивчатись	Висвітлення в світовій науковій літературі результатів новітніх наукових досліджень в таких галузях фізики як: <ul style="list-style-type: none"> – фізика твердого тіла; – фізика нанооб'єктів; – атомна та ядерна фізика; – магнетизм.
Чому це цікаво/треба вивчати	Робота сучасного фізика, який працює в галузі фізики твердого тіла, не обмежується рамками спілкування з вітчизняними колегами, а тому потребує знання англійської мови професійного спрямування в цій області. Крім того, більшість сучасних робіт в області фізики твердого тіла публікується в англійськомовних наукових виданнях, а це, в свою чергу, також вимагає відповідних навичок формулювання ідей, концепцій, наукових міркувань англійською мовою з використанням професійної лексики, зокрема, і в області фізики твердого тіла.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Орієнтуватися в англійськомовній науковій літературі з фізики твердого тіла; ✓ Складати тексти тез доповідей англійською; ✓ Готувати англійськомовні презентації з проблем фізики твердого тіла; ✓ Писати англійськомовні наукові статті з фізики твердого тіла.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення фізики твердого тіла англійською; ✓ Здатність застосовувати знання англійської для досліджень в області фізики твердого тіла; ✓ Здатність презентувати результати наукових досліджень з фізики твердого тіла англійською; ✓ Здатність працювати в міжнародному контексті; ✓ Здатність працювати автономно.
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, відкриті наукові інформаційні ресурси, статті в фахових журналах з фізики твердого тіла.
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Сучасні міжнародні дослідження з теоретичної фізики
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 39 годин аудиторної роботи. 81 година самостійної роботи
Мова викладання	Українська / англійська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання загальної та теоретичної фізики, фізики твердого тіла, англійської мови
Що буде вивчатись	Висвітлення в світовій науковій літературі результатів новітніх наукових досліджень в таких галузях фізики як: <ul style="list-style-type: none"> – теоретична фізика; – фізика наночасток; – астрофізика та астрономія; – фізика елементарних частинок; – фізика магнітних перетворень; – фазові переходи.
Чому це цікаво/треба вивчати	Робота сучасного вченого-фізика не обмежується рамками спілкування з вітчизняними колегами, а тому потребує знання англійської мови професійного спрямування в області фізики. Крім того, більшість сучасних робіт в області теоретичної фізики публікується в англійськомовних наукових виданнях, а це, в свою чергу, також вимагає відповідних навичок формулювання ідей, концепцій, наукових міркувань англійською мовою з використанням професійної лексики, зокрема, і в області теоретичної фізики.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Орієнтуватися в англійськомовній фізичній науковій літературі з теоретичної фізики; ✓ Складати тексти тез доповідей англійською; ✓ Готувати англійськомовні презентації з теоретичних проблем фізичних досліджень; ✓ Писати англійськомовні наукові статті з теоретичної фізики.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення теоретичної фізики англійською; ✓ Здатність застосовувати знання англійської для досліджень в області теоретичної фізики; ✓ Здатність презентувати результати наукових досліджень англійською; ✓ Здатність працювати в міжнародному контексті; ✓ Здатність працювати автономно.
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, відкриті наукові інформаційні ресурси, статті в фахових фізичних журналах.
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Сучасні міжнародні дослідження з фізики конденсованого стану
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 39 годин аудиторної роботи. 81 година самостійної роботи
Мова викладання	Українська / англійська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання загальної та теоретичної фізики, фізики твердого тіла, механіки суцільних середовищ, англійської мови
Що буде вивчатись	<p>Висвітлення в світовій науковій літературі результатів новітніх наукових досліджень в таких галузях фізики як:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фізика конденсованого стану; – фізика наносистем; – біофізика; – фізика магнітних явищ; – фізика колоїдних систем.
Чому це цікаво/треба вивчати	<p>Робота сучасного вченого-фізика не обмежується рамками спілкування з вітчизняними колегами, а тому потребує знання англійської мови професійного спрямування в області фізики. Крім того, більшість сучасних робіт в області фізики публікується в англійськомовних наукових виданнях, а це, в свою чергу, також вимагає відповідних навичок формулювання ідей, концепцій, наукових міркувань англійською мовою з використанням професійної лексики, зокрема, і в області фізики конденсованого стану.</p>
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Орієнтуватися в англійськомовній фізичній науковій літературі з фізики конденсованого стану; ✓ Складати тексти тез доповідей англійською; ✓ Готувати англійськомовні презентації з проблем фізичних досліджень в області фізики конденсованого стану; ✓ Писати англійськомовні наукові статті з фізики конденсованого стану.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення фізики англійською; ✓ Здатність застосовувати знання англійської для досліджень в області фізики конденсованого стану; ✓ Здатність презентувати результати наукових досліджень англійською; ✓ Здатність працювати в міжнародному контексті; ✓ Здатність працювати автономно.
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, відкриті наукові інформаційні ресурси, статті в фахових фізичних журналах.
Вид семестрового контролю	Залік

Вибіркова дисципліна ВЗ.

