

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА
Кафедра фізики металів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан фізичного факультету

проф. П.М. Якібчук

“ 27 ” 06 2018 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ФІЗИЦІ

галузь знань:	10 Природничі науки.
спеціальність:	104 Фізика та астрономія
спеціалізація:	Фізика металів
факультет:	фізичний

Робоча програма навчальної дисципліни “ Сучасні тенденції у фізиці ” для підготовки доктора філософії з природничих наук за спеціальністю 104 Фізика та астрономія, 2018. – 7с.

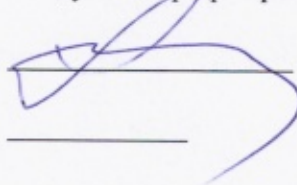
Розробник:

доктор фізико-математичних наук, професор Держко О.В.

Програма затверджена на засіданні кафедри фізики металів

Протокол № 16 від 26.06.2018

Завідувач кафедри фізики металів



С.І. Мудрий

Схвалено Вченою радою фізичного факультету

Протокол № 6 від 27.06.2018

Голова Вченої ради фізичного факультету



П.М. Якібчук

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни “ Сучасні тенденції у фізиці ”)

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: <i>10 Природничі науки</i>	<i>Денна форма навчання</i>
Модулів – 1	Спеціальність:	<i>Вибіркова</i>
Блоків змістових модулів – 1	104 Фізика та астрономія	Рік підготовки – <i>третій</i>
Загальна кількість годин – 90	Спеціалізація: <i>Фізика металів</i>	Семестр – 5
Тижневих годин: аудиторних – 2 самостійної роботи – 3,625	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <i>доктор філософії</i>	Лекції – 32 год.
		Практичні – -
		Самостійна робота – 58 год.
		Вид контролю – <i>іспит</i>

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить – _____

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою і завданням навчальної дисципліни “ Сучасні тенденції у фізиці ” є формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять отримати фундаментальні знання з проблематики сучасної фізики, зокрема з термодинаміки фазових переходів різного типу, включаючи квантові фазові переходи та топологічні фазові переходи, які відбуваються у системах різного типу, як за розмірами так і за атомною та електронною будовою. Також метою курсу є ознайомлення студентів з сильно корельованими структурами і явищами та процесами, які в них виникають, як наприклад феромагнетизм.

В результаті вивчення цього курсу аспірант повинен

знати:

- фізичні основи термодинаміки рівноважних та нерівноважних систем, включаючи класичні та квантові;
- закономірності формування структурних станів залежно від термодинамічних та кінетичних умов.

вміти:

- володіти методами аналізу термодинамічних систем різного типу включаючи сильно корельовані системи;
- робити аналіз квантових явищ та процесів, які спостерігаються в них;
- вміти застосовувати термодинаміку малих систем.

Навчальний курс охоплює **3 кредити (90 год.)**. Курс складається з 32 год. лекційних занять та 58 год. самостійної роботи. Тижневе навантаження студента складає 2 год. аудиторних занять та 3,625 год. самостійної роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Термодинамічні фазові переходи, квантові фазові переходи, топологічні фазові переходи (5 лекцій = 10 год)

1.1. Температурні фазові переходи. Розв'язок Онзагера.

1.2. Квантові фазові переходи. Кристал з синглетів у квантовій антиферромагнітній J - J' моделі Гайзенберга.

1.3. Фазовий перехід Березінського-Костерліца-Таулеса

Тема 2. Масштаби і виниклі (емерджентні) явища у конденсованій матерії. (4 лекції = 8 год)

2.1. Плівка надплинного гелію і електродинаміка.

2.2. Сильні кореляції. Феромагнетизм Мільке-Тасакі.

Тема 3. Термодинаміка молекулярних систем. (3 лекції = 6 год)

3.1. Рівності замість нерівностей.

3.2. Експерименти з окремими молекулами.

Тема 4. Надхолодні атоми. (2 лекції = 4 год)

4.1. Ефект Доплера і охолодження атомів.

4.2. Ефект Штарка і оптичні ґратки.

4.3. Резонанс Фешбаха і маніпулювання міжатомними взаємодіями.

