

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Інститут високих технологій

Кафедра матеріалів реакторобудування

“Затверджую”

Проректор

з навчальної та інноваційної роботи

_____ М.О. Азаренков

“ ____ ” _____ 2008 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Фізична кристалографія»

напряму підготовки 6.040204 - Прикладна фізика

спеціалізації «Фізичне матеріалознавство»

фізико-технічного факультету

Кредитно-модульна система

організації навчального процесу

Харків – 2008

«Фізична кристалографія». Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за напрямом підготовки 6.040204 «Прикладна фізика». 2008 . - 15 с.

Розробник: Кіріченко В.Г, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри матеріалів реакторобудування.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування.
Протокол № 6 / 2007 – 2008 від 15 січня 2008 року.

Завідувач кафедри _____ (М.О. Азаренков)
“ _____ ” _____ 20__ р

Схвалено методичною комісією фізико-технічного факультету
Протокол № _____ від. “ _____ ” _____ 20__ р.

“ _____ ” _____ 20__ р. Голова _____ (М.М. Юнаков)

Затверджено Вченою радою фізико-технічного факультету

Протокол № 1 від 16 січня 2008 р.

Голова _____ (І.О. Гірка)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів – 2	Галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	Нормативна
	Напрямок підготовки 6.040204 Прикладна фізика	
Модулів – 2 (лекції, самостійна робота)	Спеціальність (професійне спрямування): Фізичне матеріалознавство	Рік підготовки:
		3-й
Загальна кількість годин - 81		Семестр
		6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції
		34 год.
		Самостійна робота
		47 год.
		Вид контролю: іспит

Фізична кристалографія є базовою фізичною дисципліною в професійній освіті фахівця з фізики твердого тіла, фізики конденсованого стану, фізичного матеріалознавства, нанофізики та нанотехнологій, прикладної фізики, у нових галузях фізики і прикладної фізики. Наявність повноцінного знання фізичної кристалографії є обов'язковою для свідомого та якісного засвоєння знань зі спеціальних дисциплін, які становлять основу освіти майбутнього бакалавра, спеціаліста та магістра у галузі фізики твердого тіла, фізичного матеріалознавства, прикладної фізики та наукоємних фізико-технічних технологій.

Протягом шостого семестру вивчаються такі розділи: структура ідеального кристала, просторові і кристалічні ґратки; трансляційна симетрія і двомірні кристали; точечні групи і ґрати Браве; кристалічні тримірні структури і приклади кристалічних ґраток; операції симетрії і елементи симетрії; групи симетрії; точечні та просторові групи; кристалографічні точечні групи і просторові групи Федорова; основи геометричної кристалографії; геометрія та перетворення ґрат; геометричні закономірності атомної будови кристалів; кристалічні структури простих та складних речовин; основи кристалофізики і кристалооптики.

Структурне логічне місце курсу «**Фізична кристалографія**» перед курсами «Фізика твердого тіла», «Структурно-дифракційний аналіз», «Фізичні методи дослідження», «Електронна структура сплавів перехідних металів» та після курсів «Загальна фізика», «Електродинаміка». Вивчення курсу є необхідним для вивчення основних розділів фізики твердого тіла і фізичного матеріалознавства. Без знань основ фізичної кристалографії неможливо сформувавши базовий науковий світогляд фахівця у матеріалознавських галузях прикладної фізики.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Засвоїти теоретичні і фізичні основи структурної кристалографії, основні методи визначення ґраток Браве, трансляційних і симетрійних принципів будовання ідеальних кристалів, елементів симетрії, визначати структуру ідеальних двомірних та тримірних кристалів, кристалографічні точечні і просторові групи ідеальних кристалів, знати основні закономірності атомної будови ідеальних кристалів і основи експериментального дослідження різноманітних типів кристалічних ґраток. Сформувавши у студентів загальну та предметну компетентність в

галузі фізики кристалів, навички аналізу симетрійних та структурних співвідношень в ідеальних кристалах, вміння визначати основні характеристики кристалів за допомогою Федорівської класифікації просторових груп і досліджувати структурні типи кристалів та кристалічні структури простих та складних речовин.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати:

- ♦ фізичні основи структурної кристалографії; типи кристалевих ґраток; ґрати Браве; трансляційні і симетрійні принципи будування ідеальних кристалів; елементи симетрії; кристалографічні точечні і просторові групи ідеальних кристалів; основні закономірності атомної будови ідеальних кристалів.

