

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Приймальна комісія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії

ДВНЗ «УжНУ», ректор

_____ проф. Володимир СМОЛАНКА

_____ 2025 р.

ПРОГРАМА

фахового іспиту

для вступників на навчання для здобуття ОС магістр

за спеціальністю *E5 «Фізика та астрономія»*

(на основі НРК6 / НРК7)

РОЗРОБЛЕНО

Фаховою атестаційною комісією зі
спеціальності

E5 «Фізика та астрономія».

Голова комісії: Наталія Попович

ПРОГРАМА
фахового вступного іспиту
для вступників на навчання для здобуття освітнього ступеня «магістр»
зі спеціальності Е5 «Фізика та астрономія»
(на основі НРК6 / НРК7)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма вступного фахового іспиту для вступників на навчання за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія» (на основі НРК6 / НРК7) складена у відповідності до нормативних документів МОН України щодо реалізації положень Болонської декларації в системі вищої освіти та згідно рекомендацій, затверджених наказами Міністерства освіти і науки України від 23 січня 2004 року за № 48, від 20 жовтня 2004 року за № 812, від 20 січня 2005 року за № 30, від 30 грудня 2005 року за № 774.

Програма складена за навчальними програмами основних нормативних дисциплін, затвердженими рішеннями Вченої ради фізичного факультету, і містить перелік питань, знання яких є обов'язковим для вступників на навчання за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія».

Фахове вступне випробування (іспит) для вступу на навчання для здобуття ОС «магістр» за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія» на основі НРК6 / НРК7 проводиться у формі письмового тестування.

Метою вступного випробування є з'ясування рівня теоретичних знань абітурієнтів, практичних умінь та навичок, необхідних для засвоєння матеріалу нормативних дисциплін та дисциплін професійної підготовки за програмою підготовки магістрів зі спеціальності Е5 «Фізика та астрономія».

Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів. Для успішного засвоєння дисциплін, що передбачені навчальним планом підготовки ОС «магістр», абітурієнти повинні мати базову освіту бакалавра, спеціаліста за спорідненою спеціальністю або магістра за іншою спеціальністю. Обов'язковою умовою є вільне володіння українською мовою.

ПЕРЕЛІК ФАХОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН, З ЯКИХ ПРОВОДИТЬСЯ ВСТУПНЕ ВИПРОБУВАННЯ

Вступне випробування для вступників на навчання за спеціальністю Е5 «Фізика та астрономія». (на основі здобутого освітнього ступеня «бакалавр», освітнього ступеня «магістр», освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст») здійснюється за матеріалами наступних фахових навчальних дисциплін:

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА

Механіка.

Молекулярна фізика та термодинаміка.

Електрика та магнетизм.

Оптика.

Атомна фізика.

Фізика ядра та елементарних частинок.

ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА

Теоретична механіка.

Термодинаміка і статистична фізика.

Електродинаміка та теорія поля.

Квантова механіка.

ТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА

Механіка

1. Вектори середньої швидкості та прискорення. Їх координатне та векторне представлення. Нормальне і тангенційне прискорення. Вектор повного прискорення.
2. Закони Ньютона, їх узагальнення.
3. Закон всесвітнього тяжіння у векторній формі. Напруженість і потенціал гравітаційного поля. Рух тіл в полі тяжіння. Закони Кеплера.
4. Закони збереження в механіці.

- . 5. Сили інерції, які діють на рухомі і нерухомі тіла в неінерціальних системах відліку, які рухаються поступально і обертаються.
6. Момент сили, момент імпульсу, момент інерції. Основне рівняння динаміки обертового руху тіла навколо осі.
7. Гармонічні коливання. Рівняння гармонічних коливань. Частота власних коливань. Повна енергія гармонічних коливань.
8. Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца.
9. Рух рідин і газів. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі.

Молекулярна фізика і термодинаміка

1. Основні положення кінетичної теорії газів Закони ідеального газу.
2. Розподіл молекул газу за швидкостями, поняття функції розподілу.
3. Газ у полі сили тяжіння. Барометрична формула. Розподіл Больцмана.
4. Дифузія в газах. Закони Фіка. Коефіцієнт дифузії при стаціонарній дифузії.
5. Теплопровідність, закон Фур'є для теплопровідності.
6. Перший закон термодинаміки. Робота газу при різних процесах.
7. Розрахунок коефіцієнта корисної дії теплової машини, яка працює за циклом Карно. Поняття ентропії системи та розрахунок її зміни при різних процесах.
8. Рівняння стану реального газу.
9. Внутрішня енергія реального газу. Зміна температури реального газу при його адіабатичному розширенні, ефект Джоуля-Томсона.
10. Вільна поверхнева енергія рідин. Додатковий тиск Лапласа. Капілярні явища.
11. Рідкі розчини, масова та молярна їх концентрації.
12. Типи міжатомної взаємодії в кристалах. Кристалічна ґратка. Дефекти в кристалах.
13. Фазові перетворення 1-го та 2-го роду. Рівняння Клайперона-Клаузіуса.