Дисципліна	Магнітооптика
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 26 годин аудиторної роботи. 64 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання хвильової оптики, електродинаміки, векторної алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь.
Що буде вивчатись	-Основи магнітооптики. Поширення електромагнітного випромінювання в однорідному магнітному середовищі. -Магнітооптичні матеріали. Магнітооптика магнітовпорядкованих середовищ. Експериментальне спостереження магнітооптичних ефектів. -Фізичні основи гібридно-керованих магнітооптичних модуляторів світла з використанням магнітомеханічного резонансу. -Основні принципи побудови поляризаційних приладів; -Матричні методів аналізу проходження поляризованого випромінювання крізь багаточарові структури.
Чому це цікаво/треба вивчати	Успіхи в дослідженні та технологіях магнітовпорядкованих систем і, зокрема, магнітооптичних кристалів стимулюють пошук нових елементів оптоелектроніки. Унікальні магнітооптичні та магнітопружні властивості МОК дозволяють по-новому підійти до вирішення багатьох завдань з розробки та дослідження гібридно-керованих елементів оптоелектроніки, в тому числі модуляторів оптичного випромінювання, датчиків фізичних величин, а також до постановки фізичних експериментів з магнітострикційних (МС) та п'єзомагнітних властивостей фері- та феромагнітних (ФМ) матеріалів. Техніка магнітооптичних досліджень дозволяє отримати параметри як у нанорозмірних об'єктах, так і в масивних зразках.
Чому можна навчитися (результати навчання)	✓ отримати навички самостійного дослідження магнітооптичних та магнітних властивостей і розуміння концепцій досліджень з використанням сучасних експериментальних поляриметричних методів; ✓ оволодіти сучасними методами побудови моделей розповсюдження оптичного випромінювання при магнітооптичних взаємодіях; ✓ застосовувати закони аналізу та моделювання складних фізичних процесів; ✓ проводити комп'ютерне моделювання, аналізувати та проводити співставлення з експериментальними даними;

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ провести оцінки точності оптичних методів дослідження. ✓ поглибити здатність самостійно добувати знання, використовуючи сучасні освітні та інформаційні технології.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення теорії Стокса-поляризації; ✓ Здатність проводити наукові та практичні дослідження явищ, пов'язаних із природою та штучною анізотропією діелектричних властивостей у твердих тілах, індукованою різноманітними внутрішніми та зовнішніми чинниками; ✓ Здатність описувати та досліджувати особливості амплітудно- та фазочастотних характеристик вектора Стокса на виході магнітооптичного модуляторів; ✓ Здатність моделювати зворотній магнітострікційний ефект в кристалах кубічної сингонії при різних видах деформацій та вивчення його впливу на поляризацію випромінювання в об'ємних магнітооптичних кристалах та плівках. <p>Крім того, кредитний модуль забезпечує опанування таких компетентностей у відповідності до СВО та ОПП із спеціальності 104 Фізика та астрономія третього рівня вищої освіти: ЗК01, СК04, з відповідними результатами навчання: РН02, РН03, РН07.</p>
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, навчальний посібник, презентації лекцій.
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Модуляційна поляриметрія
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 26 годин аудиторної роботи. 64 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання хвильової оптики, електродинаміки, векторної алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь.
Що буде вивчатись	<ul style="list-style-type: none"> - Фізико-технічні основи модуляційної Стокс-поляриметрії - Методи визначення комплексних діелектричної сприйнятливості, показника заломлення та дихроїзму у твердих тілах, напівпровідникових кристалах (германій, кремній, арсенід галію). - Методи дослідження механічних напружень та деформацій у непрозорих твердих тілах. - Дослідження явищ, пов'язаних з природою та штучною анізотропію діелектричних властивостей у твердих тілах індукованою різноманітними внутрішніми та зовнішніми чинниками. <p>Модуляційна поляриметрія амплітудно-фазових характеристик поверхневого плазмон-поляритонного резонансу.</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	Техніка модуляційної поляриметрії (МП) дозволяє отримати резонансні параметри як у нанорозмірних об'єктах так і в масивних зразках. А за ознаками фізичного диференціювання спектральних функцій, за коефіцієнтами поглинання та відбивання методика МП перевищує у інформативній здатності диференціальну спектроскопію. МП дозволяє досліджувати резонансні явища у вигляді амплітуди, що спостерігаються у взаємодії поляризованого випромінювання з електронними системами у нанорозмірних металевих, метало-діелектричних та композитних плівках, а також в макроскопічних зразках (наприклад у напівпровідникових кристалах та в склокераміці). Це в свою чергу дозволяє дізнатися про ряд цікавих ефектів, що мають місце в твердих тілах та навіть біологічних об'єктах.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Набути нові знання про можливості використання поляризованого випромінювання для виявлення та дослідження нових властивостей прозорих та непрозорих твердих тіл. ✓ Освоїти надзвичайно високу інформативність методика основаної на одночасному вимірюванні всіх компонентів вектора Стокса, які містять вичерпну інформацію про амплітуду і фазу поляризованого випромінювання. ✓ Знання властивостей електронної підсистеми;

