

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор


Сергій ОКОВИТИЙ

« 06 » 2025 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

 Олег МАРЕНКОВ

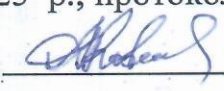
« 06 » 2025 р.

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ
для здобуття ступеня доктора філософії
на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)
за спеціальністю Е5 Фізика та астрономія
освітньо-наукова програма Фізика та астрономія



Розглянуто на засіданні вченої ради
факультету Фізики електроніки та комп'ютерних
систем

від «5» червня 2025 р.; протокол № 73

Голова вченої ради  (Коваленко О.В.)

Дніпро-2025

Програма вступного іспиту для конкурсного відбору вступників до аспірантури для здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії (PhD) за спеціальністю **E5 Фізика та астрономія** освітньо-наукова програма **Фізика та астрономія** на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста). Д: ДНУ, 2025. – 11 с.

Розробники:

Скалозуб Володимир Васильович, в.о. завідувача кафедри експериментальної та теоретичної фізики ДНУ, доктор фізико-математичних наук, професор, гарант освітньо-наукової програми;

Рябцев Сергій Іванович, професор кафедри експериментальної та теоретичної фізики ДНУ, доктор фізико-математичних наук, професор;

Програма вступного іспиту до аспірантури ухвалена на засіданні кафедри експериментальної та теоретичної фізики

Протокол №7 від «27» травня 2025 р.

Критерії оцінки відповідей

Кожна відповідь на питання оцінюється за 200-бальною шкалою:

0-119 бали виставляються вступнику в аспірантуру, який не дає відповіді на поставлене питання, дає неправильну відповідь на поставлене питання, не орієнтується в теоретичних та практичних положеннях дисциплін, демонструє відсутність розуміння навчального матеріалу.

120-127 бали виставляються вступнику в аспірантуру, який володіє програмним матеріалом на рівні фрагментарного, практичні навички з застосування теоретичних знань з фізики слабо сформовані, частина відповідей на поставлені запитання відсутня.

128-149 бали виставляються вступнику в аспірантуру, який демонструє знання в обмеженому обсязі, не знає значної частини програмного матеріалу, основних понять з фізики, допускає істотні помилки з визначенням теоретичних положень, не спроможний пояснити основні фізичні закономірності.

150-163 бали виставляється вступнику в аспірантуру, який знає лише основний матеріал, але не засвоїв його деталей, допускає недоліки. Нездатний до аналізу та узагальнення фізичних явищ, користується в відповідях лише матеріалами конспекту лекцій.

164-179 бали виставляється вступнику в аспірантуру, який твердо знає програмний матеріал, грамотно і по суті викладає його, не допускає істотних недоліків у відповіді на запитання, впевнено аналізує фізичні процеси та робить власні висновки. У відповідях користується лише основною літературою, підручниками, посібниками.

180-200 бали виставляється вступнику в аспірантуру, який глибоко та міцно засвоїв програмний матеріал, вичерпано, послідовно, грамотно й логічно його викладає, у відповіді якого тісно пов'язується теорія з практикою. При цьому студент не зазнає труднощів з відповіддю на завдання з сучасних проблем фізики і астрономії. Демонструє обізнаність з монографічною літературою, різними інформаційними джерелами, оглядами.

При остаточній оцінці результатів виконання завдання враховується здатність фахівця:

- застосувати правила, закони, методи, принципи фізики;
- аналізувати і оцінювати факти, події у різних галузях фізики;
- викладати матеріали логічно, послідовно з демонстрацією фізичного світогляду та мислення

1. ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ТА ТЕМ ДИСЦИПЛІН

1. Класична механіка

Рівняння руху. Основні принципи і закони класичної механіки Ньютона. Узагальнені координати. Принцип найменшої дії. Функція Лагранжа вільної матеріальної точки та частинки в потенціальному полі. Функція Лагранжа системи матеріальних точок.

