

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра фізичної та біомедичної електроніки

Затверджено

На засіданні кафедри фізичної та біомедичної електроніки факультету електроніки та комп'ютерних технологій Львівського національного університету імені Івана Франка (протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри

 _____ Олег БОРДУН

Силабус з навчальної дисципліни
«ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ»,
що викладається в межах ОП «Електроніка та комп'ютерні системи» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності
171 Електроніка

Назва дисципліни	Фізичні основи електроніки
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальності 171 Електроніка
Викладачі дисципліни	Бордун Олег Михайлович, доктор фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедри Демків Тарас Михайлович, доктор фіз.-мат. наук, професор
Контактна інформація викладачів	oleh.bordun@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/bordun-o-m taras.demkiv@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/demkiv-t-m
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a5283a0eb97ef49d4bdeb1ef3897bf582%40thread.tacv2/conversations?groupId=9b40638b-c8ab-47ce-977f-0a402795dadc&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf https://electronics.lnu.edu.ua/course/fizychni-osnovy-elektroniky-eikt/
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Фізичні основи електроніки» є нормативною дисципліною з спеціальності 171 Електроніка для освітньої програми «Електроніка та комп'ютерні системи», яка викладається в 1-му семестрі в обсязі 6 кредитів та у 2-му семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
Коротка анотація дисципліни	Курс „Фізичні основи електроніки” є одним з основних у профілюючій підготовці студентів технічних спеціальностей. Без ґрунтовних знань з фізики та електроніки неможлива майбутня повноцінна професійна діяльність в областях математичного моделювання, інженерного проектування, тощо. Закони та явища фізики є основою сучасної електроніки, фундаментом для різних галузей науки і техніки. Їхнє вивчення під час лекційних і лабораторних занять дасть змогу опанувати багато інших важливих курсів на факультеті електроніки. Лабораторний практикум з курсу „ Фізичні основи електроніки” для студентів факультету електроніки є важливим фундаментом для набуття навиків роботи з апаратурою, дає відомості про методи дослідження фізичних явищ, закладає передумови для самостійної наукової роботи.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни «Фізичні основи електроніки» є формування в майбутнього спеціаліста цілісної картини фізичних явищ при роботі з електронною технікою. Це передбачає виклад основ механіки, молекулярної фізики, електростатики і в подальшому наступних розділів фізики. Предмет навчальної дисципліни включає основні поняття, закономірності та закони, що відносяться до розділів фізики та основ електроніки.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Матвієнко М. П. Основи електроніки: підручник. – Київ: Ліра-К, 2021. – 360 с. 2. Дрозденко К.С. Фізичні основи електроніки : курс лекцій : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка». – Київ : КП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 153 с. – URL :

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/40978/1/FOE_navch_posibnyk.pdf

3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К, 1999.– 532 с.
4. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.2. Електрика.. – К, 1999.– 491 с.
5. Волков О.Ф., Лумпієва Т.П. Курс фізики: У 2-х т. Т.1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: Навчальний посібник для студентів інженернотехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 224 с.
6. Волков О.Ф., Лумпієва Т.П. Курс фізики: У 2-х т. Т.2: Коливання і хвилі. Хвильова і квантова оптика. Елементи квантової механіки. Основи фізики твердого тіла. Елементи фізики атомного ядра. Навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 208 с.
7. Мірошніченко А.П., Іваннік Г.В. Матеріали радіоелектронної апаратури та телекомунікаційних систем. Курс лекцій : навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 242 с. – URL : https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48643/1/REA_TS.pdf
8. Кушнір Р. Курс фізики. Механіка і молекулярна фізика. – Львів, 2000.– 396 с.
9. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. Т.3. Оптика. Квантова фізика. – К, 1999.– 515 с.
10. Вакарчук С.О., Демків Т.М., Мягкота С.В. Фізика. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 460 с.
11. Гаркуша І.П., Горбачук І.Т., Курінний В.П., Кучерук І.М., Певзнер М.Ш. Загальний курс фізики: Збірник задач. – Київ: Техніка, 2003. – 560 с.
12. Шопа Я. І. Електрика та магнетизм. Збірник задач із розв'язками : навч. посіб. : [для вищ. навч. закл.] / Я. І. Шопа, В. М. Лесівців, Т. М. Демків. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 288 с. https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/EM_Zbirnyk-zadach.pdf
13. Курс фізики : [у 2 т.] навч. посіб. / за заг. ред. Г.Бушка. – К. : Либідь, 2001– . – ISBN 966-06-0027-5.
Т.1: Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм / Г.Ф.Бушок, В.В.Левандовський, Г.Ф.Півень.– 2001.– 448 с.– ISBN 966-06-0084-4.
Т.2. Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика / Г.Ф.Бушок, Е.Ф.Венгнер.– 2001. – 424с.– ISBN 966-06-0029-1.