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Умінню реєстрації та аналізу величини анізотропії діелектричних властивостей зі значним динамічним діапазоном (5-6 порядків). ✓ Уміння виконувати лабораторні дослідження властивостей твердих тіл.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення теорії модуляційної Стокс-поляриметрії; ✓ Здатність проводити наукові та практичні дослідження явищ, пов'язаних із природою та штучною анізотропією діелектричних властивостей у твердих тілах, індукованою різноманітними внутрішніми та зовнішніми чинниками; ✓ Здатність описувати та досліджувати нові особливості у кінетиці та динаміці термонапружень, індукованих радіаційними нагріванням та охолодженнями, у резонансних явищах нано- та макророзмірних об'єктах; ✓ Здатність описувати та досліджувати характеристики електронних процесів в напівпровідникових та чисельних некристалічних матеріалах. <p>Крім того, кредитний модуль забезпечує опанування таких компетентностей у відповідності до СВО та ОПП із спеціальності 104 Фізика та астрономія третього рівня вищої освіти: ЗК01, СК04, з відповідними результатами навчання: РН02, РН03, РН07.</p>
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, навчальний посібник, презентації лекцій.
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Поверхневий плазмонний резонанс
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 26 годин аудиторної роботи. 64 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання хвильової оптики, електродинаміки, векторної алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь.
Що буде вивчатись	<ul style="list-style-type: none"> - Фізико-технічні основи модуляційної Стокс-поляриметрії - Методи визначення комплексних діелектричної сприйнятливості, показника заломлення та дихроїзму у твердих тілах, напівпровідникових кристалах (германій, кремній, арсенід галію). - Методи дослідження механічних напружень та деформацій у непрозорих твердих тілах. - Дослідження явищ, пов'язаних з природою та штучною анізотропію діелектричних властивостей у твердих тілах індукованою різноманітними внутрішніми та зовнішніми чинниками. <p>Модуляційна поляриметрия амплітудно-фазових характеристик поверхневого плазмонного резонансу (ППР).</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	Поверхневий плазмонний резонанс - оптичний метод вивчення шарів органічних чи біоорганічних молекул нанесених на поверхню золота або іншого благородного металу, взятого у вигляді нано- плівки. Електрони на поверхні золотих частинок колективно осцилюють у відповідь на опромінення світлом з певною довжиною хвилі. При цьому в спектрі відбитого світла з'являються резонанси. ППР металевих наночастинок є дуже чутливим до показника заломлення оточуючого середовища. Можливість вимірювати оптичні ефекти зі зміною показника заломлення часто використовують для визначення наявності в розчинах хімічних, біохімічних речовин і мікрочастинок; їхню концентрацію; а також вивчати кінетику біохімічних взаємодій та її залежність від різних чинників, швидко ідентифікувати віруси, бактерії, токсини, генно-модифіковані організми. Методи модуляційної поляриметрії дозволяють значно підвищити чутливість методу ППР.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Набути нові знання про можливості використання поляризованого випромінювання для виявлення та дослідження нових властивостей прозорих та непрозорих тіл. ✓ Освоїти надзвичайно високу інформативність методики основаної на одночасному вимірюванні всіх компонентів вектора

