

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник голови Приймальної  
комісії

В.о. ректора Харківського  
національного університету  
імені В. Н. Каразіна

---

Олександр ГОЛОВКО

**ПРОГРАМА**

**вступного іспиту зі спеціальності для вступників на навчання  
для здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 104 Фізика та астрономія**

**Інформація про ЕЦП**

**Службова записка**

№ документа <b>0102-200</b>	Дата реєстрації <b>22.04.2024</b>
Документ зареєстровано у картотеці: <b>Внутрішня</b>	Стислий зміст: <b>Програма вступного іспиту зі спеціальності для вступників на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 Фізика та астрономія</b>
Усього підписано файлів: <b>1</b>	Усього накладено цифрових підписів: <b>2</b>

\* **Program\_PhD\_Phys\_2024.pdf (1) 17.04.2024 9:13:08**

Підписів: **2**

**Перелік цифрових підписів**

ПІБ, посада	Підписант, дата та час підпису	Інформація про підпис
-------------	--------------------------------	-----------------------

Олександр ГОЛОВКО, Проректор з науково-педагогічної роботи

Підписано: ГОЛОВКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, проректор з науково-педагогічної роботи  
22.04.2024 18:36:51



Сергій ЄЛЬЦОВ, Начальник

Погоджено: ЄЛЬЦОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ,  
19.04.2024 16:08:07



## ЗМІСТ

### Геліофізика і фізика Сонячної системи

1. Предмет і задачі астрономії. Основні етапи її розвитку. Основні розділи астрономії. Уявлення про сучасну астрономічну картину світу.
2. Основи сферичної астрономії. Небесна сфера. Основні формули сферичної тригонометрії. Астрономічні системи координат та зв'язок між ними. Видимий рух Сонця та світил. Системи відліку часу. Редукції астрономічних координат - рефракція, аберація світла, прецесія та нутація. Середні та видимі місця зірок.
3. Основні задачі практичної астрономії. Визначення координат небесних тіл. Визначення географічних координат та часу. Зоряні карти та каталоги. Система астрономічних сталих.
4. Рух та форма Землі, Місяця та планет. Задача двох тіл Закони Кеплера. Збурений рух. Рух штучних небесних тіл. Задача трьох тіл. Стійкість руху в небесній механіці.
5. Основи астрофізики. Астрономічні інструменти для різних діапазонів спектру та їх характеристики. Приймачі випромінювання та їх характеристики. Астрофізичні прилади. Основи астрофотометрії та поляриметрії. Основні методи визначення мас, розмірів та температур небесних тіл.
6. Сонце та його характеристики. Внутрішня будова та джерела енергії. Фотосфера, формування неперервного спектру Сонця. Хромосфера та формування лінійчатого спектра Сонця. Корона та магнітне поле Сонця. Основні прояви сонячної активності. Сонячно - планетні зв'язки.
7. Сонячна система. Планети земної групи, планети-гіганти та планети-карлики. Місяць, його характеристики, будова та поверхня. Супутники планет. Малі тіла Сонячної системи. Походження та еволюція Сонячної системи.
8. Зорі та їх характеристики. Класифікація зір. Будова, джерела енергії

та еволюція зір різної маси. Кінцеві стадії еволюції. Неперервний та лінійчатий спектри зір. Змінні зорі та їх класифікація. Подвійні та кратні системи різних типів. Походження зір. Субзорі, їх будова та джерела енергії.

9. Наша Галактика. Зоряні скупчення: шарові, розсіяні, зоряні асоціації. Міжзоряне середовище. Газові та пилові туманності. Спиральна структура Галактики. Обертання Галактики. Еволюція Галактики.
10. Методи визначення відстаней до галактик. Квазари. Скупчення галактик. Основи космології. Еволюція Всесвіту. Однокомпонентні та двокомпонентні космологічні моделі. Фізичний вакуум і темна матерія. Гарячий Всесвіт та його фізична еволюція. Ранній Всесвіт. Множинність Всесвітів. Антропний принцип.