Електрика і магнетизм

1. Електричне поле. Закон Кулона. Напруженість поля. Теорема Остроградського-Гауса. Різниця потенціалів. Зв'язок між напруженістю і різницею потенціалів.
2. Діелектрики в електростатичному полі. Явище поляризації. Типи поляризації. Неполарні, полярні діелектрики, сегнетоелектрики. Вектор поляризації.
3. Електрорушійна сила. Сторонні, сили. Закон Ома в інтегральній і диференціальній формах. Правила Кірхгофа. Робота і потужність струму.
4. Природа електричного струму у металах, напівпровідниках, електролітах, газах та вакуумному проміжку.
5. Дія магнітного поля на струм. Елемент струму. Вектор індукції магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Закон Ампера, сила Лоренца. Ефект Холла.
6. Магнітне поле в речовині. Механізми намагнічування середовищ. Типи магнетиків (діа-, пара-, феромагнетики).
7. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Індуктивний струм. ЕРС індукції. Правило Ленца.
8. Квазістаціонарний змінний струм. Активний опір, індуктивність і ємність в колі змінного струму. Закон Ома для змінного струму. Рівняння Максвелла, їх фізичний зміст.
9. Електромагнітні хвилі. Вектор потоку енергії електромагнітних хвиль (вектор Умова-Пойнтінга).

Оптика

1. Взаємодія квантів з матерією (фотоефект, ефект Комптона).
2. Інтерференція. Способи одержання когерентних джерел в оптиці.
3. Дифракція на багатовимірних структурах. Явище повного відбивання світла.
4. Закони теплового випромінювання. Індуковане випромінювання. Лазери.
5. Поляризація світла. Подвійне променезаломлення. Дифракція світла.
6. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракційна ґратка.

7. Природне обертання площини поляризації. Ефект Фарадея. Когерентне розсіяння світла: Тиндаля, Релея, Мі.
8. Поглинання світла. Закон Бугера.
9. Фізичні принципи голографії. Нелінійна поляризованість середовища. Явище самофокусування світла.

Атомна фізика

1. Аномальний ефект Зеемана. Досліди Штерна-Герлаха. Спін електрона.
2. Розподіли Максвелла-Больцмана, Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна. Структура атомів лужних металів, валентні електрони, дублетна структура цих атомів. Спіни електронів.
3. Спектри гелію. Ортогелій і парагелій. Принцип Паулі.
4. Магнітні властивості атомів: орбітальний і спіновий магнітний момент. Магнетон Бора.
5. Вплив магнітного поля на атоми. Нормальний ефект Зеемана.
6. Експериментальні обґрунтування сучасної теорії атомів: досліди Резерфорда по розсіюванню α -частинок. Борівська теорія атома водню.
7. Проходження мікрочастинок через потенціальний бар'єр. Тунельний ефект. Природа і властивості Х-випромінювання. Природа і типи молекулярних спектрів. Поняття про явище надпровідності.

Фізика ядра та елементарних частинок

1. Енергія зв'язку ядра. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
2. Природна і штучна радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Альфа-розпад, спектри альфа частинок.
3. Взаємодія нейтронів з речовиною. Уповільнення нейтронів. Теплові резонансні нейтрони.
4. Реакція поділу важких ядер. Ланцюгова ядерна реакція. Ядерні реактори.
5. Бета- розпад. Види бета- розпаду. Енергетичні спектри електронів. Експериментальний доказ існування нейтрино.
6. Дейтрон. Основні характеристики дейтрона. Спінова залежність ядерних сил.

7. Космічні промені. Первинне космічне випромінювання. Проходження космічного випромінювання крізь атмосферу. Гіпотези про походження космічних променів.
8. Ядерна ізомерія. Ефект Мессбауера.

ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА

Теоретична механіка

1. Закони Ньютона. Рівняння руху механічної системи. Перетворення Галілея. Принцип відносності Галілея. Закони зміни і закони збереження імпульсу та повної механічної енергії. Десять класичних інтегралів руху механіки.
2. Задача двох тіл. Загальний розв'язок задач двох матеріальних точок, потенціальна енергія взаємодії яких залежить тільки від віддалі між ними. Пружне розсіяння частинок. Формула Резерфорда.
3. Переносна швидкість. Переносне прискорення. Теорема Коріоліса. Рівняння руху матеріальної точки відносно неінерціальних систем відліку.
4. Основна задача динаміки невідомої системи. Дійсні, можливості і віртуальні переміщення. Ідеальні зв'язки. Рівняння Лагранжа з реакціями зв'язків. Загальні теореми динаміки невідомої системи.
5. Загальне рівняння механіки (рівняння Д'аламбера - Лагранжа) в незалежних координатах.
6. Опис стану матеріальної точки і його зміни з плином часу у підході Лагранжа. Потенціальні та узагальнено-потенціальні Лагранжа. сили. Функції
7. Власні одновимірні коливання. Затухаючі гармонічні коливання. Вимушені коливання. Резонанс. Нелінійні коливання. Автоколивання математичного маятника.
8. Рух вільного твердого тіла. Рух твердого тіла з одною нерухомою точкою. Рівновага твердого тіла. Тензор інерції. Момент інерції. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Фізичний маятник.
9. Канонічні рівняння. Функція Гамільтона.
10. Фазовий простір. Закон збереження фазового об'єму.
11. Класичні дужки Пуассона. Фундаментальні дужки Пуассона.

12. Функція дії. Рівняння Гамільтона - Якобі.

13. Ідеальна рідина. Рівняння руху ідеальної рідини. В'язка рідина. повна система рівнянь руху. Рівняння Нав'є - Стокса.

Електродинаміка і теорія поля

1. Система рівнянь Максвелла. Загальні наслідки з рівнянь Максвелла. 2. Основи електростатики. Основи магнітостатики. Електромагнітне поле квазістаціонарних струмів.

3. Відбивання та заломлення електромагнітних середовищ. хвиль На межі двох

4. Пряма основна задача електродинаміки. Хвильові рівняння для потенціалів електромагнітного поля.

5. Постулати теорії відносності. Релятивістська механіка. Коваріантна форма рівнянь електродинаміки.

6. Рух релятивістської зарядженої частинки в електромагнітному полі.

7. Теорія випромінювання електромагнітних хвиль в дипольному наближенні.

8. Розсіювання електромагнітних хвиль вільними зарядами. 9. Потенціали Лієнара - Віхерта.

10. Випромінювання енергії зарядженої частинки, що рухається прискоренням. Синхротронне випромінювання. Випромінювання Вавилова Черенкова.

Квантова механіка

1. Гіпотези Планка, Луї де Бройля, Ейнштейна, постулати Бора. Опис фізичного стану в квантовій механіці. Хвильова функція. Квантово-механічний принцип суперпозиції.

2. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Оператори фізичних величин. Лінійні оператори. Самоспряжені оператори. Комутатор двох операторів.

3. Власні значення і власні функції самоспряжених операторів, їх властивості. Середнє значення фізичної величини у квантовій механіці.

4. Зміна стану квантової системи із плином часу. Рівняння руху у нерелятивістській квантовій механіці. Стаціонарні стани. Стаціонарне рівняння Шредінгера.
5. Найпростіші задачі квантової механіки: гармонічний осцилятор, частинка в потенціальній ямі скінченої глибини, проходження крізь потенціальний бар'єр. Теорія Гамова розпаду важких ядер.
6. Рух у полі центральних сил. Радіальне рівняння Шредінгера. Рух у кулонівському полі. Атом водню.
7. Стаціонарна теорія збурень (не вироджений випадок). Теорія збурень при наявності виродження. Ефект Штарка для атома водню.
8. Теорія випромінювання і поглинання світла. Інтенсивності спонтанного та вимушеного випромінювання. Час життя збуджених станів атома. Природна ширина спектральних ліній.
9. Принцип тотожності частинок у квантовій механіці. Симетричні та антисиметричні хвильові функції. Бозони, ферміони. Принцип Паулі.
10. Теорія атома гелію: основний стан. Спіновий стан системи двох електронів, повна енергія атомного стану. Збуджені стани атома гелію, парабелі та ортогелій. Енергетичний спектр атома гелію.
11. Рівняння Дірака. Матриці Дірака. Вільний рух релятивістської частинки. Енергетичний спектр. Позитрони.
12. Квазірелятивістське наближення рівняння Дірака. Рівняння Паулі. Оператор власного магнітного моменту частинки. Магнетон Бора. Атом у магнітному полі. Ефект Зеемана.

Термодинаміка і статистична фізика

1. Стан термодинамічної рівноваги. Рівноважні і нерівноважні процеси. Постулати і начала термодинаміки. Ентропія, абсолютна температура. Основне рівняння і основна нерівність термодинаміки. Зв'язок між термічним і калоричним рівняннями. Основні ТД процеси і їх рівняння для ідеального газу.