	<p>Стокса, які містять вичерпну інформацію про амплітуду і фазу поляризованого випромінювання.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Умінню реєстрації та аналізу величини анізотропії діелектричних властивостей зі значним динамічним діапазоном (5-6 порядків). ✓ Уміння виконувати лабораторні дослідження властивостей ППР.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення теорії модуляційної Стокс-поляриметрії; ✓ Здатність описувати та досліджувати нові особливості у резонансних явищах нанорозмірних об'єктах; ✓ Здатність описувати та досліджувати характеристики амплітудно-фазових характеристик поверхневого плазмон-поляритонного резонансу; ✓ Здатність вимірювати оптичні ефекти зі зміною показника заломлення для визначення наявності в розчинах хімічних, біохімічних речовин і мікрочастинок; їхню концентрацію; а також вивчати кінетику біохімічних взаємодій та її залежність від різних чинників, швидко ідентифікувати віруси, бактерії, токсини, генно-модифіковані організми. <p>Крім того, кредитний модуль забезпечує опанування таких компетентностей у відповідності до СВО та ОПП із спеціальності 104 Фізика та астрономія третього рівня вищої освіти: ЗК01, СК04, з відповідними результатами навчання: РН02, РН03, РН07.</p>
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, навчальний посібник, презентації лекцій.
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Фізичні процеси в неупорядкованих середовищах
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 26 годин аудиторної роботи. 64 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання варіаційних методів, теорії фазових переходів, векторного диференціального й інтегрального числення, електродинаміки, математичного аналізу, диференціальних рівнянь.
Що буде вивчатись	-теорія перколяції; -ефективні провідність, діелектрична і магнітна проникності; -гальваноелектричні, термоелектричні, пружні властивості макроскопічно неупорядкованих середовищ, фліккер-шум і вищі струмові моменти; -генерація гармонік в композитах поблизу і на самому порозі протікання; -варіаційні оцінки ефективних кінетичних коефіцієнтів.
Чому це цікаво/треба вивчати	В даний час можливості чистих (однорідних, однофазних, гомогенних) матеріалів значною мірою вичерпані. Створюючи композити (неупорядковані середовища) вдається досягти комбінації властивостей, які не притаманні кожному з вихідних матеріалів окремо. В такий спосіб вдається значною мірою задовольняти запити техніки в нових матеріалах і пристроях. Велике місце в рішенні цієї задачі належить розробці, розрахунку і створенню макроскопічно неоднорідних середовищ, властивостями яких можна управляти в досить широких межах.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ отримати навички самостійного дослідження кінетичних явищ в макроскопічно неоднорідних середовищах ✓ володіти сучасними методами побудови моделей неупорядкованих середовищ; ✓ застосовувати закони аналізу та моделювання складних фізичних процесів; ✓ проводити комп'ютерне моделювання, аналізувати та проводити співставлення з експериментальними даними; ✓ проводити оцінки точності методів дослідження; ✓ поглибити здатність самостійно здобувати знання, використовуючи сучасні освітні та інформаційні технології.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність опанувати основні положення теорії перколяції і наближення середнього (самоузгодженого) поля; ✓ Здатність проводити наукові та практичні дослідження явищ, пов'язаних із природою та штучною анізотропією діелектричних властивостей у твердих тілах;

(компетентності)	<p>✓ Здатність описувати та визначати варіаційні оцінки ефективних кінетичних коефіцієнтів;</p> <p>✓ Здатність описувати фізичні процеси в стахостично і детерміновано випадкових структурах вивчення його впливу на поляризацію.</p> <p>Крім того, кредитний модуль забезпечує опанування таких компетентностей у відповідності до СВО та ОПП із спеціальності 104 Фізика та астрономія третього рівня вищої освіти: ЗК01, СК04, з відповідними результатами навчання: РН02, РН03, РН07.</p>
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, навчальний посібник, презентації лекцій.
Вид семестрового контролю	Залік

Вибіркова дисципліна В4.

