

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра фізики твердого тіла

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

“ _____ ” _____ 2016__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фазові перетворення в твердих тілах

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки

6.040203 – Фізика

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності

6.04020302– фізика конденсованого стану

(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації
(назва спеціалізації)
факультету

фізичного
(назва факультету)

2016 / 2017 навчальний рік

Фазові перетворення в твердих тілах.

Робоча програма навчальної дисципліни
за напрямом підготовки 6.040203 – фізика,
спеціальністю 6.04020302– фізика конденсованого стану
“ _____ ” _____, 2016_._–_._с.

Розробники: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади).
Доцент КФТТ, кандидат фіз.-мат. наук Ткаченко Микола Васильович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № _7_ від. “_16_” _____06_____2016 р.

Завідувач кафедрою _фізики твердого тіла

_____ (проф. Зіман З.З.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“_29_” _____серпня_____2016 р.

Схвалено методичною комісією

Протокол № _1_ від. “_17_” _____09_____2016 р.

“_____” _____2016 р. Голова _____(Макаровський М.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	
Кількість кредитів 2,0	Галузь знань 0402 - фізико-математичні науки (шифр і назва)	(за вибором)	
	Напрямок підготовки Фізика твердого тіла (шифр і назва)		
Модулів 3	Спеціальність (професійне спрямування): _____	<i>Рік підготовки:</i>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		5-й	
Загальна кількість годин 54		<i>Семестр</i>	
		-й	-й
		<i>Лекції</i>	
		2 год.	
		<i>Практичні, семінарські</i>	
		год.	
		<i>Лабораторні</i>	
		год.	
		<i>Самостійна робота</i>	
		1 год.	
		<i>ІНДЗ:</i> год.	
		Вид контролю:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 2 самостійної роботи студента 1	Освітньо-кваліфікаційний рівень:		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати у студентів сучасне фізичне мислення і широкий науковий кругозір; ознайомити студентів із загальними відомості про фазові перетворення в твердих тілах.

Завдання: Розглянути питання, які стосуються рівноваги фаз і фазових переходів першого та другого роду, кінетики кристалізації, поліморфних перетворень та їхньої ролі у формуванні фізичних властивостей матеріалів.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: відомості про фазові перетворення в твердих тілах

вміти: читати діаграми рівноваги фаз

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Вступ. Фазові переходи та їх вплив на властивості матеріалів. Приклади фазових переходів (зміна агрегатного стану; магнітні переходи; перехід в надпровідний стан; мартенситні переходи) (2 год.).

Тема 2. Термодинаміка фазових переходів. Фазовий перехід як стан неповної рівноваги. Параметр порядку. Зв'язок станів часткової та повного рівноваги системи. Мінімізація термодинамічного потенціалу в стані часткової рівноваги (2 год.).

Тема 3. Гетерофазний стан системи. Імовірність утворення зародка. Внесок гетерофазних флуктуацій в термодинамічний потенціал. Фазовий перехід як особлива точка термодинамічних величин. Класифікація фазових переходів (2 год.).

Тема 4. Фазові переходи першого та другого роду. Залежність термодинамічного потенціалу фаз від температури навколо точки фазового переходу першого роду. Особливості фазового переходу другого роду (2 год.).

Тема 5. Фазові переходи I роду. Умови рівноваги фаз. Критична точка. Спінодали. Модельна система з фазовим переходом I роду. Правило фаз Гіббса (1 год.).

Тема 6. Фазові переходи II роду. Теорія Ландау. Зміна симетрії при переході. Мікроскопічна модель фазового переходу II роду: система спінів в ґратці. Вид термодинамічного потенціалу при малому ступені поляризації (3 год.).

Тема 7. Параметр порядку. Розклад термодинамічного потенціалу за ступенями параметра порядку. Зміна термодинамічних величин при переході. Рівняння Еренфеста (1 год.).