#### Література:

1. Андрієвський С.М., Кузьменков С.Г., Захожай В.А., Климишин І.А. Курс загальної астрономії: підручник. –Харків: ПромАрт, 2019. –524 с.
2. Александров Ю.В. Небесна механіка. Харків: Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, 2004.
3. Александров Ю.В., Шевченко В.Г. Астрофізика. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – 256 с.
4. Александров Ю.В. Фізика планет. К., 1996. - 375 с.
5. Мороженко О.В. Методи і результати дистанційного зондування атмосфер планет. К., 2004. – 756 с.
6. Bannikova E., Caraccioli M. Foundations of Celestial Mechanics. Springer. 2022. P. 392. ISSN1868-4513. ISBN978-3-031-04575-2.
7. Dark energy and dark matter in the Universe: in three volumes / Editor V. Shulga. — Vol. 2. Dark matter: Astrophysical aspects of the problem. Publisher: К.: Akadempriodyka, 2014. — 356 p.
8. Roy A.E., Clarke D. Astronomy. Principles and Practice. 2003. IoP. 470 p.
9. Keeton C. Principles of Astrophysics. 2014. Springer. 450 p.
- 10.Lang K.R. Essential Astrophysics 2013. Springer. 650 p.

11. Coles P., Lucchin F. *Cosmology The Origin and Evolution of Cosmic Structure*. John Wiley & Sons, Ltd. 2002. ISBN 0 47148909 3. 515 p.
12. *Polarimetry of Stars and Planetary Systems*. Ed. by Ludmilla Kolokolova, James Hough, Anny-Chantal Levasseur-Regourd. Publisher: Cambridge University Press, 2015.-487 p.

### **Фізика низьких температур**

1. Кінетичні та рівноважні властивості металів та сплавів при низьких температурах:
  - 1.1. Електропровідність;
  - 1.2. Теплопровідність;
  - 1.3. Транспортні та квантові явища у класичних і квантових магнітних полях.
2. Низькотемпературні фазові переходи, включаючи надпровідність і надплинність:
  - 2.1. Основні фізичні явища, що спостерігаються у надпровідниках;
  - 2.2. Надпровідність ІІ-го роду;
  - 2.3. Макроскопічні і мікроскопічні теорії: надпровідності (БКШ і ГЛ);
  - 2.4. Високотемпературні надпровідники (ВТНП);
  - 2.5. Флуктуаційні явища у надпровідниках;
  - 2.6. Експериментальні явища, що доводять надплинність у рідкому He-ІІ;
  - 2.7. Теорія Ландау щодо надплинності He-ІІ.
3. Низькотемпературні квантові ефекти в напівпровідниках та діелектриках:
  - 3.1. Квантовий ефект Холла.
4. Низькотемпературний магнетизм:
  - 4.1. Феро-, фері- і антиферомагнітне впорядкування;
  - 4.2. Антиферомагнетизм і надпровідність у ВТНП-купратах.
5. Властивості неупорядкованих систем при низьких температурах:
  - 5.1. Перехід метал-ізолятор;

5.2. Андерсонівська локалізація.

6. Фізичні засади, методи одержання та вимірювання низьких і наднизьких температур:

6.1. Фізичні принципи отримання низьких температур;

6.2. Низькотемпературна термометрія;

6.3. Кріостати для низькотемпературних досліджень.

Література:

1. Орлова МЛ. Низкотемпературная термометрия. - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 160 с.
2. Криогенная техника. Под ред. Б.И.Веркина. - К.: Наук, думка, 1985.
3. Б.И. Шкловский, А.Л. Эфрос. Электронные свойства легированных полупроводников. - М.: Наука, 1979.
4. В.О. Шкловський, В.І. Білецький. Локалізація і мезоскопічні ефекти у металах при низьких температурах. - Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012.
5. Н.Б. Брандт, С.М. Чудинов. Экспериментальные методы исследования энергетических спектров электронов и фононов в металлах. - М: Из - во МГУ, 1983.
6. Д.Р. Тилли, Дж. Тилли. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. - М.: Мир, 1977.

### **Теоретична фізика**

1. Класична механіка

1.1. Принцип стаціонарності дії.

1.2. Функція Лагранжа. Рівняння Лагранжа.

1.3. Симетрія простору-часу і закони збереження імпульсу, моменту імпульсу та енергії.

1.4. Одновимірний рух.

