

# **ПРОГРАМА**

вступного іспиту зі спеціальності

105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня

## **Вступне слово**

Програма складена з урахуванням програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали». Вона містить два розділи, у першому з яких сформульовані питання загальних, а у другому – спеціальних курсів. Розроблені питання ставлять ціллю виявити знання та уміння здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

## **Розділ 1.**

### **«Базова підготовка»**

#### **1. Фізика твердого тіла**

- 1.1. Типи хімічного зв'язку в кристалах.
- 1.2. Структурні та фізичні особливості іонних, ковалентних, металічних та молекулярних кристалів.
- 1.3. Поняття ефективної маси та квазіімпульсу.
- 1.4. Теорема Блоха та закон дисперсії.
- 1.5. Густина станів і рівень Фермі.
- 1.6. Статистика газу квазічастинок. Бозони та ферміони.
- 1.7. Квазічастинки та їхня взаємодія.
- 1.8. Одноелектронна модель. Наближення слабо- і сильнозв'язаних електронів.
- 1.9. Зонна будова та типи твердих тіл.
- 1.10. Вироджені та невироджені стани. Вироджений електронний газ.
- 1.11. Коливання кристалічної решітки – фонони та їхні властивості.
- 1.12. Акустична та оптична гілки коливань кристалічної ґратки.
- 1.13. Теплоємність кристалічної ґратки. Ангармонізм та теплове розширення твердих тіл.

#### **2. Квантова механіка**

- 2.1. Одновимірні задачі квантової механіки.
- 2.2. Тунельні явища в квантовій механіці.
- 2.3. Фундаментальні принципи та математичний формалізм квантової теорії.
- 2.4. Рух заряджених квантових частинок в стаціонарних електричних і магнітних полях.
- 2.5. Елементи квантової механіки багаточастинкових систем.

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

- 3.1. Термодинамічні потенціали.
- 3.2. Розподіл Фермі – Дірака.
- 3.3. Розподіл Бозе – Айнштейна. Бозе-Айнштейнівська конденсація. Термодинамічні функції виродженого бозе-газу.
- 3.4. Фазові переходи. Умови рівноваги фаз.
- 3.5. Явища перенесення (закони Фур'є, Фіка та Ньютона).

## **Розділ 2.**

### **«Спеціальна підготовка»**

#### **4. Термо- та фотоелектричні явища в твердих тілах**

- 4.1. Контактна різниця потенціалів. Внутрішня контактна різниця потенціалів. Зовнішня контактна різниця потенціалів.
- 4.2. Термоелектричний ефект. Явище Зеєбека. Ефект Пельтьє.
- 4.3. Власна та домішкова електропровідність напівпровідників. Розподіл носіїв заряду в зонах напівпровідника.
- 4.4. Електронно-дірковий перехід. Фізичні процеси під час створення р-п переходу.
- 4.5. Вольт-амперна характеристика ідеалізованого р-п переходу. Вольт-амперна характеристика реального р-п переходу.

#### **5. Наноматеріалознавство**

- 5.1. Електронна, просвічувальна, растрова та сканувальна тунельна мікроскопія.

- 5.2. Дифракційні методи дослідження. Дифракція на кристалічних ґратках.
- 5.3. Фізичні методи виробництва нанопорошків.
- 5.4. Нанолітографія.
- 5.5. Нанокластерні модифікації Карбону. Фулерени. Механізм утворення фулеренів.
- 5.6. Нанотрубки. Вуглецеві нанотрубки.
- 5.7. Квантові точки. Нанодроти і нанонитки.
- 5.8. Графен і сполуки на його основі.
- 5.9. Кристалічні нанокompозити, їх виготовлення та дослідження.

## **6. Просторова анізотропія індукованих фізичних процесів**

- 6.1. Лінійний електрооптичний ефект. Загальний опис електрооптичних явищ у кристалах. Аналітичні співвідношення для визначення електрооптичних коефіцієнтів.
- 6.2. П'єзо- та пружнооптичний ефекти. Виведення співвідношень для визначення п'єзооптичних коефіцієнтів.
- 6.3. Акустооптичний ефект. Основні співвідношення для розрахунку параметра акустооптичної якості. Розв'язання рівняння Крістофеля.
- 6.4. Опис та геометричне представлення просторової анізотропії індукованих фізичних процесів у кристалічних матеріалах.
- 6.5. Експериментальна методика та апаратура для дослідження кристалічних матеріалів на основі електрооптичного ефекту.
- 6.6. Експериментальна методика та апаратура для дослідження кристалічних матеріалів на основі п'єзооптичного ефекту.
- 6.7. Експериментальна методика та апаратура для дослідження кристалічних матеріалів на основі акустооптичного ефекту.

## **Форми контролю та критерії оцінювання**

Організування та проведення вступних випробувань до аспірантури здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у відповідному році.

Вступний іспит зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» проводиться у письмовій формі згідно з окремим графіком, який затверджується Ректором Університету та оприлюднюється на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури й офіційному веб-сайті Університету не пізніше, ніж за 3 дні до початку прийому документів.

Екзаменаційні білети вступного іспиту зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» формуються в обсязі програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності та затверджуються рішенням Приймальної комісії Національного університету «Львівська політехніка».

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» містить письмову компоненту з п'яти питань, три питання з розділу 1 та два питання з розділу 2 кожне з яких оцінюється до 20 балів (максимальна сумарна кількість балів - 100).

**Критерії оцінювання кожного питання вступного іспиту є такими:**

- Оцінка «відмінно» (18-20 балів): вступник в аспірантуру бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, логічно та обґрунтовано будувати висновки.
- Оцінка «добре» (14-17 балів): вступник в аспірантуру добре засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, дає неповні визначення понять, допускає незначні порушення в послідовності викладення матеріалу та неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки, висловлює свої міркування щодо тих чи інших проблем, але припускається певних похибок у логіці

викладу теоретичного змісту.

- Оцінка «задовільно» (10-13 балів): вступник в аспірантуру в основному засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; при відтворенні основного змісту питання допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, непереконливо відповідає, плутає поняття.
- Оцінка «незадовільно» (0-9 балів): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильну відповідь на запитання.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Львівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил вступники в аспірантуру притягаються до відповідальності згідно вимог чинного законодавства.

## **Література**

1. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 480 с.
2. Лукіянець Б.А., Понеділок Г.В., Рудавський Ю.К. Основи квантової фізики.– Львів, Вид-во НУ ЛП, 2009. – 420 с.
3. Вакарчук І.О. Квантова механіка. – Львів: ЛДУ імені І. Франка, 2012. – 872 с.
4. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки.– Київ: Либідь, 2002.– 392 с.
5. Василечко Л.О., Кондир А.І. Фізичні методи дослідження функціональних матеріалів: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 323с.
6. Андрущак А.С., Бурий О.А., Андрущак Н.А., Дем'янишин Н.М. Просторова анізотропія індукованих оптичних ефектів у кристалічних

матеріалах. У 2-ох т. Т.1. Аналітичний опис, геометричне представлення та методика експерименту. – Львів: Простір М, 2019.–200с.

7. Кондир А.І. Наноматеріалознавство і нанотехнології: навчальний посібник. –Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 452с.
8. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 243 с.
9. Фодчук І М., Ткач О.О. Основи кристалографії. Чернівці. 2006. -108 с.
- 10.Покропивний В. В., Поперенко Л.В. Фізика наноструктур: навчальний посібник – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2008. - 220 с.