

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра молекулярної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан фізичного факультету

_____ 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“Молекулярна фізика – архітектура та дизайн сучасних технологій”

для аспірантів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень доктор філософії
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Фізика та астрономія
(назва освітньої програми)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2018/2019</u>
Семестр	<u>2</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: професор Булавін Леонід Анатолійович

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 2019/2020 н.р. _____ (Оліх О.Я.) «10»_05_.2019 р. №21
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ («__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)
(підпис, ПІБ, дата)

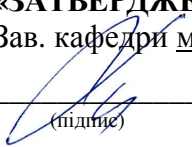
КИЇВ – 2018

Розробники: Булавін Леонід Анатолійович, доктор фіз.-мат. наук, академік НАН України, професор, завідувач кафедри молекулярної фізики

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Зав. кафедри молекулярної фізики металів


_____ (підпис)

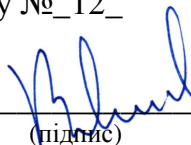
(Булавін Л.А.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «_15_»__03__ 2018 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «_16_» ____04_____ 2018 року №_12_

Голова науково-методичної комісії _____


(підпис)

(Зеленський С.Є.)

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – поглибити та переосмислити знання з рівноважної та нерівноважної термодинаміки та статистичної механіки, а також теплофізики рідин та рідинних систем, нейтронних методів дослідження таких систем

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати закони термодинаміки та методи розрахунку термодинамічних величин, основні положення сучасної класичної та квантової статистичної механіки, основи сучасної фізики фазових переходів для неоднорідних систем, роль поверхневих явищ та обмеженості системи у фізиці, основи фізики нейтронів, закономірності розсіяння теплових нейтронів рідинами.
2. Вміти логічно і послідовно формулювати основні положення і закони статистичної фізики та термодинаміки, розрахувати теплофізичні властивості рідини за наявності інформації про термічне та калоричне рівняння стану, самостійно працювати з літературою зі статистичної фізики та термодинаміки рідинних систем поблизу границь стійкості, визначити основні недоліки та переваги методів дослідження за допомогою пропускання та розсіяння повільних нейтронів;
3. Володіти елементарними навичками математичних перетворень, побудови алгоритмів, обробки експериментальних результатів; вільно володіти загально вживаними термінами молекулярної фізики.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

У курсі систематизуються закономірності, що описують поведінку рідинних систем в широкому інтервалі зміни термодинамічних параметрів, включаючи окіл критичних точок та границь стійкості, а також методи нейтронних досліджень цих систем. Особлива увага приділяється використанню новітніх методів дослідження структури рідинних систем для подальшого застосування в сучасних технологіях, зокрема при конструюванні реакторів 4-го покоління, розробці нових методів діагностики та лікування тощо.

4. Завдання (навчальні цілі) – отримання та систематизація знань з рівноважної та нерівноважної термодинаміки та статистичної механіки, а також теплофізики рідин та рідинних систем, нейтронних методів дослідження таких систем.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (третій рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізика та астрономія» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1).
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК 2)
- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК 4).
- Здатність працювати в міжнародному контексті (ЗК 6).
- Здатність працювати автономно та в команді (ЗК 7).
- Здатність розробляти та управляти проектами (ЗК 8).
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК 10).
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК 11).
- Здатність діяти соціально відповідально та свідомо, нести повну відповідальність за самостійно виконану роботу (ЗК 12).

Фахових:

- Вміння виконувати експериментальні дослідження рівноважних та нерівноважних властивостей у галузі теплофізики та молекулярної (фізики м'якої матерії) (ФК11).
- Вміння застосовувати методи термодинаміки та статистичної фізики для розв'язку теоретичних і практичних задач в галузі теплофізики та молекулярної фізики (фізики м'якої матерії) (ФК12).