Канонічні рівняння. Рівняння Гамільтона. Канонічні перетворення. Змінні дія–кут. Функція Рауса. Теорема Ліувілля. Дужки Пуассона. Дія як функція координат. Рівняння Гамільтона – Якобі. Розділення змінних. Адіабатичні інваріанти.

Зіткнення частинок. Розсіяння частинок. Переріз розсіяння. Розпад частинок. Пружні зіткнення частинок. Формула Резерфорда.

Рух твердого тіла. Кутова швидкість. Тензор інерції. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла. Ейлерові кути. Рівняння Ейлера. Симетрична та антисиметрична дзига. Рух відносно неінерційної системи відліку.

Основні рівняння гідродинаміки. Опис руху рідини. Рівняння неперервності. Ідеальна рідина. Рівняння Ейлера. Потік енергії і імпульсу. Гідростатика. Інтеграл Бернуллі. Потенціальна течія. Нестислива рідина. Тензор напружень. Рівняння руху в'язкої рідини. Закони подібності. Формула Стокса.

Теорія пружності. Опис деформації твердого тіла. Тензор натягів та закони зміни імпульсу та моменту імпульсу. Закон Гука. Тензор пружності. Рівняння руху ідеально пружного тіла. Однорідні деформації.

2. Електродинаміка

Рівняння електромагнітного поля. Перша пара рівнянь Максвелла. Дія для електромагнітного поля. Чотири-вектор струму. Рівняння неперервності. Друга пара рівнянь Максвелла. Густина та потік енергії.

Постійне електромагнітне поле. Закон Кулона. Електростатична енергія зарядів. Поле заряду, що рухається рівномірно. Рух у кулонівському полі. Дипольний момент. Мультипольні моменти. Система зарядів у зовнішньому полі. Магнітний момент. Теорема Лармора.

Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння. Плоскі хвилі. Монохроматична плоска хвиля. Спектральне розвинення. Частково поляризоване світло. Параметри Стокса.

Випромінювання електромагнітних хвиль. Загаяні потенціали. Потенціали Льєнара – Віхерта. Поле системи зарядів на далеких відстанях. Дипольне випромінювання. Квадрупольне та магнітно-дипольне випромінювання. Випромінювання заряду, що швидко рухається. Гальмування випромінюванням. Розсіяння електромагнітних хвиль вільними зарядами.

Рівняння електромагнітного поля у середовищах. Комплексна діелектрична проникність, співвідношення Крамерса – Кроніга.

Електромагнітні хвилі у середовищах. Електромагнітні властивості надпровідників, сегнетоелектриків, феромагнетиків, плазми.

3. Квантова механіка

Основні положення квантової механіки. Хвильова функція та її статистична інтерпретація. Оператори фізичних величин. Фізична інтерпретація їх власних функцій та власних значень. Випадки дискретного та неперервного спектру. Принцип суперпозиції. Вимірювання фізичних величин. Фізичні величини, що мають в одному стані визначені значення. Координати та імпульси. Оператори фізичних величин як функції операторів координат та імпульсів. Співвідношення невизначеності.

Одновимірний рух. Відбиття та проходження хвиль. Зв'язані стани. Явище резонансу. Тунельний ефект, Квaziстаціонарні стани. Загальні властивості одновимірного рівняння Шрьодінгера. Гармонійний осцилятор. Оператори a , a^+ .

Основи теорії представлень. Абстрактне формулювання квантової механіки в термінах гільбертового простору (простір станів), його векторів (вектори стану), і операторів в ньому (оператори фізичних величин). Спряжений простір. Позначення

Дірака. Бра- та кет-вектори. Скалярний та векторний добутки векторів. Умова повноти системи векторів оператора фізичної величини. Система власних векторів як узагальнений базис. A -представлення векторів стану (хвильова функція в A -представленні) і операторів (A – фізична величина). Координатне, імпульсне та енергетичне представлення.

Картини руху системи. Оператор еволюції. Картина Шрьодінгера. Картина Гайзенберга. Картина Дірака.