2. Термодинамічні цикли. Цикл Карно і теореми Карно. Абсолютна шкала температур. Третє начало термодинаміки і наслідки з нього.
3. Метод циклів і метод термодинамічних потенціалів. Вільна енергія, енергія Гіббса, ентальпія. Охолодження газів. Процес Джоуля-Томсона.
4. Системи із змінним числом частинок. Хімічний потенціал та великий термодинамічний потенціал. Термодинамічні потенціали складних систем.
5. Класифікація фазових переходів. Рівняння Клаузіуса для фазових переходів I-роду. Рівняння Еренфеста для фазових переходів II-роду.
6. Ергодична Мікроканонічний розподіл. Статистична вага і ентропія. Ідеальний газ. гіпотеза. Основна гіпотеза статистичної фізики.
7. Великий канонічний розподіл. Велика статистична сума і термодинамічний потенціал. Термічне і калоричне рівняння ідеального газу. Розподіли Максвелла і Максвелла-Больцмана. Теорема про рівномірний розподіл кінетичної енергії по степеням вільності і теорема віріала.
8. Квантова статистика тотожних частинок. Статистика Бозе-Ейнштейна і статистика Фермі-Дірака. Перехід до класичної статистики Максвелла-Больцмана.
9. Умови виродження газів. Вироджений фермі-газ. Електронний газ в металах. Вироджений бозе-газ. Бозе-конденсація. Рівноважне випромінення і формула Планка.
10. Флуктуації основних термодинамічних величин. Кореляції. Формула Ейнштейна. Метод Гіббса.
11. Випадкові стаціонарні марковські процеси. Рівняння Смолуховського. Рівняння Фоккера-Планка. Фізичні характеристики броунівського руху. Коефіцієнти переносу. Теплові шуми і формула Найквіста. Кінетичне рівняння Больцмана. H-теорема Больцмана.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

під час проведення фахового іспиту для вступників на навчання для здобуття

ОС «магістр» (на основі НРК6 / НРК7) за спеціальністю

Е5 «Фізика та астрономія»

Під час фахового вступного іспиту абітурієнт одержує екзаменаційний білет, що містить 25 тестових завдань. Кожне завдання містить п'ять варіантів відповідей, з яких тільки одна є правильною. На виконання завдань відводиться 90 хвилин.

Кількість балів за вступне випробування розраховується за формулою:

$$80 + 4.8 \times N,$$

де N - кількість правильних відповідей. Максимальна кількість балів за фахове вступне випробування становить 200 балів. Вступник, який набрав менше, ніж 100 балів, вважається таким, що не склав вступний іспит.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерук, І. М. та ін. Загальний курс фізики: У трьох томах (За ред. Кучерука І. М.) Т.1: Молекулярна фізика і термодинаміка. – 2-ге вид., випр. - К.: Техніка, 2006.- 452 с.

2. Кучерук, І. М. та ін. Загальний курс фізики: У трьох томах (За ред. Кучерука І. М.) Т. 2: Електрика і магнетизм – 2-ге вид., випр. - К.: Техніка, 2006. - 452 с.

3. Кучерук, І. М. та ін. Загальний курс фізики: У трьох томах (За ред. Кучерука І. М.) Т.3: Оптика. Квантова фізика: – 2-ге вид., випр. - К.: Техніка, 2006. - 520 с.

4. Бушок Г. Ф., Венгер Є. Ф. Курс фізики. Кн.1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 2002. – 336 с.

5. Бушок Г. Ф., Венгер Є. Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм: Навч. посіб. – К.: Вища школа, 2003. – 278 с.

6. Бушок Г. Ф., Венгер Є. Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра: – К.: Вища школа, 2003. – 313 с.

7. Lea S., Burke J. Physics: the nature of things. –West Publishing Company. USA, 1997. 1199 p.
8. Булгаков В. М., Черниш О. М., Яременко В. В., Березовий М. Г. Теоретична механіка: підручник. – Київ: Центр навчальної літератури. – 2019. – 705 с.
9. Коновал О. А. Основи електродинаміка. - Кривий Ріг: «Видавничий дім», 2008. - 347 с.
10. Вакарчук І. О. Квантова механіка: Підручник.- Л. Львів: ЛДУ ім. І. Франка, 2011. - 616 с:
11. Венгер Є. Ф., Ерибань В. М., Мельничук О. В. Основи теоретичної фізики. – К.: Вища школа, 2011. – 430 с.
12. Понеділок Г. В., Данилов А. Б. Курс загальної фізики. Електрика і магнетизм. Навч. посіб. – Львів: Вид. Львівської політехніки, 2010. – 516 с.
13. Кобушкін О. П. Атомна фізика – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 310 с.
14. Альперін М. М., Манакин Л. О. Фізика ядра та елементарних частинок. – К.: Вища школа, 1979. - 152 с.
15. Каденко І. М., Плюйко В. А. Фізика атомного ядра та частинок: підручник для студентів фізичних факультетів. – К.: Київський університет, 2008. - 414 с.
16. Федорченко А. М. Теоретична фізика. Том 2. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
17. Павловський М. А. Теоретична механіка. – Київ: Техніка. – 2002. – 511 с.
18. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки: Навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Київ: Либідь. 2002. – 390 с.