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1.	Знати особливості взаємодії повільних нейтронів із речовиною в рідкому стані	Лекції Самостійна робота	Опитування в процесі лекції. Модульна контрольна робота. , іспит	15
1.2.	Знати теорію фазових переходів та критичних явищ	Лекції Самостійна робота	Опитування в процесі лекції, перевірка рефератів та інших форм самостійної роботи. Модульна контрольна робота, іспит	5
1.3.	Знати класифікацію рідкого стану речовини	Лекції Самостійна робота	Опитування в процесі лекції. Модульна контрольна робота , іспит.	20
1.4.	Знати методи нейтронної діагностики розчинів поблизу критичної точки розшарування	Лекції Самостійна робота	Модульна контрольна робота, перевірка рефератів та інших форм самостійної роботи, іспит	20
2.1	Вміти застосовувати техніку нейтронної діагностики рідин та рідинних систем	Лекції Самостійна робота	Модульна контрольна робота, перевірка рефератів та інших форм самостійної роботи, іспит	5
2.2	Вміти діагностувати рідинні системи зі самоорганізацією	Лекції Самостійна робота	Опитування в процесі лекції, перевірка рефератів та інших форм самостійної роботи, іспит	10
2.3	Вміти визначати різні параметри структури рідинних систем на основі даних з малокутового розсіяння нейтронів	Лекції Самостійна робота	Опитування в процесі лекції. Модульна контрольна робота. , іспит	10
3.1	Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень українською мовою	Самостійна робота	Перевірка рефератів	5
4.1	Самостійно освоювати та застосовувати різні пакетні програми для дифракційних досліджень	Самостійна робота	Перевірка рефератів	5

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання
(необов'язково для вибіркових дисциплін)

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни									
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	
ПРН 1.1. Знати основи методології та організації наукових досліджень.			+							
ПРН 1.2. Знати основи теорії твердого тіла та процесів взаємодії електромагнітного випромінювання з молекулами та кристалами.	+		+							
ПРН 1.6. Знати принципи побудови низькорозмірних систем, сучасні експериментальні методи дослідження та діагностики низькорозмірних систем.				+						
ПРН 1.7. Знати теоретичні методи опису процесів розсіювання рентгенівських променів та нейтронів низькорозмірними системами.	+			+						
ПРН 1.8. Знати особливості будови, фізичних властивостей та елементарних збуджень наноструктур, теоретичних моделей, що застосовуються для їх опису та методів експериментального дослідження	+	+								
ПРН 2.4. Вміти формулювати фізичні принципи дифракції рентгенівських променів та нейтронів низькорозмірними системами; планувати та виконувати експеримент в галузі дослідження низькорозмірних систем				+	+					
ПРН 2.5. Вміти оцінювати точність основних експериментальних методів спостереження дифракції рентгенівських променів та нейтронів низькорозмірними та нанорозмірними системами.					+		+			
ПРН 2.9. Вміти оцінювати точність основних експериментальних методів спостереження дифракції рентгенівських променів.					+		+			
ПРН 3.2. Формулювати висновки фізичних досліджень у формі, що відповідає можливостям сприйняття не спеціалістів.									+	
ПРН 4.3. Здійснювати процедуру встановлення цінності джерел наукової інформації шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.										+
ПРН.5.1. Знати ґрунтовні знання предметної області та розуміння професії;	+	+	+	+						

ПРН 1.1. Знати основи методології та організації наукових досліджень.	+
ПРН 1.2. Знати основи теорії твердого тіла та процесів взаємодії електромагнітного випромінювання з молекулами та кристалами.	+
ПРН 1.3. Знати основи теорії та методик експериментальних досліджень елементарних збуджень молекул, кристалів та наночастинок.	
ПРН 1.4. Знати особливості будови, фізичних властивостей та елементарних збуджень наноструктур, теоретичних моделей, що застосовуються для їх опису та методів експериментального дослідження.	
ПРН 1.5. Знати основи основи теорії та методик експериментальних досліджень властивостей матеріалів..	
ПРН 1.6. Знати принципи побудови низькорозмірних систем, сучасні експериментальні методи дослідження та діагностики низькорозмірних систем.	+
ПРН 1.7. Знати теоретичні методи опису процесів розсіювання рентгенівських променів та нейтронів низькорозмірними системами.	+
ПРН 1.8. Знати основи фізики напівпровідникових низькорозмірних систем, явища екранування носіїв заряду, приповерхневого квантування, основи ємнісної спектроскопії, процесів саморегулювання при	+