вміти:

- ♦ визначати структуру ідеальних двомірних та тримірних кристалів; аналізувати симетрійні та структурні співвідношення в ідеальних кристалах; володіти вмінням визначати основні характеристики кристалів за допомогою Федорівської класифікації просторових груп; досліджувати структурні типи кристалів та кристалічні структури простих та складних речовин.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Кристали і кристалічні ґратки

Тема 1.

Вступ.

Кристалографія - наука про кристали і кристалічну будову матерії. Будова і фізичні властивості кристалів, процеси їх утворення. Симетрія, структура і морфологія кристалів, утворення й ріст кристалів, фізичні властивості кристалів. Фізичні властивості кристалів, які залежать від атомно-кристалічної структури. Досягнення кристалофізики як основа розвитку фізиці твердого тіла. Найважливіші з методів дослідження в кристалографії: гоніометричний, хімічний, фізичний. Основи математичного апарата кристалографії - теорія груп симетрії кристалів і тензорне обчислення.

Тема 2.

Основні поняття фізичної кристалографії

Прикмет кристалографії. Основні розділи кристалографії. Фізична кристалографія. Геометрична кристалографія і кристалогенез. Кристалофізика. Кристалохімія. Кристалооптика та кристалоакустика. Прикладна кристалографія - методи й апаратура для вирощування кристалів і використання їх у техніці. Нанокристалографія, біокристалографія, космічна кристалографія. Загальні властивості кристалічних тіл. Іонні, ковалентні, металеві та молекулярні кристали.

Тема 3.

Ґратка Браве і двомірні кристали

Кристалографічна структура і просторові ґрати. Трансляційна симетрія. Група трансляції. Ґратка Браве. Двомірні кристали. Основні вектори. Двомірні точечні групи. Двомірні решітки Браве. Двомірні кристалографічні групи. Двомірні просторові групи.

Тема 4.

Основні вектори і тримірні кристали

Класифікація кристалічних ґраток. Приклади кристалічних тримірних структур. Індукційні грані кристалу. ОЦК кристалічна решітка. ГЦК кристалічна решітка. Координатне

число. Густина упакування атомів в кристалевих ґратках. Решітка з базисом. Матричне зображення ґраток Браве.

Тема 5.

Елементарні і примітивні чарунки. Індокси Міллера.

Елементарна комірка кристалу. Примітивна чарунка. Примітивна чарунка Вігнера - Зейтца. Пряма та обернена ґрати. Обернена ґратка як ґратка Браве. Перша зона Брилюена. Атомні площини. Індокси Міллера. Позначення напрямів та площин.

Тема 6.

Аналіз кристалічних структур і операцій симетрії.

Аналіз кристалічних структур. Умови Бреґга. Формулювання Лауе. Експериментальні методи. Побудування Евальду. Атомний формфактор. Тримірні ґрати Браве. Операції симетрії. Елементи симетрії. Групи симетрії. Предельні групи. Точечні та просторові групи. 32 точечні групи.

Змістовий модуль 2. Геометрична кристалографія і кристалофізика

Тема 7.

Кристалічні системи та класи симетрії.

Кристалічні системи та класи симетрії. Поворотні осі та трансляції. Сім кристалічних систем та 14 ґраток Браве. Кристалографічні групи симетрії (просторові). Таблиця Келі. Теорія матричних зображень для кінцевих груп. Характери зображень.

Тема 8.

Кристалографічні точечні групи.

Кристалографічні точечні групи. Опис та зображення точечних груп. Класифікація точечних груп (К). Ізоморфізм груп К. Зображення точечних груп К. Зображення циклічних груп.