Тотожні частинки. Простір станів системи. Прямий добуток векторів. Структура простору станів системи тотожних частинок. Бозони, ферміони. Числа заповнення. Принцип Паулі. Представлення чисел заповнення. Структура операторів одно- та двох-частинкових фізичних величин.

Варіаційний метод. Варіаційний принцип для стаціонарних станів. Варіаційний метод Рітца. Основний стан атомів водню та гелію. Методи Хартрі та Хартрі – Фока – Дірака в теорії системи тотожних ферміонів.

Метод вторинного квантування. Ізоморфізм гільбертових просторів та квантова механіка. Простір станів системи однакових частинок в представленні вторинного квантування (ПВК). Простір стану системи зі змінним складом. Пряма сума векторів. Простір Фока. Оператори народження та знищення частинок. Зв'язок ПВК, що відповідають різним представленням одночастинкових станів. Запис операторів одно- та двохчастинкових величин у ПВК. Системи декількох сортів бозонів та ферміонів. ПВК, що відповідає спин-координатному представленню одночастинкових станів. Польовий оператор. Оператор Гамільтона системи заряджених частинок зі спіном у зовнішньому електромагнітному полі у ПВК. Оператори адитивних інтегралів руху, їх густини та густини їх потоків. ПВК, що відповідає спин імпульсному представленню.

4. Термодинаміка і статистична фізика

Термодинаміка рівноважних процесів. Параметри, що описують стан рівноваги. І закон термодинаміки. II закон термодинаміки. Ентропія, абсолютна температура. Основне термодинамічне співвідношення та його наслідки. Термодинамічні потенціали. Залежність термодинамічних величин від об'єму та кількості частинок. III закон термодинаміки.

Основи рівноважної статистичної механіки. Функція розподілу системи. Рівняння Ліувілля. Мікроканонічний розподіл Гіббса як рівноважна функція розподілу ізольованої системи. Термодинамічна границя. Канонічний та великий канонічний розподіли Гіббса для рівноважної системи в термостаті. Еквівалентність розподілів Гіббса у термодинамічній границі. Теореми про рівний розподіл енергії по ступенях свободи та віріал.

Фазові переходи та критичні явища. Класифікація фазових переходів. Фазові переходи I роду. Фазові переходи II роду та критичні явища. Теорія Ландау та межі її застосування.

5. Структура твердих тіл

Наноматеріали і нанотехнології. Перспективні порошкові і тонкоплівкові матеріали. Нові класи матеріалів. Методи отримання нерівноважних матеріалів. Види термообробки, термомеханічної обробки матеріалів, розчинність елементів, фазовий склад, класифікація чорних і кольорових сплавів, стабільний і метастабільний стан сплавів, фізико-механічні властивості матеріалів, методи отримання нерівноважних і над-нерівноважних станів у матеріалах.

6. Енергетичний спектр кристалів

Опис енергетичного стану кристалів за допомогою квазічастинок. Фонони, магнони, екситони, плазмони та ін. Електрони в металі як квазічастинки. Квазіімпульс. Закон дисперсії. Теорема Блоха. Густина станів. Статистика газу квазічастинок. Коливання кристалічної решітки. Акустична та оптична вітки коливань. Теплоємність решітки. Дебаївська частота. Електронні стани в кристалах. Одноелектронна модель. Наближення слабо і сильнозв'язаних електронів. Зонна схема та типи твердих тіл. Вироджений електронний газ. Електронна теплоємність, поверхня Фермі. Ефективна маса.

Електрони та дірки. Положення Фермі-рівня в невироджених напівпровідниках. Явища в контактах. Потенціальні бар'єри. Контактна різниця потенціалів. Бар'єр Шотки.

