

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра фізики металів

Затверджено

На засіданні кафедри фізики металів
фізичного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.08.2020 р.)

Завідувач кафедри  проф. С.І. Мудрий

Силабус
з навчальної дисципліни «Молекулярна фізика»,
що викладається в межах
ОПП «Середня освіта (Фізика)»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 014 Середня освіта
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта. Фізика

Львів 2020

Назва дисципліни	Молекулярна фізика
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія 8, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра фізики металів
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	01 Освіта/Педагогіка, 014.08 «Середня освіта. Фізика»
Викладачі дисципліни	Лектор - Плевачук Юрій Олександрович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики металів, професор. Практичні заняття проводить Королишин Андрій Володимирович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики металів, доцент. Лабораторні заняття проводить Штаблавий Ігор Іванович, доктор фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики металів, доцент.
Контактна інформація викладачів	yuriy.plevachuk@lnu.edu.ua andry.korolyshyn@lnu.edu.ua ihor.shtablavyi@lnu.edu.ua
Консультації по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/metodyka-vykladannia-fizyky-014-08-serednia-osvita-fizyka
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Молекулярна фізика» є нормативною навчальною дисципліною зі спеціальності – 014.08 Середня освіта (Фізика) для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, яка викладається в 2 семестрі в обсязі 10 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам відповідні теоретичні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі молекулярної фізики. Тому у курсі представлені відповідні теоретичні дані та передбачене розв'язання практичних задач; виконання лабораторних робіт.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни «Молекулярна фізика» є одержання студентами знань з розділу «Молекулярна фізика» загального курсу фізики, вивчення фізичних властивостей речовин (газів, рідин, твердих тіл) залежно від їхньої внутрішньої будови та зовнішніх впливів (тиску, температури); розглянути: явища перенесення (дифузія, теплопровідність, внутрішнє тертя) у різних агрегатних станах речовин за їхньою молекулярною будовою та характером молекулярного руху; фазову рівновагу, процеси фазових переходів (кристалізація і плавлення, випаровування і конденсація), критичний стан речовини, поверхневі явища на межі розділу. Навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач молекулярної фізики та термодинаміки, забезпечити отримання практичних навиків роботи з вимірювальною апаратурою, навчити інтерпретувати отримані експериментальні та теоретично розраховані результати.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Якібчук П.М. Молекулярна фізика. Підручник. / П.Якібчук, М.Клим – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2015. –584 с.

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Клим М.М. Молекулярна фізика. Підручник. / М.Клим, П.Якібчук – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003, -546с. 3. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика./ Я.Дутчак, П.М.Якібчук. – Київ: НМК ВО, 1991, -340с. 4. Булавін Л.А. Молекулярна фізика. / Л.Булавін, Д.Гаврюшенко, В.Сисоєву – Київ:Знання, 2006. -567с. 5. Клим М.М. Збірник задач з молекулярної фізики. Навчальний посібник. / М.Клим, П.Якібчук – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. –242с. (гриф МОН України) 6. Клим М.М. Збірник задач з молекулярної фізики. Навч. посібник. / М.Клим, М.Комарницький, С.Мудрий – Київ: УМК ВО, 1990.-172с. 7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие / И.Иродов. – М. : Наука, 1988. – 416 с. – ISBN 5-02-013849-5. 8. Гаркуша І.П. Загальний курс фізики. Збірник задач: навч. посіб./ І.Гаркуша, І.Горбачук [та ін.]; за ред. І.Гаркуші. – Київ: В-во "Техніка", 2003. – 560 с. – ISBN 966-575-130-1. 9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособ./ В.Волькенштейн – М. : Наука, 1985. – 464 с. 10. Якібчук П.М. Молекулярна фізика. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. / П.Якібчук, А.Королишин – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009 –131с. 11. Гапчин Б.М. Молекулярна фізика. Лабораторний практикум. / Б.Гапчин, Я.Дутчак, В.Френчко – Львів: Світ, 1990, -237с. 12. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. Лабораторний практикум. / Я.Дутчак, Б.Гапчин, В.Френчко – Львів: “Вища школа”, 1977, -102с. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Воловик П.М. Курс фізики для університетів: навч. посіб. / П.М. Воловик – К. : Ірпінь, Перун, 2005. – 864 с. – ISBN 966-569-172-4. 2. Детлаф А.А. Курс фізики: учеб. пособие для вузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – М. : Высш. школа, – 1989. 3. Кикоин А.Н. Молекулярная физика / А.Н. Кикоин, И.К. Кикоин - М., 1976, 480 с. 4. Барановський В. Загальна фізика : лабораторний практикум : навч. посіб. / В.Барановський, П.Бережний, І.Горбачук, В.Дущенко, М.Шут; за заг. ред. І.Т.Горбачука. – К. : Вища шк., 1992. – 509 с. – ISBN 5-11-002569-X.
Обсяг курсу	300 годин, з яких 160 годин аудиторних занять (з них 48 годин лекцій, 64 години практичних занять, 48 годин лабораторних робіт) та 140 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Курс формує такі загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК):</p> <p><i>Загальні компетентності:</i></p> <p>ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><i>Спеціальні компетентності:</i></p> <p>СК1. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики та методики навчання фізики у вирішенні професійних завдань.</p> <p>СК4. Здатність коректно застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним</p>