Тема 9.

Просторові групи Федорова

Просторові групи Федорова (Ф). Властивості груп Ф. Групи Браве. Гомоморфізм просторових та точечних груп. Принципи виводу просторових груп. Число федорівських (Ф) груп. Номенклатура груп Ф. Приклад групи 32 - групи кварцу. Приводимо та неприводимо зображення і базисні функції. Правильні системи точок просторових груп. Розширення поняття симетрії.

Тема 10.

Основи геометричної кристалографії.

Основні виводи геометричної кристалографії. Кристалічний многогранник. Гоніометрія. Геометрія та перетворення ґраток. Геометричні закономірності атомної будови кристалів. Кристалічні структури простих та складних речовин.

Тема 11

Основи кристалофізики.

Основи кристалофізики. Тензорний опис властивостей кристалів. Вплив симетрії кристалів на їх властивості. Магнітні властивості. Електричні властивості. Поляризація. Тензор деформацій. Пружність. Оптичні властивості.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього о	у тому числі				
л		п	лаб	інд	сп	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1 Кристали і кристалічні ґратки						
Тема 1. Вступ	2	1				1
Тема 2. Основні поняття фізичної кристалографії	6	4				2
Тема 3. Ґратка Браве і двомірні кристали	8	4				4
Тема 4. Основні вектори і тримірні кристали	4	2				2
Тема 5. Елементарні і примітивні чарунки. Індеси Міллера	6	4				2
Тема 6. Аналіз кристалічних структур і операції симетрії.	7	3				4
Разом за модулем 1	33	18				15
Модуль 2 Геометрична кристалографія і кристалофізика						
Тема 7. Кристалічні системи та класи симетрії.	10	4				6
Тема 8. Кристалографічні точечні групи.	8	4				4
Тема 9. Просторові групи Федорова.	8	2				4
Тема 10. Основи геометричної кристалографії.	10	2				6
Тема 11. Основи кристалофізики.	14	4				10
Разом за модулем 2	48	16				30
Усього годин	81	34				47

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ	1
2	Основні поняття фізичної кристалографії	2
3	Гратка Браве і двомірні кристали	4
4	Основні вектори і тримірні кристали	4
5	Елементарні і примітивні чарунки. Індеси Міллера	6
6	Аналіз кристалічних структур і операції симетрії.	4
7	Кристалічні системи та класи симетрії.	6
8	Кристалографічні точечні групи	4
9	Просторові групи Федорова.	4
10	Основи геометричної кристалографії.	10
11	Основи кристалофізики	2
	Разом	47

9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання – не передбачено.

10. Методи навчання

Лекції, домашні завдання на розв'язування задач та індивідуальні творчі завдання.

11. Методи контролю

Поточне опитування, тестування, оцінювання виконання самостійних домашніх завдань, підсумковий комбінований письмовий іспит.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
Модуль 1						Модуль 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	40	100
4	4	4	4	4	4	4	6	6	10	10		
$\Sigma_{\max} = 24$						$\Sigma_{\max} = 36$						

T1, T2 ... T12 – теми модулів

Для кожної теми модулів формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути:

- аудиторні контрольні та тестові роботи;
- домашні завдання;
- аудиторне поточне опитування;
- оцінка активності роботи на лекціях.

Для кожного модуля мінімальна кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування модуля, становить 50% від загальної суми балів за модуль.

Умова допуску до підсумкового семестрового контролю: зарахування всіх модулів.

Бали для оцінки знань студентів розраховуються таким чином

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1.	Відвідування лекцій	Конспект	18
2.	Участь в навчальному процесі	Оцінка активності на заняттях, поточне опитування	18

3.	Контрольні роботи	Оцінка за роботу	12
4.	Домашні завдання	Оцінка за роботу	12
5.	Залік		40
Σ	Разом		100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
1-49	FX	незадовільно	не зараховано

13. Методичне забезпечення

Конспект лекцій (друкована копія, частково в електронній формі). Опорні конспекти лекцій, методичні рекомендації до курсу, що вивчається.