7. Електронні кінетичні властивості твердих тіл

Кінетичні рівняння. Електро- та теплопровідність. Тривалість релаксації. Механізми розсіювання електронів. Розсіювання на домішках і дефектах. Іонна провідність кристалів. Суперіонна провідність. Магнітоопір та ефект Холла. Квантовий ефект Холла. Напівпровідники. Електронна структура. Домішкові рівні. Донори та акцептори, р-п-переходи. Ефект Гана. Фотопровідність. Рекомбінація та релаксація нерівноважних носіїв заряду. Теплоємність. Температурна залежність теплоємності. Моделі Ейнштейна та Дебая.

8. Оптичні та магнітні явища твердих тіл

Основні властивості магнетиків. Атомний магнетизм та магнітні властивості слабо магнітних речовин. Діамагнетизм системи слабо взаємодіючих атомів і молекул. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл. Природа феромагнетизму. Домени. Магнітний гістерезис. Антиферомагнетизм і феромагнетизм. Комбінаційне розсіювання світла. Поглинання зв'язаними носіями. Міжзонні прямі та непрямі переходи. Люмінесценція кристалів. Рекомбінаційне випромінювання в діелектриках та напівпровідниках. Спонтанне і вимушене випромінювання. Лазери. Типи ОКГ.

9. Діелектрики

Фізичні явища та процеси у діелектриках, що дозволяють використовувати їх в якості функціональних матеріалів у пристроях сучасної електроніки. Основи опису структури кристалів, а також її впливу на властивості діелектриків. Сучасні уявлення про процеси електричної поляризації та електропровідності у діелектричних середовищах. Основи опису діелектриків теорії й сучасні необхідні для їх електрофізичних явищ в діелектриках. Властивості активних сегнетоелектриків, піроелектриків, п'єзоелектриків, електретів. Основи теорії й сучасні експериментальні дані та характеристики діелектричних матеріалів, необхідних для їх застосування. Сучасні дослідження з нанofізики діелектричних сполук.

10. Термодинаміка і фазові переходи

Основи термодинаміки і кінетики фазових перетворень у подвійних сплавах. Термодинамічний підхід до аналізу діаграм стану та з'ясування характеру взаємодії компонентів і будови фаз. Теорія утворення фаз, кристалізації з металевих розплавів, дифузійних та бездифузійних механізмів фазових перетворень у твердому та рідкому станах. Основні принципи застосування геометричних і термодинамічних методів аналізу потрійних систем. Типи потрійних діаграм стану, методи графічного зображення процесів кристалізації. Діаграми стану з обмеженими твердими розчинами й хімічними сполуками.

11. Надпровідність

Основні властивості надпровідників. Надпровідники I і II роду. Високотемпературна надпровідність.

12. Експериментальні методи фізики твердого тіла

Рентгенографія. Методи досліджень ідеальної та реальної структури. Електроннографія. Електронна мікроскопія. Електричні та гальваномагнітні вимірювання як методи вивчення електронної структури кристалів і складу домішок. Оптичні методи досліджень кристалів.

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЗАПРОПОНОВАНИХ ДЛЯ ІСПИТУ

Вступні випробування проводяться за рішенням екзаменаційної комісії за білетами. Кожен білет містить три питання. Для підготовки відповіді використовують екзаменаційні листки, що зберігаються в особовій справі вступника.

З програмами вступних випробувань, переліком питань, порядком проведення вступних випробувань за спеціальністю Е5 Фізика та астрономія вступники мають змогу

ознайомитися на офіційному сайті ДНУ.

Рівень знань вступників оцінюється екзаменаційною комісією за 200-бальною системою. Результати проведення вступного випробування оформляються протоколом, в якому фіксуються екзаменаційні питання. На кожного вступника ведеться окремий протокол.

Протоколи прийому вступних випробувань після затвердження зберігаються в особовій справі вступника.

Питання, запропоновані для вступників в аспірантуру за спеціальністю Е5 Фізика та астрономія ОНП «Фізика та астрономія» в 2025 р.

1. Класична механіка

Опис механічного руху в різних системах координат (закон руху, траєкторія, система відліку, радіус-вектор, прискорення).

