

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Обговорено і схвалено на засіданні  
кафедри природничих наук і методик їхнього  
навчання

Протокол № 13 від «24» квітня 2025 року

Завідувач кафедри

 Сальник І.В.

Голова предметної комісії

 Сальник І.В.

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Наказ ЦДУ імені Володимира Винниченка

від «  »            2025 року №   

Голова приймальної комісії

Ректор  Є.Ю. Соболев



**ПРОГРАМА ДОДАТКОВОГО  
ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для осіб, які вступають на I курс  
денної/заочної форми навчання

**за неспорідненою спеціальністю**

для здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії  
**зі спеціальності А4 Середня освіта (Фізика та астрономія)**

## 1. Пояснювальна записка

На додатковому вступному випробуванні, особи, які не вивчали курс фізики, але мають бажання вступати до аспірантури зі спеціальності А4 Середня освіта (Фізика та астрономія), повинні продемонструвати глибокі знання теоретичних основ з фахових дисциплін.

Головною вимогою додаткового екзамену до рівня підготовки здобувача є знання ним теоретичних основ курсів загальної та теоретичної фізики, знання фактів, термінології, принципів, законів, закономірностей.

**Додаткове фахове вступне випробування** має кваліфікаційний характер, що оцінюється за двобальною шкалою – «склав»/«не склав». У випадку, якщо абітурієнт не склав вступне випробування, він втрачає право брати участь у конкурсному відборі за спеціальністю А4 Середня освіта (Фізика та астрономія).

*Структура екзаменаційної оцінки:*

- а) для проміжного оцінювання використовується 100-бальна шкала;
- б) мінімальна позитивна оцінка складає 60 балів;
- в) до екзаменаційної відомості вноситься оцінка 0 (нуль), якщо абітурієнт отримав менше ніж 60 балів, і оцінка 1 (один), якщо отримав 60 або більше балів.

Вступне випробування проводиться у формі письмової відповіді на бланку за білетами. До білету включено 2 теоретичних питання, кожне з яких оцінюється 40-ма балами, та задача, яка оцінюється в 20 балів.

*Структура екзаменаційного білета:*

- 2 екзаменаційних питання з курсу загальної і теоретичної фізики;
- 1 задача.

## 2. Зміст програми

### Частина 1. Загальна та теоретична фізика

#### Механіка.

Простір і час у нерелятивістській фізиці. Кінематика матеріальної точки. Система відліку. Перетворення Галілея та їх, кінематичні наслідки.

Інерціальні системи відліку. Закони Ньютона, межі їх, застосування. Пряма і обернена задачі динаміки точки. Принцип причинності у класичній механіці. Принцип відносності Галілея.

Закони збереження у фізиці: закони збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії.

Рух матеріальної точки у полі центральних сил. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Досліди Кавендіша. Інертна і гравітаційна маси.

Рух точки змінної маси. Рівняння Мещерського. Реактивний рух. Формула Ціолковського.

Механіка твердого тіла. Момент інерції, момент імпульсу, кінетична енергія твердого тіла. Основне рівняння динаміки обертального руху.

Механічні коливання в ідеальних та реальних системах. Характеристика коливань та їх зв'язок із параметрами системи. Резонанс.

Неінерціальні системи відліку. Сили інерції. Поняття про принцип еквівалентності.

Задача двох тіл та її розв'язок у класичній механіці.

Релятивістська механіка. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Релятивістська форма запису законів механіки.

### **Статистична фізика і термодинаміка.**

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії та її експериментальні основи. Ідеальний газ. Основне рівняння МКТ.

Газові закони. Рівняння стану ідеального газу. Рівняння стану реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса).

Температура і її вимірювання. Термодинамічна шкала температур. Поняття температури в статистичній фізиці та термодинаміці.

Основні поняття термодинаміки: термодинамічна система, параметри, рівновага. Нульове начало термодинаміки. Внутрішня енергія системи. Робота і теплота. Перше начало термодинаміки та його застосування.

Оборотні й необоротні процеси. Ентропія та її термодинамічний зміст. Друге та третє начала термодинаміки.

Основні поняття і принципи статистичної фізики. Мікροканонічний та канонічний розподіли для класичних та квантових систем. Розподіл Гіббса для систем із змінним числом частинок. Термодинамічний зміст параметрів канонічного розподілу.