1.5. Задача двох тіл. Рух частинки у кулонівському полі.

1.6. Розсіяння частинок. Формула Резерфорда.

1.7. Малі коливання системи з багатьма ступенями свободи. Згасаючі

коливання.

- 1.8. Вимушені коливання. Резонанс.
  - 1.9. Рівняння руху твердого тіла.
  - 1.10. Рух в неінерційних системах відліку.
  - 1.11. Функція Гамільтона. Рівняння Гамільтона. Канонічні перетворення. Рівняння Гамільтона-Якобі.
2. Електродинаміка
    - 2.1. Принцип відносності. Перетворення Лоренца.
    - 2.2. Принцип найменшої дії в теорії відносності.
    - 2.3. Імпульс і енергія в релятивістській механіці
    - 2.4. Рух заряду в електромагнітному полі.
    - 2.5. Тензор електромагнітного поля. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі.
    - 2.6. Випромінювання електромагнітних хвиль.
    - 2.7. Рівняння Максвелла у конденсованих середовищах.
    - 2.8. Електромагнітні хвилі у діелектриках та металах. Тензор діелектричної проникливості.
  3. Квантова механіка
    - 3.1. Принцип невизначеності. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера.
    - 3.2. Оператори фізичних величин. Матриці. Оператори імпульсу та моменту імпульсу.
    - 3.3. Лінійний гармонічний осцилятор. Електрон у магнітному полі.
    - 3.4. Атом водню.
    - 3.5. Теорія збурень.
    - 3.6. Квазікласичне наближення.
    - 3.7. Спін. Тотожність частинок.
    - 3.8. Розсіяння частинок. Борнівське наближення. Резонанси.
  4. Статистична фізика і термодинаміка
    - 4.1. Функція розподілу. Мікроканонічний розподіл.
    - 4.2. Ентропія. Закон зростання ентропії.
    - 4.3. Термодинамічні потенціали та нерівності. Начала термодинаміки.

- 4.4. Розподіл Гіббса. Великий канонічний розподіл. Розподіл Максвелла-Больцмана.
- 4.5. Розподіл Фермі-Дірака. Теплоємність виродженого електронного газу.
- 4.6. Розподіл Бозе-Ейнштейна. Бозе-Ейнштейнівська конденсація.
- 4.7. Флуктуації і кореляції. Броунівський рух. Флуктуаційно-дисипативна теорема. Формула Кубо.
- 4.8. Фазові перетворення першого та другого роду. Теорія Ландау. Флуктуації параметра порядку.
- 4.9. Рівняння Больцмана. Електропровідність і теплопровідність металів.

#### Література:

1. Єзерська О.В., Ковальов О.С., Майзеліс З.О., Чебанова Т.С. Класична динаміка у ньютонівському та лагранжевому формалізмі: навч.-метод. посіб. Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019.
2. Єзерська О.В., Ковальов О.С., Майзеліс З.О., Чебанова Т.С. Малі коливання. I. Лінійні коливання : навч.-метод. посіб. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016.
3. Федорченко А.М. Теоретична фізика. У 2-х томах. Том 1. Класична механіка і електродинаміка. – К. : Вища школа, 1992, – 535 с.
4. Сугаков В.Й. Теоретична фізика. Електродинаміка. К., Вища школа, 1974.
5. Вакарчук І.О. Квантова механіка: Підручник.— 2-ге вид., доп. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 784 с.
6. Апостолов С.С., Єзерська О.В. Основи квантової механіки. Теорія та практичні завдання. Х.:ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021.
7. Єрмолаєв О.М., Рашба Г.І. Вступ до статистичної фізики та термодинаміки. - Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2004.
8. Свідзинський А. В. Лекції з термодинаміки. – Луцьк: Вежа, 1999.
9. Боголюбов М. М. Лекції з квантової статистики. – К.: Радянська школа, 1949.
10. Єрмолаєв О. М. Функції Гріна в теорії твердого тіла. – Х.: ХНУ, 2001.



11.Кобилянський В. Б. Статистична фізика. – К.: Вища школа, 1972.

12.Свідзинський А. В. Математичні методи теоретичної фізики. – Луцьк: Вежа, 2001.