Тема 8. Вплив зовнішнього поля на фазовий перехід. Узагальнене поле. Сприйнятливність (1 год.).

Тема 9. Флуктуації параметра порядку і їх кореляційна функція. Критичні індекси. Універсальність критичних індексів. Співвідношення між критичними індексами. Критичні індекси, які відповідають теорії Ландау (2 год.).

Модуль 2.

Тема 10. Незвичайні фазові переходи. Фазові переходи 2,5-роду (1 год.).

Тема 11. Кінетика фазових переходів I роду та II роду. Фазові переходи I роду. Імовірність утворення зародків іншої фази. Кінетика росту відокремлених зародків. Взаємодія зародків. Стадія коалесценції. Фазові переходи II роду. Залежність часу релаксації від розміру неоднорідності (3 год.).

Тема 12. Діаграма стану сплавів, які утворюють необмежені тверді розчини, обмежені тверді розчини евтектику та перитектику. Діаграма стану сплавів, компоненти яких мають поліморфні перетворення. (4 год.).

Тема 13. Неперервний і перервний розпад твердих розчинів. Термодинаміка процесів. Спінодальний розпад. Розпад твердих розчинів за механізмом утворення та росту зародків. Зонна стадія розпаду пересичених твердих розчинів. (4 год.).

Модуль 3.**Тема 14.** Компоненти та фази в системі залізо-вуглець. (1 год.)**Тема 15.** Фазова діаграма стану залізо-цементит (метастабільна рівновага) Кристалізація сплавів Fe—Fe₃C. Фазові та структурні зміни в сплавах Fe—Fe₃C після затвердіння (3 год.).**Тема 16.** Характерні лінії та точки на фазовій діаграмі стану залізо—графіт (стабільна рівновага) (1 год.).**Тема 17.** Технологія термічної обробки сталі. Основні види термічної обробки. Перетворення в сталі під час нагріву та охолодження. Мартенситне перетворення. Ефект пам'яті форми. (3 год.).**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Тема 1.	3	2				1						
Тема 2.	3,5	2				1,5						
Тема 3.	3	2				1						
Тема 4.	3	2				1						
Тема 5.	1,5	1				0,5						
Тема 6.	1,5	3				1,5						
Тема 7.	0,5	1				0,5						
Тема 8.	0,5	1				0,5						
Тема 9.	3	2				1						
Разом за модулем 1	24	16				8						
Модуль 2												
Тема 10.	1,5	1				0,5						
Тема 11.	4,5	3				1,5						
Тема 12.	6	4				2						
Тема 13.	6	4				2						
Разом за модулем 2	18	12				6						
Модуль 3												
Тема 14.	3	1				0,5						
Тема 15.	3	3				1,5						
Тема 16.	3	1				0,5						
Тема 17.	9	3				1,5						
Разом за модулем 3	24	8				4						
Усього годин	54	36				18						