Навчально-методичні видання університету:

1. Кристаллографический твиттер. Электронная форма. - Харьков: ХНУ, 2010. - 102 с.
2. З.З. Зыман. Основы структурной кристаллографии. Учебное пособие. - Харьков: ХГУ, 1991.- 113 с.

Навчально-методичні видання інших навчальних закладів:

1. Винниченко Т.Г. Кристаллографія. Вип. 1, 2: Симетрія кристалічних багатогранників. – Львів. Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. – 124 с.
2. Колюхов В.Ю., Гоголадзе И.А., Псху З.В. Методы исследования материалов и процессов. Учебное пособие - Москва: МГУП, 2007.- 228 с.
3. Библиотека программ для изучения структуры и состава веществ дифракционными методами : Учеб.-метод. пособие / Под ред. Б. М. Щедрина, Н. П. Жидкова; М. Изд-во МГУ, 1989.

14. Рекомендована література

Базова

1. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. Том I. М.: «Мир». 1979. -400 с.
2. Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 1984.-376с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М: Наука, 1976,с.436-485.
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1988, с.15-149.
5. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М.:МГУ, 1979.-375с.
6. Штрайтвольф Г.Теория групп в физике твердого тела.М.:Мир, 1991.-262с.

7. Современная кристаллография./В 4-х томах. Под ред. Б.К.Вайнштейна. М.:Наука,1979.
8. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Теоретическая физика. Том V. Статистическая физика I. , М., «Наука», 1976 (Глава XIII) .
9. М.М.Уманский, З.К. Золина. Сборник задач по рентгеноструктурному анализу. М.: Изд-во МГУ.: 1975. 232с.
10. Дж. Най. Физические свойства кристаллов. М.: «Мир». 1967. 386 с.

Допоміжна

1. Девярых Г. Г., Бурханов Г. С. Высокочистые тугоплавкие и редкие металлы. — Москва: Наука, 1993. — 224 с.
2. Технология полупроводникового кремния / Под редакцией Э. С. Фалькевича. — Москва: Металлургия, 1992. — 408 с.
3. Тихинский Г. Ф., Ковтун Г. П., Ажажа В. М. Получение сверхчистых редких металлов. Москва: Металлургия, 1986. — 161 с.
4. Пинес Б.Я. Лекции по структурному анализу. - Х.: ХГУ, 1967.
5. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
6. Иверонова В.И., Ревкевич Г.П. Теория рассеяния рентгеновских лучей. М., МГУ, 1972. – 244 с.
7. Дифракция рентгеновских лучей в сверхрешетках / А. В. Колпаков, И. Р. Прудников ; М. Изд-во МГУ 1992. - 128 с.
8. Липсон Г., Кокрен В., Определение структуры кристаллов, пер. с англ., М., 1961;
9. Я. С. Уманский, Ю.А. Скаков. Физика металлов: атомное строение металлов и сплавов, Атомиздат, 1978
10. Физическое металловедение / Под ред. К.У.Кана и П.Хаазена. - М.: Металлургия, 1987. - 621 с.
11. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник в 3 т. Под ред. М.Л. Берштейна, А.Г. Рахштадта. - М.: Металлургия, 1991.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://www.oi:10.1016/j.physb>.
2. <http://www.mnh.si.edu>
3. <http://en.wikipedia.org//>
4. doi:10.1103/RevModPhys.75.949

16. Завдання для контрольних та домашніх робіт

Завдання 1.

- № 1. Запишіть основні вектори ґраток Браве: простої кубічної, об'ємноцентрованої кубічної, гранецентрованої кубічної.
- № 2. Яка структура є найбільш щільною з вказаних? Проста кубічна, ОЦК,ГЦК, структура алмазу. Вибір підтвердить розрахунками.
- № 3. Наведіть координаційні числа та коефіцієнти заповнення для таких ґраток: ГЦК, ОЦК, ПК, алмазу, ГЦУ.