### **Фізика твердого тіла**

1. Структура твердих тіл.
2. Особливості структури та фізичних властивостей іонних, ковалентних, металічних молекулярних кристалів.
3. Кристалографічні системи, ґратки Браве, точкові та просторові групи симетрії.
4. Дефекти кристалічної структури.
5. Класифікація дефектів.
6. Точкові дефекти.
7. Термодинаміка точкових дефектів.
8. Типи дислокацій.
9. Рух та розмноження дислокацій.
- 10.Механічні властивості твердих тіл.
- 11.Закон Гука для ізотропних і анізотропних тіл.
- 12.Пластична деформація та деформаційне зміцнення моно- та полікристалів.
- 13.Дифузія та фазові перетворення у твердих тілах, рівняння дифузії.
- 14.Механізми дифузії.
- 15.Дифузія в іонних кристалах.
- 16.Експериментальні методи вимірювання коефіцієнтів дифузії. Фазові перетворення, їх класифікація.
- 17.Енергетичний спектр кристалів.
- 18.Опис енергетичних станів кристалу за допомогою газу квазічастинок.
- 19.Електрони в металі.
- 20.Опір кристалічної ґратки та розсіяння на домішках.
- 21.Термоелектричні та гальваномагнітні явища.

22. Термомагнітні явища.
23. Оптичні властивості твердих тіл.
24. Діа- та парамагнетизм твердих тіл. Антиферомагнетизм і феримагнетизм.
25. Магнітний резонанс.
26. Ферити.
27. Рентгенографія. Просвічувальна електронна мікроскопія, електронографія.
28. Ефект Мессбауера. ЕПР, ЯМР.

#### Література:

1. Подопригора Н.В. Фізика твердого тіла: навч. посіб. для студентів фіз. спеціальностей пед. ун-тів. / Подопригора Н. В., Садовий М. І., Трифанова О.М. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 416 с.
2. Бібік В.В. Фізика твердого тіла: навч. посібник/ В.В.Бібік, Т.М.Гричановська, Л.В.Однорець, Н.І. Шумакова. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2010. – 200 с.
3. Основи фізичного матеріалознавства: навчальний посібник/ В.С. Кшняка, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 446 с.
4. Основи матеріалознавства. Частина 1. Властивості матеріалів та методи дослідження. Конспект лекцій. / Укладачі: Юрченко О.М., Кормош Ж.О., Парасюк О.В. – Луцьк: Вежа-друк. – 44 с.
5. Строїтелева Н.І., Кісельов Є.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник – ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» / Упоряд.: С.О. Колінько., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А. – Черкаси: ЧДТУ, 2021. – 175 с.
7. Поплавко Ю. М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
8. Зиман З.З., Сіренко А.Ф. Основи фізичного матеріалознавства. Навчальний

### Магнетизм

1. Момент імпульсу елементарної частинки та його квантово-механічні властивості.
2. Орбітальне та магнітне орбітальне квантові числа. Просторове квантування моменту.
3. Момент системи незалежних частинок. Правила складання моментів.
4. Орбітальний та спіновий рух електрона. Магнетон Бора. Зв'язок механічного та магнітного моментів. Гіромагнітне відношення для орбітального та спінового руху електрона Гіромагнітні досліді.
5. Електронна конфігурація та енергетичні стани атомів; терми, мультиплетність. Правило Хунда.
6. Розщеплення енергетичних рівнів атомів в магнітному полі, g-фактор. Ефект Зеемана.
7. Атом в електричному полі. Ефект Штарка
8. Атоми та іони з незаповненими електронними оболонками. 3d-4d, 4f, 5f-перехідні елементи.
9. Орієнтаційний парамагнетизм локалізованих магнітних моментів. Намагнічування системи невзаємодіючих та системи взаємодіючих між собою магнітних моментів. Закони Кюрі, Кюрі-Вейса.
10. Заморожування орбітального моменту в кристалічному полі. Особливості кривих намагнічування парамагнітних сполук при низьких температурах.
11. Парамагнетизм електронів провідності в металах: парамагнетизм Паулі.
12. Магнітокалоричний ефект, адіабатичне розмагнічування парамагнетиків. Одержання низьких та наднизьких температур.
13. Діамагнітні властивості атомів та молекул. Закон Паскаля.
14. Діамагнетизм електронів провідності: діамагнетизм Ландау.
15. Електронний парамагнітний резонанс. Ядерний магнітний резонанс. Спін-граткова та спін-спінова релаксація. Ширина резонансної лінії.