Закони зміни і збереження імпульсу і моменту імпульсу в механіці Ньютона.

Робота і потужність сили. Різні типи сил. Закон зміни і збереження енергії в механіці Ньютона.

В'язі. Сила реакції в'язі. Рівняння руху при наявності в'язів – рівняння Лагранжа першого роду.

Принцип найменшої дії. Рівняння Лагранжа. Функція Лагранжа.

Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.

Дужки Пуассона. Дужки Пуассона і інтеграли руху в гамільтоновій механіці.

Рівняння Гамільтона-Якобі. Відокремлення змінних в рівнянні Гамільтона-Якобі.

Задача двох тіл.

Рух у центральному полі. Задача Кеплера.

Розсіяння частинок у центральному полі.

Малі одновимірні коливання.

Вимушені коливання. Резонанс.

Згасаючі коливання.

Тензор інерції твердого тіла.

2. Електродинаміка

Закон збереження енергії в електродинаміці.

Закон збереження імпульсу в електродинаміці.

Потенціали електромагнітного поля. Калібрувальна інваріантність.

Граничні умови до рівнянь Максвелла.

Магнітний дипольний момент.

Плоскі монохроматичні електромагнітні хвилі.

Поляризація електромагнітних хвиль. Частково поляризовані хвилі.

Загаяні потенціали.

Дипольне випромінювання.

Принцип найменшої дії для заряду в електродинаміці.

Принцип відносності Ейнштейна. Перетворення Лоренца та їхні наслідки.

Основні положення релятивістської механіки.

Рівняння Максвелла в коваріантній формі.

Перетворення Лоренца для електромагнітного поля.

Рух заряду в сталих однорідних електромагнітних полях.

3. Квантова механіка

Імовірнісна інтерпретація хвильової функції. Причинність у квантовій механіці. Принцип суперпозиції.

Властивості власних функцій та власних значень операторів (дискретний і неперервний спектри).

Співвідношення невизначеності.

Рівняння Шрьодінгера.

Стаціонарні стани, їхні властивості. Рівняння Шрьодінгера для стаціонарних станів.

Квантовий гармонічний осцилятор в координатному представленні.

Мікрочастинка у прямокутній потенціальній ямі.

Рух мікрочастинки в центральному полі.

Мікрочастинка в кулонівському полі. Атом водню.

Зміна фізичних величин з часом. Рівняння Гайзенберга. Інтеграли руху.

Теорія збурень при відсутності виродження.

Теорія збурень при наявності виродження. Вікове рівняння.

Варіаційний метод.

Оператор спіну. Рівняння Паулі. Властивості матриць Паулі

Квантові системи тотожних частинок. Принцип Паулі. Бозони та ферміони.

4. Термодинаміка і статистична фізика

II начало термодинаміки для рівноважних процесів.

III начало термодинаміки. Властивості термодинамічних систем при низьких температурах. Залежність термодинамічних величин від числа частинок та об'єму і її використання в термодинамічних обчисленнях.

Метод термодинамічних потенціалів. Обчислення внутрішньої енергії та ентропії системи.

Умови рівноваги в гетерогенній системі. Правило фаз Гіббса. Діаграми рівноваги.

II закон термодинаміки для нерівноважних процесів. Ентропійне рівняння.

Класифікація фазових переходів. Фазові переходи I і II роду.

Умови стійкості стану однорідної системи. Термодинамічні нерівності.

Функція розподілу системи. Рівняння Ліувілля. Особливості системи однакових частинок.

Канонічний розподіл Гіббса і умови його застосування.

Великий канонічний розподіл Гіббса і умови його застосування.

Одночастинкова функція розподілу. Розподіли Максвелла, Больцмана та Максвелла – Больцмана.

Розподіли Гіббса у квантовому випадку. Термодинамічні величини квантового ідеального газу.

Розподіли Бозе – Ейнштейна та Фермі – Дірака. Основний стан ідеальних бозе- та фермі-газів.

Фермі-газ при низьких температурах.