Завдання 2.

№ 4. Що собою уявляє чарунка Вігнера-Зейтца для будь-який двомірний ґратки Браве?

№ 5. Яке ідеальне співвідношення c/a для ГЦУ ґратки?

№ 6. Яка умова для існування множини векторів прямої і оберненої ґраток?

№ 8. Як пов'язані вектори прямої та оберненої ґраток?

№ 9. Як визначаються індекси Міллера для атомних площин?

№ 10. Як помічаються площини кубічної ґратки?

Завдання 3.

№11. Як помічаються напрями кубічної ґратки?

№ 12. Чому дорівнює об'єм елементарний чарунки ґратки Браве?

№ 13. Аналіз кристалічних структур.

№ 14. Умови Брегга.

№ 15. Формулювання Лауе.

Завдання 4.

№ 15. Експериментальні методи.

№ 16. Побудування Евальду.

№ 17. Атомний формфактор

№ 1. Тримірні ґрати Браве.

№ 2. Операції симетрії.

№ 3. Елементи симетрії. Групи симетрії.

№ 4. Предельні групи.

№ 5. Точечні та просторові групи.

№ 6. 32 точечні групи.

№ 7. Кристалічні системи та класи симетрії.

№ 8. Поворотні осі та трансляції.

Завдання 5.

№ 9. Сім кристалічних систем та 14 ґраток Браве.

№ 10. Кристалографічні групи симетрії (просторові).

№ 11. Таблиця Келі.

№ 12. Теорія матричних зображень для кінцевих груп.

№ 13. Характери зображень.

№ 14. Кристалографічні точечні групи.

№ 15. Опис та зображення точечних груп.

№ 16. Класифікація точечних груп (К).

№ 17. Ізоморфізм груп К.

№ 18. Зображення точечних груп К.

№ 19. Зображення циклічних груп.

№20. Кристалічний многогранник.

Завдання 6.

№21. Геометрія та перетворення ґраток.

№22. Геометричні закономірності атомної будови кристалів.

№ 23. Яку симетрію відносно обертання має точечна ґратка?

№ 24. Опишіть перетворення симетрії з центром інверсії?

№ 25. Опишіть перетворення дзеркальної симетрії?

№ 26. Розгляньте теорему Шенфліса.

Завдання 7.

№ 27. Як вивести кристалографічні точечні групи?

№ 28. Які співвідношення між сімморфними, несимморфними та просторовими групами?

№ 29. Властивості ідеальних та реальних кристалів.

№ 30. Опишіть властивості групи кварцу.

№ 31. Наведіть приклади опису просторової групи Ф.

№ 32. Тензорний опис властивостей кристалів.

№ 33. Вплив симетрії кристалів на їх властивості.

№ 34. Магнітні властивості.

№ 35. Електричні властивості.

№ 36. Поляризація.

17. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ.

Екзаменаційні питання і екзаменаційні задачі

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

<p>Навчальна дисципліна <u>"Фізична кристалографія"</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1. <u>1.Кристаллография, ее предмет. Кристаллофизика.</u> <u>2.Определение группы. Таблица Кэли.</u> <u>3.Условие Брэгга дифракции рентгеновских лучей в кристаллах.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2. <u>1.Кристаллы: типы кристаллических связей.</u> <u>2.Изоморфизм групп. Циклические группы.</u> <u>3.Условие Лауэ дифракции рентгеновских лучей на кристаллах.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3. <u>1.Ионные и металлические кристаллы.</u> <u>2.Кристаллографическая точка. Преобразования симметрии.</u> <u>3 .Атомный форм-фактор.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 4. <u>1.Трансляция. Трансляционная симметрия.</u> <u>2.Группа симметрии кварца.</u> <u>3.Эквивалентность формулировок Лауэ и Брегга.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u></p>