16. Взаємодії, що відповідають за магнітне впорядкування. Пряма та непряма обмінна взаємодія в діелектриках та металах. Ефективні поля. Магнітна анізотропія. Механізми її виникнення.
17. Феромагнетики. Температурна залежність спонтанної намагніченості. Температура Кюрі.
18. Антиферомагнетики. Намагніченості підґраток, залежність від температури, температура Нееля.
19. Магнітоелектрики, їх характерні властивості.
20. Вплив магнітного впорядкування на немагнітні властивості речовини. Магнітний внесок в теплоємність.
21. Феромагнітний та антиферомагнітний резонанс. Спінові хвилі.
22. Магнітні фазові перетворення в анти- та феримагнетиках. Перекидання спінів, злам підґраток, метамагнітні фазові переходи.
23. Причини виникнення доменів в феромагнітних зразках. Доменні стінки та доменні структури.
24. Взаємодія доменних стінок з дефектами. Коерцитивність стінок. Рух доменної стінки, максимальна швидкість.
25. Магнітострикція в феромагнетиках. Механізми її виникнення.
26. Проникнення магнітного поля в надпровідник. Глибина проникнення, критичні поля. Ефект Мейснера.
27. Надпровідники I та II роду в магнітному полі. Вихори Абрикосова. Проміжний та змішаний стани.

#### Література:

1. Кучерук І. М., Горбачук І.Т. Загальна фізика. Електрика та магнетизм: навчальний посібник . – Київ : Вища школа, 1990. – 367 с.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.І., Луцик П.П. Курс загальної фізики. Електрика і магнетизм. – К. : Техніка, 2001. – 452 с.
3. Дідух Л.Д. Електрика та магнетизм: підручник. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2020. – 464 с.

4. Гуменюк А.Ф. Електрика та магнетизм. Навчальний посібник. – К.: Четверта хвиля, 2008. – 506 с.
5. Електрика та магнетизм: підручник для студентів інженерно-фізичних факультетів / М.О. Азаренков, Л.А. Булавін, В.П. Олефір. – Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. – 564с.
6. Каденко І. М., Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок : підручник. – К. ВПЦ "Київський університет", 2019. – 467 с.
7. Поплавко Ю. М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
8. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. К.: Вища школа, 1999. – 517 с.

### **Оптика, лазерна фізика**

1. Електромагнітна природа світла. Рівняння Максвелла та їх зміст.
2. Енергія та потік енергії електромагнітного поля.
3. Хвильове рівняння і його найпростіші рішення в лінійних прозорих та непрозорих середовищах.
4. Поперечність електромагнітних хвиль, їх поляризація.
5. Закони відбиття та заломлення світла на границі між двома прозорими ізотропними середовищами. Формули Френеля.
6. Інтерференція світла як наслідок суперпозиції" полів хвиль.
7. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Теорія дифракційних явищ Кірхгофа. Зони Френеля.
8. Основні засади геометричної оптики. Промінь, ейконал, хвильова поверхня. Гомоцентричний пучок.
9. Заломлення променів сферичними поверхнями. Тонка і товсталінзи.
10. Аберації оптичних систем.
11. Оптичні схеми спектральних апаратів та їх основні типи.

