

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор



Михайло
ЗГУРОВСЬКИЙ

2.05.2023

дата

ПРОГРАМА

вступного іспиту із спеціальності

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії

«Фізика»

за спеціальністю 104 Фізика та астрономія

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю
104 Фізика та астрономія

Протокол № 4 від «28» «квітня» 2023 р.

Голова НМК

Сергій РЕШЕТНЯК

ЗМІСТ

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	2
II. ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ	3
III. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ.....	6
IV. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА	7
V. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ	8

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії спеціальності 104 «Фізика та астрономія» проводиться для тих вступників, які мають ступінь магістра¹.

Освітня програма «Фізика» відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. В наш час вища школа повинна вирішувати задачу підсилення фундаментального характеру освіти науковців. Фізика знаходиться в першому ряді фундаментальних дисциплін разом з математикою, хімією та ін. Разом з фундаментальністю освіти для спеціаліста важливе значення має вміння ефективно використовувати результати фізичних досліджень для прискорення науково-технічного прогресу.

Дисципліни, зміст яких входить до програми екзамену, належать до циклу дисциплін загальної та теоретичної фізики та фізики твердого тіла. Метою проведення даного екзамену є перевірка навичок та вмінь вступників щодо визначення фізичних характеристик процесів, знання основних принципів і законів фізики та їх математичного вигляду, методів спостереження і експериментального дослідження основних фізичних явищ; наявність уявлення про межі застосування фізичних моделей і теорій.

Вступники повинні з повним розумінням знати фундаментальні закони фізики і методи їх досліджень, вміти застосовувати ці знання при розгляді окремих явищ, поєднувати їх фізичну суть з аналітичними співвідношеннями, вміти поєднувати макроскопічні явища з їх мікроскопічним механізмом; вміти використовувати знання з курсів загальної та теоретичної фізики, а також фізики твердого тіла при вивченні інших дисциплін за фахом.

Кожен з вступників отримує білет, в якому міститься одне тестове завдання, що складається з 20 питань, та два теоретичних питання з фізики, які потребують розгорнутої відповіді. На підготовку відповіді відводиться 90 хв. часу.

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступників освітньої програми «Фізика» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

¹ Відповідно доп.2 Розділу XV закону Про вищу освіту вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра

II. ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБОВУВАННЯ

1. Ідеальні кристалічні структури

1.1. Ідеальний кристал. Кристалічна гратка, базис, елементарна комірка, примітивна комірка, комірка Вігнера-Зейтца.

1.2. Операції симетрії кристалічних структур. Трансляція, точкові операції симетрії, точкова група симетрії.

1.3. Класифікація ґраток Браве та кристалічних структур. Сингонії.

1.4. Індеси Міллера. Положення та позначення площин, напрямків та вузлів елементарної ґратки в кристалі.

1.5. Відбиття рентгенівських променів від атомних площин. Закон Брегга.

1.6. Методи дослідження кристалічних структур. Використання електронів, нейтронів, рентгенівських променів для дослідження кристалів. Метод Лауе, метод обертання кристала, метод коливань, метод порошку.

1.7. Обернена ґратка. Об'єм елементарної комірки. Перша зона Бріллюена.

1.8. Періодичний потенціал. Теорема Блоха. Граничні умови Борна–Кармана. Кількість дозволених станів.

2. Коливання ґратки

2.1. Типи зв'язку в кристалах. Метали, іонні кристали, ковалентні кристали, молекулярні кристали. Класична теорія гармонічних коливань. Теплоємність класичного кристала. Закон Дюлонга–Пті. Пружні властивості кристалів.

2.2. Фонони та коливання ґратки. Спектр фононів. Теплоємність кристалів за різних температур. Моделі Ейнштейна та Дебая. Температура Дебая. Фактор Дебая-Уоллера.

2.3. Фонони в металах. Закон дисперсії фононів. Експериментальне визначення закону дисперсії.

2.4. Ангармонічні ефекти. Стала Грюнайзена. Теплопровідність ґратки.

3. Електрони в кристалах

3.1. Електрон в періодичній кристалічній ґратці. Вільний електронний газ Фермі. Поверхня Фермі.

3.2. Методи розрахунку зонної структури. Наближення слабкого зв'язку. Енергетичні зони.

3.3. Наближення сильного зв'язку для електронів. Функції Ваньє.

3.4. Огляд додаткових методів розрахунку зонної структури (методів приєднаних плоских хвиль, метод ортогоналізованих плоских хвиль, метод псевдопотенціалу).

3.5. Напівкласична теорія провідності в металах. Ефект Де-Гааза-Ван-Альфена. Визначення поверхні Фермі.

4. Напівпровідникові кристали

4.1. Власна провідність напівпровідників. Концентрація власних носіїв.

4.2. Домішкова провідність напівпровідників. Домішкові стани.

4.3. Напівпровідникові прилади. Принцип дії. Область застосування.

5. Надпровідники

5.1. Феноменологія явища надпровідності. Рівняння Лондонів. Довжина когерентності.

5.2. Електрон-фононна взаємодія в надпровідниках. Ефект Джозефсона.

6. Магнітні властивості кристалів

6.1. Обмінна взаємодія. Парамагнетизм атомних остовів. Формула Ланжевена.

6.2. Феромагнетизм. Антиферомагнетизм. Температура Кюрі. Температура Нееля.

6.3. Магнетизм локалізованих моментів (гайзенберґівські магнетики).

6.4. Магнетизм делокалізованих електронів.