Додаткова література:

1. Загальна фізика. Лабораторний практикум/ За заг. ред. І.Т.Горбачука.– К, 1992 – 509 с.
2. Готра З. Ю., Лопатинський І. Є., Лукіянець Б. А. та ін. Фізичні основи електронної техніки : підручник. – Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2004. – 880 с.
3. Чешко І.В. Методичні вказівки до самостійної та практичних робіт із дисципліни “Фізичні основи електроніки” : для студ. спец. 171 “Електроніка” денної та заочної форм навчання. – Суми : СумДУ, 2018. – 54 с. – URL : <https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=SuSDU.BibRecord.688416>
4. Papadopoulos C. Solid-State Electronic Devices: An Introduction / C. Papadopoulos. - Springer Science, 2022. – 287 p

	<p>5. Методичні вказівки до обробки експериментальних результатів у фізичному лабораторному практикумі. Львів, 1981.– 19 с.</p> <p>6. Бордун О. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із курсу “Оптика” : [для студ. природничих ф-тів] / О. М. Бордун, Х. Г. Лах; відпов. за випуск З. В. Стасюк. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 35 с.</p>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Загальний обсяг на кожний семестр: 180 год. 96 години аудиторних занять, з них 48 годин лекцій, 48 годин лабораторних робіт та 84 години самостійної роботи.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>Знати</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні ідеї, поняття та закони фізики, межі їхнього застосування, - закони кінематики і динаміки, закони збереження у механіці, механіку рідин і газів, коливання і хвилі, молекулярно-кінетичну теорію, основи термодинаміки, основи електростатики; - основні фізичні величини, одиниці їх вимірювання; фундаментальні поняття; - головні технічні проблеми, пов’язані з використанням фізичних явищ. <p>Вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> - застосовувати вивчені закони і принципи для розв’язування задач з фізики та електроніки; - застосовувати здобуті знання на практиці, зокрема під час фізичного експерименту; - пояснювати електричні процеси та явища, які використовуються у техніці та побуті; - визначати принципи дії та область застосування фізичних методів та принципи роботи низки приладів. <p>Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких компетентностей і програмних результатів:</p> <p>ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов’язків.</p> <p>ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.</p> <p>ФК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.</p> <p>ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп’ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп’ютерними мережами, базами даних та Інтернет- ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.</p> <p>ФК6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.</p> <p>ПР1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій</p>

	<p>та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.</p> <p>ПР2. Застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференційних рівняння в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистичного аналізу, теорії інформації, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки.</p> <p>ПР3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.</p> <p>ПР4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.</p> <p>ПР6. Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.</p> <p>ПР17. Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики вимірювання; контролювати достовірність отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом.</p>
Ключові слова	Фізичні закони та явища, фізичні величини, механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електростатика
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Іспит.
Пререквізити	Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики і фізики: математичний аналіз, основи векторного аналізу та теорії диференціальних рівнянь, основні поняття фізики.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, платформа MS Teams, комп'ютерне програмне забезпечення, лабораторне обладнання лабораторії фізичних основ електроніки, яке включає в себе 12 робочих столів, забезпечених відповідно фізичними пристроями, універсальними блоками живлення, платами для монтажу електричних схем, аналоговою та цифровою вимірювальною технікою, осцилографами.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться упродовж семестру (1-го та 2-го) за 50-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:

	<ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 17% семестрової оцінки до 10 балів за виконання модульного завдання – розв’язування тестових завдань за першу частину курсу. • Змістовий модуль 2: 17% семестрової оцінки до 10 балів за виконання модульного завдання – розв’язування тестових завдань за другу частину курсу. • Виконання лабораторних робіт та практичних занять, написання контрольної роботи : 66% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30. <p>Загалом упродовж семестру 50 балів.</p>
	<p>Іспит проводиться в письмовій формі з наступною усною співбесідою. Білет з іспиту включає в себе два запитання з програми даного курсу, одну задачу, тестові завдання і оцінюється в 50 балів.</p> <p>Контрольні роботи проводяться у формі тестових завдань.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань Контрольні роботи проводяться у формі тестових завдань. Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов’язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані під час семестру, виконанні самостійної роботи та бали підсумкового тестування. При цьому обов’язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов’язаних з навчанням; списування та плагіат; несвочасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

I семестр

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
------	--------------------------	----------------------------	---------------------------------	------------------------------------	------------------

1	Вступ. Фізика та електроніка як наука. Предмет фізики та електроніки і їх зв'язок з іншими природничими науками. Методи фізичних досліджень. Вектори та математичні операції з векторами. Фізичні основи механіки. Моделі в механіці.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт. Основи фізичних вимірювань. 3 год.	1-й тиж. семестру
2	Системи відліку. Траекторія і переміщення. Швидкість. Прискорення та його складові. Кутова швидкість і кутове прискорення. Перетворення Галілея. Механічний принцип відносності. Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Визначення розмірів тіла правильної геометричної форми та обробка результатів вимірювань. 3 год.	2-й тиж. семестру
3	Закони динаміки Ньютона. Сили тертя. Закон збереження імпульсу. Центр мас. Рівняння руху тіла змінної маси.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Визначення прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника. 3 год.	3-й тиж. семестру
4	Робота і енергія, потужність. Кінетична і потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії. Механіка твердого тіла. Момент інерції. Кінетична енергія обертання. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Вивчення обертального руху на маятнику Обербека. 3 год.	4-й тиж. семестру
5	Момент сили. Рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Момент імпульсу і закон його збереження. Рівняння моментів. Деформація твердого тіла.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Вивчення коливних процесів. 3 год.	5-й тиж. семестру
6	Коливання. Кінематика коливань. Механічні гармонічні коливання. Гармонічний осцилятор. Математичний та фізичний маятники. Додавання гармонічних коливань одного напрямку і однакової частоти. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відривання кільця. 3 год.	6-й тиж. семестру
7	Загасаючі коливання. Вимушені коливання. Механічні хвилі. Повздовжні і поперечні хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Хвильове рівняння. Стоячі хвилі. Звукові хвилі. Ефект Доплера в акустиці.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Практичне заняття: Фізичні основи механіки. 3 год.	7-й тиж. семестру
8	Основи фізики рідин. Тиск у рідині і газі. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. В'язкість. Ламінарна і турбулентна течія рідини. Формула Пуазейля. Рух тіл у рідинах і газах	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Практичне заняття: Фізичні основи механіки. 3 год.	8-й тиж. семестру
9	Дослідні закони ідеального газу. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Проміжне підсумкове заняття. 3 год.	9-й тиж. семестру
10	Закон Максвелла для розподілу молекул ідеального газу за швидкостями та енергіями теплового руху. Розподіл Больцмана. Барометрична формула. Середнє число зіткнень і середня довжина вільного пробігу молекул. Дослідне обґрунтування МКТ.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Визначення співвідношення теплоємностей газу C_p/C_v методом Клемана – Дезорма. 3 год.	10-й тиж. семестру