Дисципліна	Спінтроніка і магنونіка
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики та моделювання фізичних процесів
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 4 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 54 годин аудиторної роботи. 96 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання загальної фізики, квантової механіки, електродинаміки, математичного аналізу, фізики магнітних явищ, основ квантової теорії поля
Що буде вивчатись	Теоретичні основи та практичні застосування магنونіки та спінтроніки.
Чому це цікаво/треба вивчати	Одне з найцікавіших завдань, які вирішує сучасна електроніка – це створення дуже швидких пристроїв без високих втрат енергії у вигляді тепла. Вважається, що в перспективі нас чекають пристрої без хімічних реакцій, які переводять електрику в енергію постійного магнітного поля і також здійснюють зворотне перетворення, магніторезистивна пам'ять з нульовим енергоспоживанням і довготривалим ресурсом, більш досконалі, ніж зараз, магнітні головки запису в жорстких дисках, а також оптичні пристрої нанометрових масштабів. Ключем до інновацій подібного типу є управління спинами частинок в функціональних матеріалах. Перемикаючи напрямки спінів та спінових магнітних моментів, можна змінювати магнітні властивості речовини. А головне – здійснюється перемикавання спінів дуже просто, швидко і майже без втрат енергії. З ідеї керування спинами для запису і передачі інформації народилися два проривних напрямки в електроніці – спінтроніка (в ній використовується заміна електричного струму електронів в металах на спіновий струм) і магنونіка (вивчає спінові хвилі). На принципах спінтроніки або магنونіки будуть засновані всі перераховані вище пристрої. Функціональні матеріали для цих областей в останні роки викликають високий інтерес – приблизно кожні п'ять років кількість присвячених їм публікацій подвоюється.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ аналізувати наукову, навчальну та навчально-методичну літературу зі спінтроніки і магنونіки, використовувати її в навчальному процесі; ✓ складати математичні моделі задач зі спінтроніки і магنونіки; ✓ визначати оптимальну методіку розв'язання задач зі спінтроніки і магنونіки;

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ аналізувати та інтерпретувати отримані результати розв'язання задач;
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ системні: Здатність орієнтуватися в сучасній науковій літературі з спітроніки і магنونіки; Здатність розв'язувати наукові задачі, включаючи власні дослідження з спітроніки і магنونіки; ✓ інструментальні: Здатність використовувати сучасні експериментальні методи дослідження спінових хвиль, Здатність використовувати сучасне спеціалізоване програмне для розрахунку розповсюдження спінових хвиль; Здатність використовувати сучасні теоретичні методи для задач спітроніки і магنونіки; ✓ соціально-особистісні: Здатність використовувати адекватні методи ефективної взаємодії з представниками різних груп (соціальних, культурних і професійних); ✓ професійні: Здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі спітроніки і магنونіки з використанням сучасних теорій, методів та інформаційних технологій; Здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в галузі спітроніки і магنونіки для вирішення наукових і практичних проблем; Здатність на сучасному рівні проводити теоретичні й експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання в галузях спітроніки і магنونіки; Здатність застосовувати новітні педагогічні, у тому числі інформаційні, технології у навчальному процесі.
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник, презентації лекцій.
Вид семестрового контролю	Залік

Дисципліна	Спін-орбітроніка
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики та моделювання фізичних процесів
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 4 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 54 годин аудиторної роботи. 96 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання загальної фізики, квантової механіки, електродинаміки, математичного аналізу, фізики магнітних явищ, основ квантової теорії поля
Що буде вивчатись	Буде вивчатись використання спін-орбітальної взаємодії для створення нових типів топологічних магнітних об'єктів, таких як магнітні скірміони або доменні стінки Дзялошинського-Морія. Також будуть вивчатись нові досягнення спін-орбітроніки, такі як зародження та динаміка індукованого струмом руху скірміонів у плівках або багаточарових нанорозмірних структурах, а також перетворення між струмом з переносу заряду і спіновим струмом за допомогою спін-орбітальної взаємодії (спін-хол ефект).
Чому це цікаво/треба вивчати	Класичні спітронні пристрої використовують обмінну взаємодію між провідними електронними спінами та локальними спінами в магнітних матеріалах для створення спін-поляризованих струмів або для маніпулювання напрямком намагніченості наномагнітів шляхом переносу спіну спін-поляризованими струмами. Новий напрямок спітроніки – спін-орбітроніка використовує спін-орбітальну взаємодію у немагнітних матеріалах замість обмінної взаємодії в магнітних матеріалах для генерування, виявлення або використання спін-поляризованих струмів. Це відкриває шлях до спінових пристроїв, виготовлених лише з немагнітних матеріалів і працюючих без магнітних полів.
Чому можна навчитися (результати навчання)	аналізувати наукову, навчальну та навчально-методичну літературу з спін-орбітроніки, використовувати її в навчальному процесі; складати математичні моделі задач з спін-орбітроніки; визначати оптимальну методику розв'язання задач з спін-орбітроніки; аналізувати та інтерпретувати отримані результати розв'язання задач; знаходити зв'язки та робити граничні переходи від отриманих результатів до відомих даних, отриманих з більш простих моделей;
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	Здатність застосовувати апарат наномагнетизму для свідомого використання фізичних моделей, інформаційних комп'ютерних технологій та експериментальних методів для наукових досліджень при розробці систем зберігання інформації;

