

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Фізико-математичного факультету

Протокол № 1 від 27 лютого 2018 р.

Голова Вченої ради _____ В.В. Ванін

М.П.

ПРОГРАМА

основного вступного випробування до аспірантури
із спеціальності 104 Фізика та астрономія

Програму рекомендовано

Навчально-методичною комісією

фізико-математичного факультету

Протокол № 02.18 від 14.02.2018

Київ – 2018

I. ВСТУП

В наш час вища школа повинна розв'язувати 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.

Вступне випробування відбувається у вигляді письмового екзамену. Кожен з вступників отримує білет, в якому міститься три теоретичних питання з фізики. На підготовку відповіді відводиться 90 хв. часу.

II. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Програма вступного випробування містить такі розділи:

Розділ 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. Індокси 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 Брілюена.
- 1.8. Періодичний потенціал. Теорема Блоха. Граничні умови Борна–Кармана. Кількість дозволених станів.

Розділ 2. КОЛИВАННЯ ГРАТКИ

- 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.

Розділ 3. ЕЛЕКТРОНИ В КРИСТАЛАХ

- 3.1. Електрон в періодичній кристалічній ґратці. Вільний електронний газ Фермі. Поверхня Фермі.
- 3.2. Методи розрахунку зонної структури. Наближення слабого 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 псевдо потенціалу).
- 3.5. Напівкласична теорія провідності в металах. Ефект Де-Гааза-Ван-Альфена. Визначення поверхні Фермі.

Розділ 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.

Розділ 5. НАДПРОВІДНИКИ

- 5.1. Феноменологія явища надпровідності. Рівняння Лондонів. Довжина когерентності.
- 5.2. Електрон-фононна взаємодія в надпровідниках. Ефект Джозефсона.

Розділ 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 (гайзенбергівські магнетики).
- 6.4. Магнетизм делокалізованих електронів.

Розділ 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.

Розділ 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.

Розділ 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.

Розділ 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).

3. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Допоміжні матеріали.

На екзамені не допускається користування додатковою літературою.

2. Критерії оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань з фізики.

Система оцінювання оцінює здатність вступника:

- узагальнювати отримані знання для вирішення конкретних завдань, проблем;
- застосовувати правила, методи, принципи, закони у конкретних ситуаціях;
- аналізувати і оцінювати факти, події та робити обґрунтовані висновки;
- інтерпретувати схеми, графіки, діаграми;
- викладати матеріал логічно, послідовно, з дотриманням вимог стандартів.

Відповідь вступника оцінюється за 100-бальною шкалою (по 33-34 бали за кожне питання). Правильною відповіддю вважається повне і адекватне висвітлення питання згідно з Програмою основного фахового випробування.

Після цього здійснюється перерахування цих балів у оцінку ECTS

згідно з таблицею:

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

СПИСОК ЛТЕРАТУРИ

1. Барьяхтар В.Г, Барьяхтар И.В., Гермаш Л.П., Довгий С.А. Механика. – К.:Институт магнетизма НАН и МОН України, 2004.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. - М.: Наука, 1979.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. - К.: Техніка, 1999.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Наука, 1989.
5. Загальний курс фізики. Збірник задач./за ред. проф. Гаркуші І.П./-К.: Техніка, 2003.
6. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988.
7. Ландсберг Г.С. Электричество.-М., Высшая школа, 1987.
8. Калашников С.Г. Электричество.- М., Наука, 1977.
9. Козел С.М., Рашба З.И., и др. Сборник задач по физике.- М., Наука, 1987.
- 10.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика.- М: Наука, 1988.- 215с.
- 11.Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков.- М.: Издательство Московского университета, 1974.- 569 с.
- 12.Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие.- М.: Наука, 1986.- 448 с.
- 13.Ольховский И.И., Павленко Ю.Г., Кузьменков Л.С. Задачи по теоретической механике для физиков.- М.: Издательство Московского университета, 1977.-395с.
- 14.Сборник задач по теоретической физике. Учебное пособие для вузов. (Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М.).- М.: Высшая школа, 1972.- 336 с.
- 15.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. "Теория поля", М. Наука, 1982 г.

- 16.Ландау Д.Л., Лифшиц Е.М. "Электродинамика сплошных сред", М.: Наука, 1989 г.
- 17.Тамм И.Е. "Основы теории электричества", М. Наука, 1989г.
- 18.Федорченко А. М. "Теоретична фізика т.1, Київ "Вища школа", 1992 р.
- 19.Батыгин В.В., Топтыгин Й. Н. "Сборник задач по электродинамике", М.: Наука.
- 20.Ландау Д.Л., Лифшиц Е.М. "Квантовая механика", М.: Наука, 1989 г.

Розробник програми:

проф. каф. З та ЕФ, д.ф.-м.н., проф. Решетняк С.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)