	<p>інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання.</p> <p>СК9. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків.</p> <p>СК12. Володіння базовими поняттями, аксіомами та постулатами загальної і теоретичної фізики, знання основних законів і принципів сучасної фізики та астрономії, вміння визначати межі їх застосування.</p> <p><i>Програмні результати навчання (ПРН), на досягнення яких спрямоване вивчення курсу:</i></p> <p>ПРН5. Уміти оперувати базовими категоріями та поняттями спеціальності.</p> <p>ПРН13. Знати та розуміти основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики і астрономії та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.</p> <p>ПРН14. Аналізувати фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.</p> <p>ПРН17. Розв'язувати задачі різних рівнів складності курсів фізики і астрономії в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює розв'язання учням.</p> <p>ПРН20. Володіти основами наукових досліджень, здійснювати самостійну експериментальну діяльність з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p> <p>ПРН22. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.</p>
Ключові слова	Ідеальний газ, термодинаміка, тиск, температура, політропний процес, розподіл Максвелла, розподіл Больцмана, реальний газ, рідини, тверді тіла, фазові переходи.
Формат курсу	Очний.
	Проведення лекцій, лабораторних, практичних занять та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Подано у формі СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Поточний контроль: усне та письмове опитування, модульні тести, оцінка практичних завдань, захист лабораторних робіт. Підсумковий контроль: іспит письмовий в кінці 2-го семестру. Форма: Письмово-усні.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти повинні знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, механіки; вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференційних рівнянь та комп'ютерних технологій для розв'язку практичних завдань; володіти навиками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференційних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Використовуються такі методи навчання: а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт; б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами та графіками; в) <i>практичні</i> – виконання практичних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних

	наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних об'єктів.
Необхідне обладнання	Обладнання навчальної лабораторій з курсу «Молекулярна фізика» персональний комп'ютер, операційні системи (Windows, Linux), загальнонавчальні комп'ютерні програми, проектор та екран.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> • практичні та лабораторні: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40 • контрольні заміри (модулі): 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10 • іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50 Підсумкова максимальна кількість балів 100. Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються
Питання до заліку чи екзамену.	<i>Питання до екзамену в 2-му семестрі:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет молекулярної фізики. Модель матеріального тіла. Методи вивчення макроскопічних систем. Маса атомів і молекул. Кількість речовини. 2. Модель ідеального газу. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеального газу. Закони ідеального газу. 3. Вимірювання температури. Термометричне тіло і термометрична величина. Термометри. Емпіричні шкали температур. 4. Число ступенів вільності. Теорема про розподіл енергії за ступенями вільності молекул. Внутрішня енергія. 5. Перше начало термодинаміки. Внутрішня енергія. Робота. Теплота. Перше начало термодинаміки. Термодинамічна система. Термодинамічні параметри стану системи. Класифікація термодинамічних параметрів. 6. Теплоємність. Теплоємність за сталого об'єму. Теплоємність за сталого тиску для ідеального газу. Якісне пояснення залежності теплоємності молекулярного водню від температури. 7. Політропний процес. Рівняння політропи. Робота при політропному процесі. 8. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона. 9. Друге начало термодинаміки. Формулювання Томсона другого начала термодинаміки. Формулювання Клаузіуса. 10. Формулювання другого начала термодинаміки з допомогою ентропії. Фізичний зміст ентропії. 11. Теплова машина. Холодильна машина. Колові процеси (цикли). Робота циклу. Коефіцієнт корисної дії циклу. 12. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно. Теорема Карно. 13. Нерівність Клаузіуса. Визначення ентропії ідеального газу. Обчислення зміни ентропії в процесах ідеального газу. 14. Ентропія і термодинамічна імовірність. Формула Больцмана. Статистичний характер другого начала термодинаміки. 15. Третє начало термодинаміки. Теплова теорема Нернста. Постулат Планка. Формулювання третього начала термодинаміки. 16. Розподіл молекул ідеального газу за швидкостями. (розподіл Максвелла). Характерні швидкості розподілу Максвелла. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла. 17. Частота ударів молекул об стінку. Розподіл молекул за кінетичною енергією.

	<ol style="list-style-type: none"> 18. Розподіл Больцмана. Експериментальна перевірка розподілу Больцмана. 19. Співвідношення між розподілами Максвелла і Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана. 20. Броунівський рух. Розрахунок руху, броунівської частинки. Обертний Броунівський рух. Експериментальне визначення сталої Больцмана. Досліди Перрена. 21. Кінематичні характеристики молекулярного руху. Зіткнення молекул. Частота зіткнень. Середня довжина вільного пробігу. Газокінетичний діаметр молекул. Поперечний переріз. 22. Процеси перенесення в газах. Зв'язок між коефіцієнтами процесів перенесення в газах. 23. Дифузія в газі. Коефіцієнт самодифузії. Закон Фіка. 24. Теплопровідність в газі. Коефіцієнт теплопровідності. 25. В'язкість газів. Коефіцієнт динамічної в'язкості. 26. Реальні гази. Відхилення властивостей газів від ідеальності. Сили міжмолекулярної взаємодії в реальних газах. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст сталих "а" і "в" в рівнянні Ван-дер-Ваальса. 27. Область двофазних станів. Критичний стан речовини. Критична опалесценція. 28. Зведене рівняння Ван-дер-Ваальса. 29. Ізотерми реального газу. Перехід з газоподібного в рідкий. Експериментальні ізотерми. 30. Внутрішня енергія реального газу. 31. Явище Джоуля-Томсона. Фізичний зміст явища. 32. Диференціальний та інтегральний ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. 33. Рідини. Молекулярно-кінетична характеристика рідкого стану. Близький порядок в рідинах. 34. В'язкість рідин. Температурна залежність коефіцієнту динамічної в'язкості рідин. 35. Дифузія в рідинах. 36. Поверхневий натяг рідин. Вільна поверхнева енергія. Коефіцієнт поверхневого натягу. 37. Змочування і незмочування. Кривизна поверхні і додатковий тиск. Формула Лапласа. Капілярні явища. 38. Рідкі розчини. Їх характеристики. Розчинність. Теплота розчинення. Ідеальні розчини. 39. Осмотичний тиск. Механізм його виникнення. Закономірності осмотичного тиску. Закон Вант-Гоффа. 40. Закон Рауля. Закон Генрі. 41. Симетрія кристалів. Кристалографічні системи. Кристалічна ґратка. Реальні кристали. Дефекти в кристалах. Дислокації. 42. Теплоємність твердих тіл. Правило Дюлонга і Пті. Квантова теорія теплоємності твердих тіл. 43. Фазові переходи. Типи фазових переходів. Фазові переходи I і II роду. Кількісний опис фазових переходів I роду. 44. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Фазові діаграми. 45. Теплоємність твердих тіл. Правило Дюлонга і Пті. Квантова теорія теплоємності твердих тіл.
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу

Тиж день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. *** Ресурси в інтернеті (за потреби)	Термін виконання
1.	Тема 1. Предмет та методи молекулярної фізики. Вступ. Предмет молекулярної фізики. Модель матеріального тіла. Маса атомів і молекул. Кількість речовини. Агрегатні стани речовини. Модель ідеального газу. Динамічний, статистичний і термодинамічний методи опису речовини.	Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
2.	Тема 2. Тиск і температура. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Тиск і температура. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеальних газів. Закон Бойля-Маріотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Вимірювання температури. Термометричне тіло і термометрична величина. Термометри. Емпіричні шкали температур. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Середня кінетична енергія та температура.	Лекція – 4 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
3.	Тема 3. Перший закон термодинаміки. Задачі термодинаміки. Термодинамічна система. Термодинамічні параметри стану системи. Класифікація термодинамічних параметрів. Термічне рівняння стану. Число ступенів вільності. Теорема про розподіл енергії за ступенями вільності. Внутрішня енергія. Функції стану і повні диференціали. Робота. Теплота. Перший закон термодинаміки.	Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
4.	Тема 4. Теплоємність ідеального газу. Теплоємність. Теплоємність при постійному об'ємі. Теплоємність при постійному тиску для ідеального газу. Якісне пояснення залежності теплоємності молекулярного водню від температури.	Лекція – 4 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
5.	Тема 5. Політропний процес. Політропний процес. Рівняння політропи. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Ізопроцеси в ідеальних газах. Робота при політропному процесі.	Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
6.	Тема 6. Другий закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки.	Лекція – 4 год.		1 тиждень

	<p>Формулювання Томсона другого закону термодинаміки. Формулювання Клаузіуса. Еквівалентність формулювань Томсона і Клаузіуса. Теплова машина. Холодильна машина. Коефіцієнти корисної дії теплової і холодильної машини. Циклічні процеси. Робота циклу. Коефіцієнт корисної дії. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно. Теорема Карно. Абсолютна термодинамічна шкала температур.</p>	<p>практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самоств. робота – 8,75 год.</p>		
7.	<p>Тема 7. Третій закон термодинаміки. Нерівність Клаузіуса. Визначення ентропії ідеального газу. Обчислення зміни ентропії в процесах ідеального газу. Формулювання другого закону термодинаміки з допомогою ентропії. Фізичний зміст ентропії. Ентропія і термодинамічна імовірність. Формула Больцмана. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Третій закон термодинаміки. Теплова теорема Нернста. Постулат Планка. Формулювання третього закону термодинаміки. Властивості речовин при температурі 0К.</p>	<p>Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самоств. робота – 8,75 год.</p>		1 тиждень
8.	<p>Тема 8. Розподіл Максвелла. Розподіл Максвелла. Розподіл молекул за швидкостями. Середня кінетична енергія молекул. Виведення розподілу Максвелла. Характерні швидкості розподілу Максвелла. Дослід Штерна. Принцип детальної рівноваги. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла. Частота ударів молекул об стінку. Розподіл молекул за кінетичною енергією. Середнє число частинок в об'ємі. Флуктуації. Відносна величина флуктуації. Досліди Сведберга.</p>	<p>Лекція – 4 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самоств. робота – 8,75 год.</p>		1 тиждень
9.	<p>Тема 9. Розподіл Больцмана. Розподіл Больцмана. Незалежність температури від зовнішнього потенціального поля. Виведення розподілу Больцмана. Експериментальна перевірка розподілу Больцмана. Зміна атмосферного тиску з висотою. Барометрична формула. Атмосфера планет. Співвідношення між розподілами Максвелла і Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана.</p>	<p>Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самоств. робота – 8,75 год.</p>		1 тиждень
10.	<p>Тема 10. Броунівський рух.</p>	<p>Лекція – 4 год.</p>		1 тиждень