одержанні та дослідження напівпровідникових низькорозмірних систем, включаючи квантові ями, дроти, точки, надгратки.	
ПРН 1.9. Знати загальні методи представлення та передачі інформації та основні способи побудови локальних мереж та методи поєднання їх між собою.	
ПРН 1.10. Знати методи чисельних розрахунків і обробки результатів експериментів і спостережень.	
ПРН 1.11. Знати методи отримання, особливості структури та властивості металевих систем.	
ПРН 1.12. Знати програмні пакети для розрахунку електронної та атомної структури матеріалів.	
ПРН 1.13. Знати дифракційні методи для дослідження неупорядкованих структур.	
ПРН 1.14. Знати методи отримання та відповідні особливості структури та властивостей функціональних матеріалів.	
ПРН 1.15. Знати експериментальні методи дослідження функціональних матеріалів.	
ПРН 1.16. Знати методи квантово-хімічних розрахунків.	
ПРН 1.17. Знати програмні пакети - GAUSSIAN, MATLAB, Mathematica, Origin.	
ПРН 2.1. Здійснювати основні типи спектроскопічних досліджень зразків у конденсованому стані, обробляти та аналізувати результати таких досліджень.	
ПРН 2.2. Застосовувати наявні та створювати нові теоретичні моделі для опису процесів взаємодії електромагнітного випромінювання з молекулами, кристалами та наночастинками.	
ПРН 2.3. Здійснювати розрахунки енергетичного спектру електронних та коливальних елементарних збуджень молекул, кристалів та наночастинок.	
ПРН 2.4. Вміти формулювати фізичні принципи дифракції рентгенівських променів та нейтронів низькорозмірними системами; планувати та виконувати експеримент в галузі дослідження низькорозмірних систем;	+
ПРН 2.5. Вміти оцінювати точність основних експериментальних методів спостереження дифракції рентгенівських променів та нейтронів низькорозмірними та нанорозмірними системами.	+
ПРН 2.6. Вміти застосовувати знання із функціонування та діагностики	

низько розмірних напівпровідникових систем, планувати та виконувати фізичний експеримент в галузі фізики низькорозмірних напівпровідникових систем.	
ПРН 2.7. Володіти методами кодування та стиснення даних, вміти визначати основні характеристики найпоширеніших технологій локальних мереж та критерії вибору маршруту доправління пакетів.	
ПРН 2.8. Вміти обирати відповідні програмні пакети для розрахунків фізичних властивостей низькорозмірних систем.	
ПРН 2.9. Вміти оцінювати точність основних експериментальних методів спостереження дифракції рентгенівських променів.	+
ПРН 2.10. Вміти встановлювати зв'язки між особливостями структури та властивостями металевих систем.	
ПРН 2.11. Вміти обирати відповідні програмні пакети для наукових розрахунків.	
ПРН 2.12. Вміти застосовувати квантово-хімічні розрахунки для органічних молекулярних систем.	
ПРН 2.13. Вміти проводити дослідження будови, конформації, електронних, коливних, фізико- механічних, радіаційних, радіобіологічних, радіоекологічних властивостей функціональних матеріалів.	
ПРН 3.1. Володіти здатністю презентувати результати своїх досліджень на наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій діяльності;	
ПРН 3.2. Формулювати висновки фізичних досліджень у формі, що відповідає можливостям сприйняття не спеціалістів.	+
ПРН.4.1. Аналізувати наукові праці, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання;	
ПРН 4.2. Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми;	
ПРН 4.3. Здійснювати процедуру встановлення цінності джерел наукової інформації шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	+
ПРН 5.1. Знати ґрунтовні знання предметної області та розуміння професії;	+
ПРН 5.2. Знати праці провідних вчених та фундаментальні праці у галузі дослідження, формулювати мету власного наукового дослідження.	

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. *Модульна контрольна робота* : РН 1.1-1.4, 2.3 - 30 балів / 10 балів

3. *Захист реферату* : РН 1.2, 1.4, 2.2, 3.1, 4.1 - 30 балів / 10 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є написання письмової роботи з подальшою усною співбесідо. Результатами навчання, які оцінюються на іспиті, є РН 1.1-3.1. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час іспиту, становить 40 балів за 100 бальною шкалою.

Перекладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковою умовою допуску до іспиту є відпрацювання всіх практичних робіт та написання модульної контрольної роботи. Здобувач освіти не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Модульна контрольна робота проводяться по завершенні тематичних лекцій.