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Рівновага фаз. Правило фаз Гіббса	2
2.	Фазові переходи першого та другого роду. Залежність термодинамічного потенціалу фаз від температури навколо точки фазового переходу першого роду. Особливості фазового переходу другого роду.	3
3.	Діаграма стану сплавів, які утворюють необмежені тверді розчини. Побудова діаграми стану методом термічного аналізу. Конода. Визначення складу фаз і кількісного співвідношення між ними в даному сплаві при визначеній температурі. Нерівноважна кристалізація. Дендритна (внутрікристалітна) ліквідація.	2
4.	Діаграма стану сплавів, які утворюють обмежені тверді розчини евтектику та перитектику. Процес кристалізації евтектики. Ліквідація за густиною. Перитектичні реакції. Діаграма стану сплавів, компоненти яких мають поліморфні перетворення.	2
5.	Вплив нагріву на структуру та властивості деформованого металу. Повернення й полігонізація. Рекристалізація. Холодна та гаряча деформації.	1
6.	Компоненти та фази в системі залізо-вуглець.	1
7.	Фазова діаграма стану залізо-цементит (метастабільна рівновага)	1
8.	Кристалізація сплавів Fe—Fe ₃ C	1
9.	Фазові та структурні зміни в сплавах Fe—Fe ₃ C після затвердіння. Характерні лінії та точки на фазовій діаграмі стану залізо—графіт (стабільна рівновага)	1
10.	Вплив домішок на властивості сталі. Легуючі елементи в сталі. Вплив легуючих елементів на поліморфні перетворення заліза. Структура й властивості легованого фериту та аустеніту. Інтерметалічні з'єднання.	1
11.	Технологія термічної обробки сталі. Відпал I роду. Гомогенізація (дифузійний відпал). Рекристалізаційний відпал. Високий відпуск (для зменшення твердості). Відпал для зняття залишкових напружень. Відпал II роду (фазова перекристалізація). Гартування. Вибір температури гартування. Тривалість нагріву при аустенітизації сталі. Вибір середовища для нагріву при термічній обробці. Охолоджуючі середовища для гартування. Загартованість і прокалюваність сталі. Внутрішні напруження в загартованій сталі. Способи гартування. Поверхнєве гартування. Гартування з індукційним нагрівом. Гартування з газополум'яним нагрівом. Поверхнєве гартування при нагріві лазером. Відпуск.	3
	Разом	18

9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

Розпад за механізмом висхідної дифузії. Зонна стадія розпаду. Спінодальний розпад, термодинамічні умови реалізації, хімічна спінодаль. Рівняння Кана, когерентна спінодаль, обмеження можливості протікання, пов'язані з пружними властивостями.

Бездифузійні процеси. Мартенситне та масивне перетворення. Кінетичні особливості та мікроморфологія одержаних матеріалів. Методи керування процесами твердофазного розпаду. Застосування для модифікації властивостей матеріалів (конструкційних - старіння, дисперсійне зміцнення і т. і.; ВТНП - пінінг, пік-ефект).

11. Методи контролю

Питання до модульного контролю 1.

1. Фазові переходи та їх вплив на властивості матеріалів. Приклади фазових переходів
2. Рівновага фаз. Правило фаз Гіббса.
3. Параметр порядку. Зв'язок станів часткової та повної рівноваги системи.
4. Фазові переходи першого та другого роду. Залежність термодинамічного потенціалу фаз від температури навколо точки фазового переходу першого роду. Особливості фазового переходу другого роду.
5. Імовірність утворення зародка.
6. Внесок гетерофазних флуктуацій в термодинамічний потенціал. Фазовий перехід як особлива точка термодинамічних величин.
7. Класифікація фазових переходів.
8. Фазові переходи I роду. Умови рівноваги фаз. Критична точка.
9. Спінодали. Модельна система з фазовим переходом I роду. Правило фаз Гіббса.
10. Фазові переходи II роду. Теорія Ландау.
11. Зміна симетрії при переході. Мікроскопічна модель фазового переходу II роду: система спінів в ґратці.
12. Вид термодинамічного потенціалу при малому ступені поляризації.
13. Чи можливий перегрів чи переохолодження при фазовому переході в другого роду?
14. Параметр порядку. Розклад термодинамічного потенціалу за ступенями параметра порядку.
15. Зміна термодинамічних величин при переході II роду. Рівняння Еренфеста.
16. Флуктуації параметра порядку і їх кореляційна функція.
17. Критичні індекси. Універсальність критичних індексів.
18. Співвідношення між критичними індексами. Критичні індекси, які відповідають теорії Ландау.

Питання до модульного контролю 2.