Тема 5. Часові кристали Флоке. (2 лекції = 4 год)

5.1. Теоретичні пропозиції (2012-2017).

5.2. Експериментальне спостереження часово-кристалічного порядку (2017-2018).

4. Структура навчальної дисципліни

№	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
		лк	пр	лаб	ср
МОДУЛЬ 1					
1	Термодинамічні фазові переходи, квантові фазові переходи, топологічні фазові переходи	10		–	
2	Масштаби і виниклі (емерджентні) явища у конденсованій матерії.	8		–	
3	Термодинаміка молекулярних систем	6		–	
4	Надхолодні атоми.	4		–	
5	Часові кристали Флоке.	4			
	ВСЬОГО	32		–	58

5. Теми для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
МОДУЛЬ 1		
1	Топологія і фізичні властивості матеріалів	8
2	Структурні зміни при квантових фазових переходах	8
3	Термодинаміка кластерів і фазові переходи	8
4	Процеси топологічного впорядкування у малих частинках	8
5	Термодинамічна стабільність кластерів з холодних атомів	8
6	Часова еволюція топологічної структури в кристалах Флоке	8
7	Самоорганізація в молекулярних системах	10
	ВСЬОГО	58

6. Методи навчання

Використовуються такі методи навчання:

- а) *словесні* – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт;
- б) *наочні* – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами та графіками;
- в) *практичні* – виконання практичних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмій і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних об'єктів.

7. Розподіл балів, що присвоюються студентам

Контроль знань здійснюється за результатами іспиту.

Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ECTS	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен	
A	90–100	5	відмінно
B	81–89	4	дуже добре
C	71–80		добре
D	61–70	3	задовільно
E	51–60		достатньо

8. Рекомендована література

Базова:

Для теми 1:

J.Richter and O.Derzhko, Quantum phase transitions: A variational mean-field perspective, *European Journal of Physics* **38**, 033002 (2017).

J.M.Kosterlitz and D.J.Thouless, Ordering, metastability and phase transitions in two-dimensional systems, *Journal of Physics C: Solid State Physics* **6**, 1181 (1973).

Для теми 2:

S.-C.Zhang, To see a world in a grain of sand, arXiv:hep-th/0210162.

О.Держко, Великі питання фізики очима дослідників конденсованої матерії, препринт ICMP-03-22U (Львів, 2003).

H.Tasaki, From Nagaoka's ferromagnetism to flat-band ferromagnetism and beyond: An introduction to ferromagnetism in the Hubbard model, *Progress of Theoretical Physics* **99**, 489 (1998).

Для теми 3:

C.Jarzynski, Equalities and inequalities: Irreversibility and the second law of thermodynamics at the nanoscale, *Séminaire Poincaré XV Le Temps* (2010) 77-102.

A.Aleman et al., From free energy measurements to thermodynamics inference in nonequilibrium small systems, *New Journal of Physics* **17**, 075009 (2015).

T.Naranjo et al., Dynamics of individual molecular shuttles under mechanical force, *Nature Communications* **9**, 4512 (2018).

Для теми 4:

T.W.Hänsch and A.L.Schawlow, Cooling of gases by laser radiation, *Optics Communications* **13**, 68 (1975).

W.D.Phillips, Laser cooling and trapping of neutral atoms, *Rev. Mod. Phys.* **70**, 721 (1998).

I.Bloch, Ultracold quantum gases in optical lattices, *Nature Physics* **1**, 23 (2005).

C.Chin et al., Feshbach resonances in ultracold gases, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 1225 (2010).

Для теми 5:

F.Wilczek, Quantum time crystals, *Phys. Rev. Lett.* **109**, 160401 (2012).

H.Watanabe and M.Oshikawa, Absence of quantum time crystals, *Phys. Rev. Lett.* **114**, 251603 (2015).

N.Y.Yao et al., Discrete time crystals: Rigidity, criticality, and realizations, *Phys. Rev. Lett.* **118**, 030401 (2017).

S.Choi et al., Observation of discrete time-crystalline order in a disordered dipolar many-body system, *Nature* **543**, 221 (2017).

N.Y.Yao and C.Nayak, Time crystals in periodically driven systems, *Physics Today* **71**, September 2018, p.41-47.