Захист звітів практичних робіт проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
1	<p>Тема 1. ВЗАЄМОДІЯ ПОВІЛЬНИХ НЕЙТРОНІВ ІЗ РЕЧОВИНОЮ В РІДКОМУ СТАНІ</p> <p>Особливості взаємодії повільних нейтронів із речовиною. Розсіяння повільних нейтронів на вільному ядрі/ Розсіяння повільних нейтронів на зв'язаному ядрі. Розсіяння нейтронів і просторово-часові корелятивні функції.</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	2		6
2	<p>Тема 2. ТЕХНІКА НЕЙТРОННОЇ ДІАГНОСТИКИ РІДИН ТА РІДИННИХ СИСТЕМ.</p> <p>Джерела нейтронів. Методика визначення повного перерізу розсіяння нейтронів. Методика визначення диференціального перерізу розсіяння нейтронів. Визначення диференціального перерізу розсіяння нейтронів на малі кути. Визначення двічі диференціального перерізу розсіяння нейтронів.</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	2		14
3	<p>Тема 3. ФАЗОВІ ПЕРЕХОДИ ТА КРИТИЧНІ ЯВИЩА.</p> <p>Класичний підхід при описі фазових переходів: теорія конденсації Ван-дер-Ваальса, критична точка Кюрі, Теорія Вейса, теорія Орнштейна–Церніке, теорія фазових переходів Ландау, критерій Гінзбурга. Флуктуаційна теорія фазових переходів. Гіпотеза масштабної інваріантності. Ренормгруповий підхід та розширений скейлінг. Гравітаційний ефект.</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	4		12
4	<p>Тема 4. НЕЙТРОННА ДІАГНОСТИКА РІДИН ПОБЛИЗУ КРИТИЧНОЇ ТОЧКИ ПАРООУТВОРЕННЯ.</p> <p>Нейтронний метод вивчення гравітаційного ефекту. Форма критичної ізотерми рідин. Форма кривої співіснування "рідина – пара". Ізотермічна стисливість уздовж критичної ізохори. Масштабна функція гравітаційного ефекту. Розсіяння нейтронів поблизу критичної точки пароутворення.</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	2		14
	<p>Тема 5. НЕЙТРОННА ДІАГНОСТИКА РОЗЧИНІВ ПОБЛИЗУ КРИТИЧНОЇ ТОЧКИ РОЗШАРУВАННЯ.</p> <p>Гравітаційний ефект поблизу критичної температури розшарування низькомолекулярних речовин. Малокутове розсіяння нейтронів поблизу критичної точки „рідина - рідина”. Крива співіснування системи „рідина - рідина” поблизу критичної точки розшарування. Поведінка розчину поблизу подвійної критичної точки. Діаграма станів та закон відповідних станів системи „полімер – розчинник”. Особливості поведінки системи „полімер – розчинник” поблизу критичної точки розшарування. Масштабні властивості розчинів полімерів. Дослідження явищ кросоверу в розчинах полімерів методом малокутового розсіяння нейтронів</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	4		16

5	<p>Тема 6. МАЛОКУТОВЕ РОЗСИЮВАННЯ НЕЙТРОНІВ ЯК СПОСІБ НЕЙТРОННОЇ ДІАГНОСТИКИ РІДКОГО СТАНУ.</p> <p>Основні принципи малокутового розсіювання нейтронів. Малокутова дифракція. Інваріанти в малокутовому розсіянні нейтронів. Метод моделей при інтерпретації малокутових даних. Малокутове розсіяння полідисперсними системами. Варіація контрасту. Непряме перетворення Фур'є.</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	2		14
	<p>Тема 7. ДІАГНОСТИКА РІДИННИХ СИСТЕМ ІЗ САМООРГАНІЗАЦІЄЮ.</p> <p>Поверхнево-активні речовини. Класифікація ПАР за полярними групами. Критична концентрація міцелоутворення. Термодинамічний опис процесу міцелоутворення. Самоорганізація ПАР. Теорія Дебая - Хюккеля для взаємодії заряджених частинок. Фазова діаграма та точка Крафта. Розсіяння нейтронів колоїдною рідинною системою. Теорія розсіяння нейтронів у рідинних системах з макроіонами.</p> <p>с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.</p>	2		12
	<i>Підсумкова модульна контрольна робота</i>	1		
	ВСЬОГО	22	0	98

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 120 год, в тому числі:

Лекцій – **22 год**.

Семінари – **0 год**.

Практичні заняття – **0 год**.

Лабораторні заняття – **0 год**.

Тренінги – **0 год**.

Консультації - **2 год**.

Самостійна робота - **98 год**.

9.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. Адаменко І.І., Булавін Л.А. Фізика рідин та рідинних систем. К: АСМО, 2010.
2. Булавін Л.А. Нейтронна діагностика конденсованого стану речовини. К.: Енергоатом, 2012.
3. Шапиро Ф. Л. Фізика нейтронів. – М: Наука, 1976. – 410 с.

Додаткова:

1. Булавін Л. А., Чалий К. О. Нейтронна оптика мезомасштабних рідин. – К: Наук. думка, 2006. – 310 с..
2. Булавін Л. А., Слісенко В. І., Клепко В.В. Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ. – К: Академперіодика, 2005. – 630 с.
3. Юхновский И. Р., Головкин М.Ф. Статистическая теория классических равновесных систем. – К.: Наук. думка, 1980. – 372 с..
4. Булавін Л. А., Тартаковський В. К. Ядерна фізика. – К.: Знання, 2005. – 440 с.