<p>Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 5.</p> <p><u>1.Решетки Браве. Основные векторы.</u> <u>2.Подгруппы и классы. Нормальные группы.</u> <u>3.Сфера Эвальда.</u></p> <p>Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p><u>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА</u></p> <p>Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 6.</p> <p><u>1.Двухмерные точечные группы.</u> <u>2.Описание 7 кристаллических систем изменением симметрии куба.</u> <u>3.Ячейка Вигнера-Зейтца.</u></p> <p>Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p><u>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА</u></p> <p>Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7.</p> <p><u>1.Двухмерные кристаллографические группы.</u> <u>2.Трехмерные решетки Браве..</u> <u>3.Формулировка Брегга дифракции рентгеновских лучей.</u></p> <p>Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>
<p><u>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗІНА</u></p> <p>Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 8.</p> <p><u>1.Примитивная и элементарная ячейки.</u> <u>2.Произведение групп. Пример.</u> <u>3.Группа кварца.</u></p> <p>Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко</p>

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 9.

1.Двухмерные пространственные группы.

2.Федоровские группы.

3.Формулировка Лауэ дифракции рентгеновских лучей.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 10.

1.ОЦК решетка.структура, примеры.

2.Представления групп.

3.Квадрат Кэли.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 11.

1.ГЦК решетка, структура, примеры.

2.Приводимые и неприводимые группы.

3.14 решеток Браве.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12.

1.Обратная решетка.

2.Условия однородности и дискретности пространства.

3.Описание 32 точечных групп.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12А.

1.Координационное число. Примеры.

2.Типы групп симметрии.

3.Описание Федоровских групп.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 14.

1.Классификация твердых тел. Металлы и диэлектрики, ионные и молекулярные кристаллы.

2.ГПУ структура, свойства, примеры.

3.Трехмерные группы. Таблица групп.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15.

1.Матричное представление прямой и обратной решеток Браве.

2.Правильная система точек.

3.Стереографическая проекция.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Екзаменатор _____

Професор М.О. Азаренков

доцент В.Г.Кіріченко

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА

Спеціальність 070203 "Прикладна фізика" Семестр 6

Спеціалізація "Фізичне матеріалознавство"

Навчальна дисципліна " Фізична кристалографія "

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 16.

1.Ячейка Вигнера-Зейтца. Первая зона Бриллюэна.

2.Семейства точечных групп. Классификация.

3.Обратная решетка. Два определения.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня

2010 р. Завідувач кафедри _____ Професор М.О. Азаренков	Екзаменатор _____ доцент В.Г.Кіріченко
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 17. <u>1.Элементы симметрии кристалла и точечные группы.</u> <u>2.Изоморфные группы К. Матрицы генераторов.</u> <u>3.Решетка с базисом. Элементы симметрии кубической решетки.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко	
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 18. <u>1.Классификация кристаллов. Металлы и диэлектрики, ионные и молекулярные кристаллы.</u> <u>2.Поворотные, инверсионные и зеркальные группы К.</u> <u>3.Обратная решетка первая зона Бриллюэна. Примеры.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко	
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>7</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 19. <u>1.Атомные плоскости и направления. Индексы Миллера.</u> <u>2.Пространственные группы симметрии.</u> <u>3.Эквивалентность формулировок Лауэ и Брэгга. Построение Эвальда.</u> Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р. Завідувач кафедри _____ Екзаменатор _____ Професор М.О. Азаренков доцент В.Г.Кіріченко	
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ.В.Н. КАРАЗИНА Спеціальність <u>070203 "Прикладна фізика"</u> Семестр <u>6</u> Спеціалізація <u>"Фізичне матеріалознавство"</u> Навчальна дисципліна <u>" Фізична кристалографія "</u> ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 20. <u>1.Кристаллические системы и решетки Браве.</u>	

2.Принципы вывода пространственных групп.

3.Обозначение атомных плоскостей и направлений.

Затверджено на засіданні кафедри матеріалів реакторобудування, протокол № 4 від 21 червня 2010 р.

Завідувач кафедри _____

Професор М.О. Азаренков

Екзаменатор _____

доцент В.Г.Кіріченко