1. Незвичайні фазові переходи. Фазові переходи 2,5-роду.
2. Діаграма стану сплавів, які утворюють необмежені тверді розчини.
3. Побудова діаграми стану методом термічного аналізу.
4. Що таке конода? Як визначити склад фаз і кількісне співвідношення між ними в даному сплаві при визначеній температурі. Нерівноважна кристалізація. Нерівноважна кристалізація.
5. Дендритна (внутрікристалітна) ліквідація.
6. Діаграма стану сплавів, які утворюють обмежені тверді розчини евтектику та перитектику.
7. Ліквідація за густиною.
8. Діаграма стану сплавів, компоненти яких мають поліморфні перетворення.
9. Процес кристалізації евтектики. Перитектичні реакції.
10. Визначити число фаз, їхній склад та кількість при різних температурах і складі сплавів між лініями ліквідус і солідус в двохкомпонентній системі з повною взаємною розчинністю в рідкому та твердому станах.

Питання до модульного контролю 3.

1. Охарактеризуйте компоненти й фази в системі залізо – вуглець.
2. Опишіть характерні лінії й точки на фазовій діаграмі стану залізо — цементит (метастабільна рівновага).
3. Кристалізація сплавів Fe—Fe₃C.
4. Фазові та структурні зміни в сплавах Fe—Fe₃C після затвердіння.
5. Опишіть характерні лінії й точки на фазовій діаграмі стану залізо — графіт (стабільна рівновага).
6. Характеристика компонент та фаз в системи залізо-вуглець.
7. Опишіть фазову діаграму стану залізо-цементит (метастабільна рівновага)
8. Як залежить кристалізація сплавів Fe—Fe₃C від концентрації вуглецю?
9. Які фазові та структурні зміни відбуваються в сплавах Fe—Fe₃C після затвердіння?
10. Покажіть характерні лінії та точки на фазовій діаграмі стану залізо—графіт (стабільна рівновага).
11. Як впливають домішки на властивості сталі? Що таке технологічні домішки?
12. Легуючі елементи в сталі. Вплив легуючих елементів на поліморфні перетворення заліза.
13. Структура й властивості легованого фериту та аустеніту. Інтерметалічні з'єднання.
14. Що включає в себе технологія термічної обробки сталі.
15. Відпал I роду. Гомогенізація (дифузійний відпал).
16. Рекристалізаційний відпал. Високий відпуск (для зменшення твердості).
17. Відпал для зняття залишкових напружень.
18. Відпал II роду (фазова перекристалізація).
19. Гартування сталі. Вибір температури гартування.
20. Яка тривалість нагріву при аустенітизації сталі. Вибір середовища для нагріву при термічній обробці. Охолоджуючі середовища для гартування.
21. У чому полягають загартованість і прокалюваність сталі.
22. Внутрішні напруження в загартованій сталі.
23. Способи гартування. Поверхнєве гартування. Гартування з індукційним нагрівом. Гартування з газополум'яним нагрівом. Поверхнєве гартування при нагріві лазером.
24. З якою метою виконується відпуск сталі?

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота			Сума
Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	
30	15	15	60

Шкала оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота																Підсумкови й семестрови й контроль (залік)	Сума	
Модуль 1					Модуль 2					Модуль 3						40	100	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16			T17

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

14. Рекомендована література

1. З.З. Зиман, А.Ф. Сіренко. Основи фізичного матеріалознавства. – Харків, 2005.
2. Арзамасов Б.Н.: Материаловедение, М., Машиностроение, 1986, с.384.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьев В.П.: Материаловедение, М., Машиностроение, 1980, с.493.
4. Новиков И.И., Розин К.М.: Кристаллография и дефекты кристаллической решетки, М. Металлургиздат, 1990, с.336.
5. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов, М., Металлургия, 1983, с.350.
6. Дьяченко С.С, Рабухин В.Б.: Физические основы прочности металлов, Харьков. 1982. с.200.
7. Берштейн М.Л., Займовский В.А.: Механические свойства металлов, Харьков. М., 1979, с.496.
8. Пикин С.А., Блинов Л.М.: Жидкие кристаллы, М., Наука, 1982, с.208.

Допоміжна

1. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С, Линецкий Я.Л., Физические свойства металлов и сплавов. М., Металлургия, 1980, с.320.

.....