5. Структура твердих тіл

Будова кристалів. Трансляційна симетрія. Елементарна комірка. Решітки Браве. Індеси Міллера.

Поширення хвиль в періодичних структурах. Закон Вульфа – Брега.

Дефекти в кристалах. Точкові дефекти та їх утворення.

Типи хімічного зв'язку в кристалах. Сили зв'язку у твердому тілі.

6. Енергетичний спектр кристалів

Описання енергетичного стану кристалів за допомогою газу квазічастинок. Приклади квазічастинок. Фонони, магнони, ексітони, плазмони та ін.

Електрони в металі як квазічастинки. Квазіімпульс. Закон дисперсії. Теорема Блоха.

Густина станів. Статистика газу квазічастинок.

Коливання кристалічної решітки. Акустична та оптична вітки коливань.

Теплоємність решітки. Дебайвська частота.

Електронні стани в кристалах. Одноелектронна модель. Наближення слабо і сильно зв'язаних електронів. Зонна схема та типи твердих тіл.

Вироджений електронний газ. Електронна теплоємність, поверхня Фермі. Ефективна маса.

Електрони та дірки. Положення Фермі-рівня в невироджених напівпровідниках.

Явища в контактах. Потенціальні бар'єри. Контактна різниця потенціалів. Бар'єр Шотки.

7. Електронні кінетичні властивості твердих тіл

Кінетичні рівняння. Електро- та теплопровідність. Тривалість релаксації. Механізми розсіювання електронів. Розсіювання на домішках і дефектах. Іонна провідність кристалів. Супер-іонна провідність. Магнітоопір та ефект Холла. Квантовий ефект Холла. Напівпровідники. Електронна структура. Домішкові рівні. Донори та акцептори, p-n- переходи. Ефект Гана. Фотопровідність. Рекомбінація та релаксація нерівноважних носіїв заряду. Теплоємність. Температурна залежність теплоємності. Моделі Ейнштейна та Дебая.

8. Оптичні та магнітні явища твердих тіл

Класифікація та основні властивості магнетиків. Атомний магнетизм та магнітні властивості слабо-магнітних речовин. Діамагнетизм системи слабо взаємодіючих атомів і молекул. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл. Природа феромагнетизму. Домени. Магнітний гістерезис. Антиферомагнетизм і феромагнетизм. Комбінаційне розсіювання світла. Поглинання зв'язаними носіями. Між-зонні прямі та непрямі переходи. Люмінесценція кристалів. Рекомбінаційне випромінювання в діелектриках та напівпровідниках. Спонтанне і вимушене випромінювання. Лазери. Різні типи ОКГ.

9. Діелектрики

Поляризація та ефективне поле у діелектриках. Електрострикція і п'єзо-електрика. Піроелектрики і сегнетоелектрики. Електричний гістерезис. Фізичні властивості сегнетоелектриків в області фазових переходів.

10. Термодинаміка і фазові переходи

Термодинамічна рівновага фаз. Рухлива сила фазових переходів. Фазові рівноваги у багатокомпонентних системах. Фазові переходи I і II роду. Діаграми рівноваги. Аналіз діаграм стану з евтектичним, перитектичним, монотектичним, синтектичним та метатектичним перетвореннями. Кінетика фазових перетворень. Кристалізація. Гомогенне та гетерогенне утворення центрів кристалізації. Механізми росту кристалів.

11. Надпровідність

Основні властивості надпровідників. Надпровідники I і II роду. Високотемпературна надпровідність.

12. Експериментальні методи фізики твердого тіла

Рентгенографія – методи досліджень ідеальної та реальної структури. Електроннографія та електронна мікроскопія. Електричні та гальваномагнітні вимірювання як методи вивчення електронної структури кристалів і складу домішок. Оптичні методи досліджень кристалів.

3. ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Класична механіка

1. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Механіка. Вища школа, 1971. – 272 с.
2. Федорченко А.М. Класична механіка і електродинаміка // Теоретична фізика. – К.: Вища школа, 1992. – Т. 1. – 535 с.
3. Павловський М.А. Теоретична механіка. – Київ: Техніка, 2002. – 510 с.
4. Глауберман А.Ю., Сеньків М.Т. Теоретична механіка. – Львів, 1960. – 220 с.

2. Електродинаміка

1. В.В. Скалозуб, О.В. Гулов. Класична електродинаміка /– К.: Вища освіта, 2011. – 208 с.
2. Федорченко А.М. Теоретична фізика: Підручник: у 2 т. – Т. 1: Класична механіка і електродинаміка. – Київ: Вища школа, 1992. – 535 с.
3. В.В. Скалозуб, О.В. Гулов. Класична макроскопічна електродинаміка – Дніпропетровськ, Видавництво ДНУ, 2010.- 168 с.
- 4.. Сугаков В.Й. Електродинаміка. – К.: Вища школа, 1974. – 271 с.

3. Квантова механіка

1. Вакарчук І.О. Квантова механіка. – 4-е видання, доповнене. – Л.: ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. – 872 с.
2. Висоцький В.І. Квантова механіка та її використання в прикладній фізиці. – К.: ВПЦ, «Київський університет», 2008. – 367 с.
3. Давидов О.С. Квантова механіка. – К.: Академперіодика, 2012. – 706 с.
4. Ткачук В.М. Фундаментальні проблеми квантової механіки. – Л.: ЛНУ ім. Івана Франка, 2011. – 144 с.
5. Федорченко А.М. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика // Теоретична фізика. – К.: Вища школа, 1993. –Т. 2. – 415с.
6. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки. – К.: Либідь, 2002. – 392 с.
7. Глауберман А.Ю. Квантова механіка. – Львів. 1962. – 506 с.

4. Термодинаміка і статистична фізика

- 1.Єрмолаєв О.М., Рашба Г.І. Вступ до статистичної фізики та термодинаміки. – Х.: ХНУ, 2004. – 516 с.
2. Соколовський О.Й. Лекції з курсу Термодинаміка і статистична фізика. – Дніпро, 2022.- 83 с.
3. Соколовський О.Й., Лягушин С.Ф., Соколовський С.О. Посібник до вивчення дисципліни «Термодинаміка і статистична фізика», - Дніпро РВВ ДНУ. – 2019. – 64 с.
4. . Федорченко А.М. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика // Теоретична фізика. – К.: Вища школа, 1993. –Т. 2. – 415с.

1. Структура твердих тіл

1. Панченко Т.В., Крузіна Т.В., Трубіцин М.П., Попов С.О., Бочкова Т.М. Функціонально активні та інтелектуальні матеріали, Підручник. Дніпро: ТОВ «Акцент ПП». – 2017, 128 с.
2. Панченко Т.В., Трубіцин М.П., Бочкова Т.М., Крузіна Т.В. Посібник до вивчення дисципліни «Функціонально активні матеріали», Навчальне видання. Дніпропетровськ: РВВ, ДНУ. – 2015, 84 с.
3. Кушнерьов О.І. Навчальний посібник до вивчення курсу «Кристалографія». Дніпропетровськ. РВВ ДНУ. – 2012. – 80 с.
4. Кукта Г.П. Уведення в кристалографію. Вища школа: Львів – 1976.
5. Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Ч. 1. Основні напрямки матеріалознавства / Ю.І. Якименко, С.О. Воронов, Ю.М. Поплавко. – К. Політехнік, 2011. – 300 с.
6. Поплавко Ю.М. Фізичне матеріалознавство. Ч. 4. Напівпровідники / В.І. Ільченко, С.О. Воронов, Ю.І. Якименко. – К. Політехнік, 2010. – 381 с.