Статистичне обґрунтування законів термодинаміки: Статистичний зміст ентропії. Принцип Больцмана. Теплота і робота їх мікроскопічний зміст. Теплоємність. Статистичний зміст I, II і III законів термодинаміки.

Розподіли Максвелла і Больцмана як частинні випадки канонічного розподілу Гіббса. Характерні швидкості руху молекул ідеального газу. Барометрична формула.

Квантовий розподіл Гіббса для ідеального газу тотожних частинок. Статистики Фермі-Дірака та Бозе-Ейнштейна. Співставлення статистик Больцмана, Фермі-Дірака і Бозе-Ейнштейна, критерії виродження.

Тверді тіла. Аморфні та кристалічні тіла. Будова кристалів. Кристалічні ґратки. Дефекти в кристалах. Класифікація кристалів за типом зв'язку.

Методи термодинаміки: метод циклів та метод термодинамічних потенціалів. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.

Рівновага фаз і фазові переходи. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Критичні явища. Метастабільні стани.

### **Електродинаміка.**

Електричний заряд та його властивості. Поняття елементарного, питомого, точкового, одиничного та пробного зарядів. Густина заряду. Два види зарядів та характер їх взаємодії. Закон Кулона. Методи вимірювання елементарного та питомого зарядів. Закон збереження заряду.

Електромагнітне поле у вакуумі та його джерела. Силкові та енергетичні характеристики електричного та магнітного полів. Рівняння зв'язку. Графічна модель силових полів (силкові лінії). Потенціальні та вихрові поля. Принцип суперпозиції.

Електричне поле в діелектриках. Поляризація діелектриків. Діелектрична проникність й сприйнятливість. Вектор електричного зміщення. Поле на межі двох діелектриків.

Теорема Остроградського-Гаусса в інтегральній та диференціальній формах та її застосування до розрахунку характеристик електростатичних полів (точкового заряду, нескінченно-довгого зарядженого провідника, нескінченної зарядженої поверхні, конденсатора тощо).

Електричний струм. Сила та густина струму. Досліди Ампера. Емпіричний закон Ампера. Одиниця сили струму в СІ. Рівняння неперервності як загальна форма запису закону збереження електричного заряду.

Закони постійного струму: Електропровідність та опір провідника. Закон Ома для однорідної та неоднорідної ділянок кола в інтегральній та диференціальній формах. Електрорушійна сила. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа для кіл постійного струму.

Магнітний потік. Електромагнітна індукція та емпіричний закон Фарадея. Правило Ленца. ЕРС індукції в провіднику, що рухається в магнітному полі.

Постійне магнітне поле у вакуумі, його вихровий характер. Відкриття Ерстедом магнітної дії електричного струму. Закон Біо-Савара-Лапласа, теорема про циркуляцію вектора напруженості магнітного поля та їх застосування для розрахунку магнітних полів.

Магнітне поле в речовині. Діа-, пара- і феромагнетики, їх магнітні властивості та пояснення їх на основі електронної теорії речовини.

Узагальнення емпіричних законів класичної електродинаміки у феноменологічній теорії Максвелла. Інтегральна та диференціальна форма запису рівнянь Максвелла, їх фізичний зміст. Матеріальні рівняння.

Змінний струм. Активний, ємнісний і індуктивний опір в колах змінного струму. Резонанс струмів та напруг.

Робота і потужність змінного струму. Передавання електричної енергії. Трансформатори.

Електромагнітні коливання. Коливальний контур. Власні, затухаючі і вимушені коливання. Генерація незатухаючих і вимушених коливань.

Потенціали електромагнітного поля – скалярний і векторний. Калібровочна інваріантність. Умова Лоренца. Рівняння для потенціалів їх фізичний зміст.

Енергія та густина енергії електромагнітного поля. Густина потоку енергії електромагнітного поля. Вектор Умова-Пойтінга. Закон збереження енергії для замкненої системи „частинки-поле”.

Імпульс електромагнітного поля. Тиск світла. Досліди П.М. Лебедева з вимірювань тиску світла. Прояв тиску світла у різних явищах та масштабах. Практичне використання світлового тиску.

Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння та його розв’язок. Плоскі та сферичні електромагнітні хвилі.

Рівняння електромагнітної хвилі у вакуумі та діелектричному середовищі. Швидкість поширення електромагнітної хвилі у вакуумі, фазова швидкість. Енергія електромагнітної хвилі. Ефект Доплера.

Принцип радіозв’язку. Принцип радіолокації. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.

Фотометрія. Енергетичні і світлові величини та одиниці їх, вимірювання. Закони фотометрії.

Когерентні і некогерентні джерела. Інтерференція хвиль. Методи одержання інтерференційних картин.

Дифракція світла та її застосування. Голографія.

Поширення світла в середовищі. Поглинання і дисперсія світла. Розсіювання світла.

Поляризація світла. Поляризація при відбиванні від діелектрика. Закон Брюстера. Подвійне променезаломлення. Закон Малюса. Поляризаційні прилади та їх застосування.

Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Основні поняття та закони геометричної оптики. Оптичні прилади. Волоконна оптика.

Релятивіські ефекти в оптиці. Швидкість світла. Поширення світла в рухомих середовищах. Ефект Доплера в оптиці.

### **Квантова фізика**

Фотоелектричний ефект. Фотони. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Ефект Комптона.

Постулати Бора. Досліди Франка-Герца, Штерна і Герлаха та наслідки з них.

Постулати і принципи квантової механіки. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок речовини. Властивості хвиль де Бройля. Співвідношення неозначеностей Гейзенберга. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера.

Квантова частинка у зовнішньому стаціонарному полі. Властивості стаціонарних станів. Один із прикладів одновимірного руху квантової частинки: частинка в прямокутній потенціальній ямі з нескінченно-високими стінками.

Планетарна модель атома Резерфорда-Бора. Атом водню. Опис стану атома водню за допомогою квантових чисел.

Спін електрона та його експериментальне обґрунтування. Класифікація станів електрона в багатоелектронному атомі. Періодична система елементів Д.І. Менделєєва.

Дискретність енергетичного спектра електронів у кристалах. Дозволені та заборонені енергетичні зони. Поділ кристалів на провідники напівпровідники та діелектрики.

Вільні електрони в металах. Рівень Фермі, температура Фермі. Вироджений та не вироджений електронний газ.

Статистика електронів у напівпровідниках, р-n перехід. Застосування напівпровідників. Явище надпровідності.

Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Природа  $\alpha$ ,  $\beta$ , і  $\gamma$  випромінювання. Правила зміщення. Ізотопи та їх застосування.

Протонно-нейтронний склад ядра. Основні характеристики ядер. Ядерні сили та їх властивості. Енергія зв'язку ядер. Крапельна та оболонкова моделі ядер.

Поділ важких ядер. Ланцюгові реакції поділу. Ядерні реакції на теплових та швидких нейтронах. Ядерна енергетика та проблеми екології.

Реакції термоядерного синтезу, умови їх реалізації. Проблеми керованого термоядерного синтезу.

Класифікація елементарних частинок. Основні характеристики частинок. Закони збереження у мікросвіті. Елементарні частинки і фундаментальні взаємодії.

Кварки, їх характеристики. Кварк-лептонна симетрія. Сучасні погляди на структуру матерії. Фундаментальні фізичні константи і єдина теорія взаємодії. Сучасна фізична картина світу.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДІ НА ДОДАТКОВОМУ ЕКЗАМЕНІ

Максимальна кількість балів, яку може отримати особа на додатковому фаховому екзамені складає **200 балів**. **Мінімальна кількість балів для участі у конкурсі – 100.**

Оцінювання відповіді абітурієнта здійснюється відповідно до характеристики і структури екзаменаційної роботи та схеми нарахування балів за виконання завдань.