	Броунівський рух. Розрахунок руху броунівської частинки. Обертний броунівський рух. Експериментальне визначення сталої Больцмана. Досліди Перрена.	практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		
11.	Тема 11. Кінематичні характеристики молекулярного руху. Кінематичні характеристики молекулярного руху. Газокінетичний діаметр молекул. Поперечний переріз. Середня довжина вільного пробігу. Частота зіткнень. Експериментальне визначення поперечного перерізу зіткнень. Вакуум. Методи отримання та вимірювання вакууму.	Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
12.	Тема 12. Процеси переносу в газах. Процеси переносу в газах. Дифузія. Коефіцієнт самодифузії. Стаціонарна дифузія. Нестационарна дифузія. Закон Фіка. Взаємна дифузія в газовій суміші. Теплопровідність. Коефіцієнт теплопровідності. Стаціонарна і нестационарна теплопровідність. Час релаксації для температури. В'язкість газів. Коефіцієнт динамічної в'язкості. Зв'язок між коефіцієнтами процесів переносу в газах.	Лекція – 4 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
13.	Тема 13. Реальні гази. Відхилення властивостей газів від ідеальності. Ізотерми Амага. Температура Бойля. Сили міжмолекулярної взаємодії в реальних газах. Потенціал міжмолекулярної взаємодії. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст сталих "а" і "в" в рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми реального газу. Метастабільні стани. Перехід з газоподібного стану в рідкий. Експериментальні ізотерми. Область двофазних станів. Насичена пара. Правило важеля. Критичний стан речовини. Критична опалесценція. Зведене рівняння Ван-дер-Ваальса. Внутрішня енергія реального газу. Теплоємності C_v і C_p реальних газів. Рівняння політропи реального газу.	Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
14.	Тема 14. Явище Джоуля-Томсона. Фізичний зміст явища. Диференціальний та інтегральний ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. Зрідження газів. Методи охолодження газів. Магнітний метод отримання низьких температур.	Лекція – 4 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самост. робота – 8,75 год.		1 тиждень
15.	Тема 15. Рідини.			1 тиждень

	<p>Ближній порядок в рідинах. Молекулярно-кінетична характеристика рідкого стану. В'язкість рідин. Температурна залежність коефіцієнту динамічної в'язкості рідин. Дифузія в рідинах. Поверхневий натяг рідин. Вільна поверхнева енергія. Коефіцієнт поверхневого натягу. Умова рівноваги на межі двох рідин і на межі рідина-тверде тіло. Змочування і незмочування. Кривизна поверхні і додатковий тиск. Формула Лапласа. Капілярні явища. Випаровування та кипіння рідин. Теплота випаровування. Тиск насиченої пари поблизу викривленої поверхні рідини. Перегріта рідина. Бульбашкова камера. Переохолоджена пара. Камера Вільсона. Рідкі розчини. Їх кількісні характеристики. Розчинність. Теплота розчинення. Ідеальні розчини. Закон Рауля. Закон Генрі. Осмотичний тиск. Механізм його виникнення. Закономірності ос-мотичного тиску. Закон Вант-Гоффа.</p>	<p>Лекція – 2 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самоств. робота – 8,75 год.</p>		
16.	<p>Тема 16. Тверді тіла. Класифікація твердих тіл. Кристалічні та аморфні тіла. Симетрія кристалів. Елементи симетрії. Кристалографічні системи. Кристалічна гратка. Індеси атомних площин і кристалографічних напрямків. Реальні кристали. Дефекти в кристалах. Дислокації. Механічні властивості твердих тіл. Пружня деформація. Закон Гука. Види пружної деформації. Коефіцієнт Пуассона. Зв'язок між модулями пружності. Пластична деформація. Текучість. Механізм пластичної деформації. Фазові переходи. Типи фазових переходів. Фазові переходи I і II роду. Кількісний опис фазових переходів I роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Поліморфні перетворення. Фазові діаграми.</p>	<p>Лекція – 4 год. практ. заняття – 4 год. лабор. робота – 3 год. самоств. робота – 8,75 год.</p>		1 тиждень