12. Критерій роздільної здатності Релея.
13. Роздільні здатності телескопа та мікроскопа при когерентному та некогерентному освітленні. Мікроскоп фазового контрасту.
14. Фотохімічна дія світла. Фотографія на галогенідах срібла.
15. Основи голографії, її практичне застосування.
16. Тензори діелектричної сприйнятливості та проникності в анізотропному середовищі.
17. Рівняння Френеля для хвильових і енергетичних нормалей. Хвильові поверхні в кристалах.
18. Заломлення світла в одновісних кристалах. Конічна рефракція.
19. Поляризаційні прилади.
20. Тензори нелінійної діелектричної сприйнятливості. Нелінійно-оптичні ефекти та їх класифікація.
21. Нелінійне хвильове рівняння, його рішення. Когерентна та некогерентна взаємодія хвиль, умови фазового синхронізму.
22. Класична електронна теорія дисперсії. Нормальна і аномальна дисперсії показника заломлення.
23. Дисперсія рентгенівського випромінювання. Дисперсія світла в металах та іонних кристалах.
24. Пружне і непружне розсіювання світла. Розсіювання Релея та Мі.
25. Закони теплового випромінювання.
26. Фотоефект та його закони.
27. Електронні оболонки атомів і періодична система елементів.
28. Молекулярна спектроскопія. Застосування теорії груп в аналізі спектрів.
29. Зонна структура твердих тіл та їх спектроскопія.
30. Спонтанне та вимушене випромінювання. Коефіцієнти Ейнштейна.
31. Інверсна заселеність квантових станів. Три- та чотирирівневі схеми лазерної генерації.
32. Оптичні резонатори. Поріг генерації.
33. Основи лазерної спектроскопії.

## Література:

1. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. К.: Вища школа, 1999. – 517 с.
2. Кучерук І. М., Дущенко В.П. Т. Загальний курс фізики. Оптика. Квантова фізика. Т. 3. К.: Видавництво «Техніка», 1991. – 463 с.
3. Курс загальної фізики: підруч. для студ. ВНЗ: у 6 т. / ОНУ ім. І.І. Мечникова; за заг. ред. В. А. Сминтина. – Одеса : Астропринт, 2011. – Т.4 : Оптика / В. А. Сминтина, Ю. Ф. Ваксман. – 2012. – 275 с.
4. Горбань І.С. Оптика. – Київ: Вища школа, 1979. – 224 с.
5. Born, Max; Wolf, Emil Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light (7th expanded ed.). Cambridge: Cambridge University Press. (1999). ISBN 0-521-64222-1
6. A. Gerrard and J.M. Burch, Introduction to Matrix Methods in Optics. John Wiley & Sons, 1975
7. H. C. van de Hulst., Light scattering by small particles, John Wiley and Sons, New York 1957. <https://doi.org/10.1002/qj.49708436025>
8. H.G. Kuhn, "Atomic Spectra", Academic Press, New York, 436 pp., 1962 j.
9. O.Svelto, "Principles of lasers", 5<sup>th</sup> Edition, N.Y – London: Springer Science+Business Media, 2010, 620 p.
10. A. Yariv, "Quantum Electronics", 3<sup>rd</sup> Edition, N.Y. – Singapore: John Wiley & Sons, 1989, 680 p.
11. J. T. Verdeyen, "Laser Electronics", 3<sup>rd</sup> Edition, Englewood Cliffs, New Jersey 07632: Prentice Hall, 1995, 800 p.
12. W. Demtröder, "Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation", 3<sup>rd</sup> Edition, Berlin – Tokyo: Springer, 2003, 987 p.

### Структура екзаменаційного завдання

1. Вступний іспит зі спеціальності проводиться у формі співбесіди.
2. До складу завдання входить 3 питання.
3. На відбір питань для кожного вступника впливають слідуєчі фактори:
  - знання фундаментальних фізичних явищ;
  - знання фізичних явищ з розділів фізики, які буде вивчати аспірант;
  - фізичні процеси, які будуть досліджуватись у виконанні наукової роботи.



### **Критерії оцінювання**

1. Вступний іспит зі спеціальності проводиться у формі співбесіди.
2. Оцінка за виконання завдань екзаменаційної роботи виставляється за шкалою від 100 до 200 балів.
3. Кожен з варіантів екзаменаційних завдань рівнозначного ступеня складності містить 3 питання, що оцінюються у 60, 60 та 80 балів.
4. Вступник допускається до участі у конкурсному відборі для зарахування на навчання, якщо кількість балів із вступного іспиту зі спеціальності складає не менше 100 балів.

Голова предметної комісії

\_\_\_\_\_ Володимир ПОЙДА

Затверджено

Приймальною комісією

Харківського національного

університету імені В. Н. Каразіна

(протокол № 2 від " 15 " квітня 2024 р.)

Відповідальний секретар

Приймальної комісії

---

Сергій ЄЛЬЦОВ