7. Оптичні властивості діелектриків

- 7.1. Екситони. Слабо зв'язані та сильно зв'язані екситони.
- 7.2. Фотопровідність. Залежність фотопровідності від потоку фотонів. Коефіцієнт підсилення.
- 7.3. Люмінесценція. Флюоресценція та фосфоресценція. Вплив активаторів на люмінесценцію.

8. Фазові перетворення в твердих тілах

- 8.1. Особливості теплоємності при фазових переходах. λ -точка.
- 8.2. Дифузійні фазові перетворення. Приклади.
- 8.3. Структурні фазові перетворення: сегнетоелектричний, феромагнітний, тощо.
- 8.4. Мартенситні фазові перетворення.

9. Дефекти в кристалах

- 9.1. Точкові дефекти – атоми заміщення, атоми проникнення, вакансії.
- 9.2. Дислокації, двійникові границі, дефекти пакування. Вектор Бюргерса.
- 9.3. Границі зерен з малим кутом розорієнтування. Модель Бюргерса.

10. Експериментальні методи фізики твердого тіла

- 10.1. Дослідження структури кристалів методами рентгенографії та електронної мікроскопії.
- 10.2. Дослідження магнітних структур і фононних спектрів методом нейтронографії.
- 10.3. Оптичні методи досліджень твердих тіл (спектроскопія).

III. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Допоміжні матеріали.

На екзамені не допускається користування додатковою літературою.

2. Критерії оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з двадцяти тестових питань (по 1 балу за кожну вірну відповідь) і двох теоретичних питань з фізики (максимум по 40 балів за кожну відповідь), які передбачають розгорнуті відповіді. Відповідь вступника оцінюється за 100-бальною шкалою.

При визначенні загального рейтингу вступника сумарний початковий рейтинг за екзамен за 100-бальною шкалою перераховується у 200-бальну шкалу.

Тестове завдання оцінюється в 20 балів. Кожне з двадцяти тестових питань тестового завдання оцінюється у 1 бал за такими критеріями:

- вірна відповідь – 1 бал;
- невірна відповідь – 0 балів.

Друге та третє питання оцінюються у 40 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації – 36-40 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності) – 30-35 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки) – 24-29 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Сума набраних балів	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до 200- бальної шкали згідно з таблицею:

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

IV. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Освітній ступінь третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 104 Фізика та астрономія
(назва)

Навчальна дисципліна Вступний іспит

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Тестове завдання

2. Методи дослідження кристалічних структур. Використання електронів, нейтронів, рентгенівських променів для дослідження кристалів. Метод Лауе, метод обертання кристала, метод коливань, метод порошку.

3. Власна провідність напівпровідників. Концентрація власних носіїв.

Затверджено на засіданні Вченої ради фізико-математичного факультету.

Протокол № _____ від « ____ » 2023 р.

Гарант освітньої програми

Сергій РЕШЕТНЯК

Київ 2023

V. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Бірюкович, К. О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство» / Л. О. Бірюкович ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,44 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25313>
2. Фізика електронних процесів [Електронний ресурс] : підручник / В. О. Москалюк, В. І. Тимофєєв, Т. А. Саурова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,77 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 323 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41010>
3. Поплавко, Ю. М. Фізика твердого тіла. Т. 1. Структура, квазічастинки, метали, магнетики [Електронний ресурс] : [в 2 т.] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» / Ю. М. Поплавко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,93 Мбайт). – Київ : Політехніка, 2017. – 416 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/22938>
4. Поплавко, Ю. М. Фізика твердого тіла. Т. 2. Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи [Електронний ресурс] : [в 2 т.] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» / Ю. М. Поплавко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,27 Мбайт). – Київ : Політехніка, 2017. – 379 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/22939>
5. Магнетики в електроніці. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньої програми «Мікро- та наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, І. П. Голубєва, Ю. В. Діденко. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,44 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 365 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42341>
6. Стріха М. В. Фізика конденсованого середовища : навч. посіб. Київ : КНУ, 2022. 333 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Кристалографія» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд. : С.О. Колінько., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А.]; Мво освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2020. – 99 с. <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/3510>

8. Конспект лекцій з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд. : С.О. Колінько., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А.]; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 175 с. <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/3947>
9. Строїтелєва Н.І., Кісельов Є.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник – ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.
10. Основи фізики напівпровідників: підруч. для студ. вищ. навч. закл.: у 2 т. / О. В. Третяк, В. З. Лозовський. - К. : Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка, 2007 . - ISBN 966-594-871-7. Т. 1. - К.:2007. - 338 с.
11. С. Kittel. Introduction to Solid State Physics. – John Willy & Sons inc., 2005. – 680 p.
12. А.Абрикосов. Fundamentals of the Theory of Metals. – Elsevier Sci. Publ., 1988. – 630 p.
13. J.M. Ziman. Electrons and Phonons. – Oxford Univ. Press, 1960. – 554 p.
14. Федорченко А. М. 'Теоретична фізика. – Київ:"Вища школа", 1992 р.
15. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. - К.: Техніка, 1999.

РОЗРОБНИКИ:

Решетняк Сергій Олександрович, д.ф.-м.н., проф., завідувач кафедри загальної фізики

Савченко Дарія Вікторівна, д.ф.-м.н., доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів

Програму рекомендовано

вченою радою фізико-математичного факультету

Голова вченої ради _____

Олег КЛЕСОВ

протокол № ____

від «__» . 2023 р.