2. Енергетичний спектр кристалів

1. Сетов Є.А., Трубіцин М.П. Спектроскопічні методи у фізиці твердого тіла. Навчальний посібник. Дніпро: ТОВ «Акцент ПП». – 2018, 46 с.
2. Фізика твердого тіла. Енциклопедичний словник. Т.1. Під ред. акад. Бар'яхтара В.Г. Київ: Наукова думка. 1998, 652 с.
3. Фізика твердого тіла. Енциклопедичний словник. Т.2. Під ред. акад. Бар'яхтара В.Г. Київ: Наукова думка. 1998. 644 с.

3. Електронні кінетичні властивості твердих тіл

1. Поплавко Ю.М., Борисов О.В., Якименко Ю.І. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. – Київ, НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с.
2. Фізика твердого тіла. Енциклопедичний словник. Т.І. Під ред. акад. Бар'яхтара В.Г.

Київ: Наукова думка. 1998, 652 с.

3. Поплавко Ю.М., Якименко Ю.І. П'єзоелектрики. Навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 328 с.

4. Поплавко Ю.М., Борисов О.В., Ільченко В.І., Якименко Ю.І. Мікроелектроніка і наноелектроніка. Вступ до спеціальності: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 160 с.

4. Оптичні та магнітні явища твердих тіл

1. Глинчук М.Д., Рагуля А.Н. Наноферроїки. Київ: Наукова думка, 2010.

2. Фізика твердого тіла. Енциклопедичний словник. Т. 2. Під ред. акад. Бар'яхтара В.Г. Київ: Наукова думка. 1998, 644 с.

3. Поплавко Ю.М. Фізичне матеріалознавство. Ч. 3. Провідники та магнетики / Ю.М. Поплавко, С.О. Воронов, Ю.І. Якименко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 381 с.

5. Діелектрики

1. Поплавко Ю.М. Фізика діелектриків: підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 572 с.

2. Поплавко Ю.М. Фізичне матеріалознавство. Ч. 2. Діелектрики / Ю.М. Поплавко, Л.П. Переверзева, О.С. Воронов, Ю.І. Якименко. – К. НТУУ «КПІ», 2007. – 392 с.

3. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. Физика активных диэлектриков. – Ростов н/Дон, 2009, 480 с.

4. Поплавко Ю.М. Фізика діелектриків. – К.: Вища школа, 1980. – 398 с.

6. Термодинаміка і фазові переходи

1. Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Ч. 1. Основні напрямки матеріалознавства / Ю.І. Якименко, О.С. Воронов, Ю.М. Поплавко. – К. Політехнік, 2011. – 300 с.

2. Поплавко Ю.М. Електрофізика твердих тіл. Навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ». 2014. – 756 с.

7. Надпровідність

Поплавко Ю.М., Борисов О.В., Якименко Ю.І. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. – Київ, НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с.

8. Експериментальні методи фізики твердого тіла

Пінес Б.Я. Лекції по структурному аналізу // Вища школа: Львів – 1967.

4. ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. В.В. Скалозуб, О.В. Гулов. Розв'язування задач із релятивістської механіки й електродинаміки. – Дніпропетровськ, РВВДНУ, 2009,. – 34 с.

2. Соколовський О.Й., Лягушин С.Ф. Додаткові розділи квантової теорії Представлення вторинного квантування. - Дніпропетровськ, РВВДНУ, 2010,. – 68 с.

3. Солдатова Є.Д., Галдіна О.М. Теорія термодинамічної стійкості та критичний стан. – Д.: РВВ ДНУ, 2005. – 88 с.

4. С.Ф. Лягушин, О.Й. Соколовський. Посібник із квантової механіки. - Дніпропетровськ, РВВДНУ, 2010,. – 36 с.

5. В.В. Скалозуб, О.В. Гулов. Посібник до вивчення курсу «Електродинаміка» Релятивістська механіка та електродинаміка
Дніпропетровськ, РВВДНУ, 2008,. – 88 с.

5. А.М. Турінов. Посібник до вивчення курсу «Квантова механіка» - Дніпропетровськ, РВВДНУ, 2013,. – 88 с.