| Бали           | Характеристика відповіді                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>180-200</b> | Виявляє правильне розуміння фізичного змісту розглядуваних явищ і закономірностей, законів і теорій, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення фізичних величин будує відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації, при виконанні практичних завдань; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається в курсах загальної й теоретичної фізики. Здобувач дав повні відповіді на питання та розв'язав задачу. |
| <b>160-179</b> | Розкрито зміст питань, але відповіді є неповними, що пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів, із висвітленням практичного або прикладного їх застосування. Задача розв'язана повністю.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>140-159</b> | Розкрито зміст питань, але відповіді є неповними, що пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів, із висвітленням практичного або прикладного їх застосування. Під час розв'язування задачі допущені помилки, що суттєво вплинули на результат.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>120-139</b> | Лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей із частковим математичним виведенням та фрагментарним описом окремих елементів теорії, без висвітлення практичного або прикладного її застосування. Під час розв'язування задачі допущені помилки, що суттєво вплинули на результат.                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>100-119</b> | Здобувач має фрагментарні знання, відповідь складає логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; задача не розв'язана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка.— К.: Вища школа, 1987.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. — К.: Вища школа, 1991.
3. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. — К.: Вища школа, 1991.
4. Г.Ф.Бушок, В.В.Левандовський, Г.Ф.Півень. Курс фізики у 2-х т. — К.: Либідь, 1997.
5. Г.Ф.Бушок, Г.Ф.Півень. Курс фізики у 2 т. — Київ: Вища школа, 1981.
6. Венгер Є.Ф. Основи статистичної фізики і термодинаміки: навч. посіб./ Є.Ф. Венгер, В.М. Грибань, О.В. Мельничук. — К.: Вища шк., 2004. — 255 с.
7. Матеїк, Г. Д. Загальна фізика: конспект лекцій. Ч. 1 / Г. Д. Матеїк. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. - 253 с.
8. Пустогов В. І. Загальна фізика. Електрика і магнетизм : конспект лекцій / В. І. Пустогов. - Івано-Франківськ : Факел, 2002. - 224 с. — режим доступу: <http://chitalnya.nung.edu.ua/node/2321>
9. Олексин Д.І., Орленко В.Ф., Вадець Д.І., Кучма М.І. та ін. Загальна фізика. Частина II/ Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне: НУВГП, 2009. -457 с./ електронний ресурс — режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/421364/>
10. Матеїк, Г. Д. Загальна фізика: конспект лекцій. Ч. 2 / Г. Д. Матеїк. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. - 298 с.
11. Бригінець В.П., Подласов С.О. Хвильова оптика. Лекції з курсу фізики: Навчальний посібник за програмою підготовки бакалаврів з технічних спеціальностей вищих навчальних закладів./Електронний ресурс — Київ, НТУУ «КПІ», 2014р.
12. Вакалюк, В. М. Курс загальної фізики : навч. посіб. Ч. 3 : Оптика. Атомна та ядерна фізика / В. М. Вакалюк. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. - 474 с.
13. Волчанський О.В., Гур'євська О.М., Подопрігора Н.В. Термодинаміка і статистична фізика: навчальний посібник [для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.] — Кіровоград: ТОВ «Сабоніт», 2009.
14. Федорченко А.М. Теоретична фізика: Підручник: У.2 т. — К.: Вища школа, 1992. — 535 с.
15. Кузнецова О.Я. Фізичні основи квантових явищ [Текст] : курс лекцій / О.Я. Кузнецова; Національний авіаційний ун-т. - К. : НАУ, 2004. - 84 с.

## Інформаційні ресурси

Порядок підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/261-2016-%D0%BF#n11>

Порядок прийому для здобуття вищої освіти в 2024 році. Наказ МОН України №266 від 06.03.2024 р. <https://mon.gov.ua/vstupna-kampaniia-2024/vstupna-kampaniia-do-zakladiv-vyshchoi-osvity-2024-roku/poriadok-priyomu-dlia-zdobuttia-vyshchoi-osvity-v-2024-rotsi>

Про внесення змін до Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2024 році. Наказ МОН України від 15.03.2024 № 326. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0403-24#Text>

Щодо вступу на навчання у 2024 році до аспірантури. *Лист МОН № 1/8552-24 від 15.05.24 року.* [https://osvita.ua/legislation/Vishya\\_osvita/92131/](https://osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/92131/)

Положення про аспірантуру та докторантуру Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Затверджене вченою радою (протокол №9 від 25.02.2019 р.).  
[https://www.cuspu.edu.ua/images/normativni\\_doc/Poloj\\_aspirantura\\_doctorantura\\_2019.pdf](https://www.cuspu.edu.ua/images/normativni_doc/Poloj_aspirantura_doctorantura_2019.pdf)