(компетентності)	
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник, презентації лекцій.
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	Антиферомагнітна спітроніка
Кафедра, яка забезпечує викладання	Загальної фізики та моделювання фізичних процесів
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Курс, семестр	2 курс, 4 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	4 кредити. 54 годин аудиторної роботи. 96 годин самостійної роботи
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Знання загальної фізики, квантової механіки, електродинаміки, математичного аналізу, фізики магнітних явищ, основ квантової теорії поля
Що буде вивчатись	Будуть вивчатися найвизначніші спітронні ефекти на основі теоретичного та експериментального аналізу магнітних властивостей антиферомагнітних матеріалів. Будуть вивчатися як ефекти, пов'язані з переносом спіну, такі як обертальний момент із при переносі спіну, довжина проникнення спіна, рух доменної стінки та динаміка "намагнічування", так і явища, пов'язані зі спін-орбітою, такі як (тунельний) анізотропний магнітоопір, спін-хол та зворотні спінові гальванічні ефекти. Також будуть вивчатися ефекти, пов'язані зі спіною калоритронікою, такі як спіновий ефект Зеєбека, ефекти пов'язані з транспортом магнонів в антиферомагнетиках, ефекти розповсюдження спінових хвиль в антиферомагнетиках.
Чому це цікаво/треба вивчати	Антиферомагнітні матеріали можуть представляти майбутнє спітронних застосувань завдяки численним цікавим властивостям, які вони поєднують: вони стійкі проти збурень, спричинених магнітними полями, не створюють магнітостатичних полів розсіювання, демонструють надшвидку динаміку і здатні створювати значні магнітотранспортні ефекти. Протягом останнього десятиліття великі зусилля були спрямовані на розкриття властивостей спінового транспорту в антиферомагнітних матеріалах. Чи можна використовувати спіновий транспорт для керування антиферомагнітним порядком та як можна детектувати збурення антиферомагнітного впорядкування - ось деякі з цих захоплюючих проблем, які вирішуються в даний час. Антиферомагнітна спітроніка розпочала з досліджень перенесення спінів і зазнала певного поштовху протягом останніх кількох років з публікацією новаторських статей про використання спін-орбітальних взаємодій в антиферомагнетиках. Антиферомагнітна спітроніка пропонує можливості для кардинально нових концепцій маніпуляцій спінами в електроніці.
Чому можна навчитися	✓ аналізувати наукову, навчальну та навчально-методичну літературу з квантової теорії магнетизму, використовувати її в навчальному процесі;

(результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ складати математичні моделі задач з квантової теорії магнетизму; ✓ визначати оптимальну методику розв'язання задач з квантової теорії магнетизму; ✓ аналізувати та інтерпретувати отримані результати розв'язання задач; ✓ знання сучасного теоретичного рівня опису магнітних властивостей конденсованих середовищ; ✓ знання теоретичних основ сучасних експериментальних методів дослідження в області магнетизму конденсованих середовищ; ✓ знання основних класичних та сучасних експериментальних результатів по магнітним властивостями твердих тіл.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ здатність опанувати основні положення квантової теорії магнетизму; ✓ здатність застосовувати апарат квантової теорії магнетизму; ✓ уміння застосовувати сучасні методи теоретичного дослідження магнетизму конденсованих середовищ для розрахунків магнітної сприйнятливості і намагніченості систем магнітних моментів; ✓ володіти навичками системного наукового аналізу проблем квантової теорії магнетизму різного рівня складності; ✓ володіти навичками роботи з основними теоретичними методами в області магнетизму конденсованих середовищ і сучасною науковою літературою; ✓ здатність до застосування отриманих знань для опису реальних фізичних систем.
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник, презентації лекцій.
Вид семестрового контролю	Залік