11	Явища переносу в термодинамічно нерівноважних системах. Потік молекул через поверхню. Теплопровідність. Дифузія. Внутрішнє тертя. Вакуум і методи його одержання. Властивості ультрарозріджених газів.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Дослідження теплового розширення металів. 3 год.	11-й тиж. семестру
12	Основи термодинаміки. Число ступенів вільності молекул. Внутрішня енергія ідеального газу. Перше начало термодинаміки. Робота ідеального газу при зміні його об'єму. Теплоємність. Використання першого начала термодинаміки до ізопроцесів. Адіабатичний процес.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Визначення сталої Больцмана та універсальної газової сталої. 3 год.	12-й тиж. семестру
13	Круговий процес (цикл). Оборотні і необоротні процеси. Ентропія, її статистичний зміст. Друге начало термодинаміки. Тепловий двигун. Цикл Карно. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми Ван-дер-Ваальса.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Практичне заняття: Фізичні основи молекулярної фізики та термодинаміки. 3 год.	13-й тиж. семестру
14	Рідини. Поверхневий натяг у рідинах. Змочування. Тиск під викривленою поверхнею. Капілярність. Тверді тіла, теплоємність твердих тіл. Фазові переходи. Потрійна точка.	Лекція	3, 4, 5, 6, 7	Практичне заняття: Фізичні основи молекулярної фізики та термодинаміки. 3 год.	14-й тиж. семестру
15	Основи електростатики. Електростатичне поле. Напруженість електростатичного поля. Принцип суперпозиції електростатичних полів. Теорема Остроградського-Гауса.	Лекція	1, 2, 4, 5, 6	Практичне заняття: Фізичні основи електростатики. 3 год.	15-й тиж. семестру
16	Циркуляція вектора напруженості електростатичного поля. Потенціал електростатичного поля. Поляризація діелектриків. Сегнетоелектрики. Провідники в електростатичному полі. Електрична ємність. Конденсатори.	Лекція	1, 2, 4, 5, 6	Контрольна робота. Підсумкове заняття. 3 год.	16-й тиж. семестру

II семестр

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	Спонтанно поляризовані діелектрики. Піроелектрики. П'єзоелектрики. Прямий та обернений п'єзоелектричний ефект і його застосування. Сегнетоелектрики. Доменна структура сегнетоелектриків. Гістерезис. Точка Кюрі сегнетоелектриків. Використання сегнетоелектриків. Сегнетоеластичність	Лекція	1, 2, 4, 10, 13	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт. Основи фізичних вимірювань. 3 год.	1-й тиж. семестру
2	Сила струму. Електрична напруга. Закон Ома для однорідного провідника. Опір провідників. Закон Ома в диференціальній та інтегральній формах. Неоднорідне електричне коло. Джерела струму. Напруга. Опір провідників. Закон Ома для ділянки та замкнутого кола. Робота і потужність струму. К.к.д. джерела струму. Закон Джоуля-Ленца. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа та їхнє застосування. Метод контурних струмів.	Лекція	1, 2, 4, 10, 13	Дослідження температурної залежності опору металів. 3 год.	2-й тиж. семестру
3	Термоелектронна емісія. Робота виходу. Залежність струму насичення від	Лекція	1, 2, 4, 10, 13	Практичне заняття. Основи	3-й тиж. семестру

	температури. Вакуумні діоди і тріоди. Їхні характеристики. Електронно-променева трубка. Провідність електролітів. Електроліз. Закони Фарадея. Застосування електролізу. Хімічні джерела струму. Несамостійний і самостійний розряд. Процеси іонізації і рекомбінації. Види газового розряду (гліючий, дуговий, іскровий, коронний). Використання газових розрядів. Плазма.			електростатики. Сталий електричний струм 3 год.	
4	Провідники. Основні положення класичної електронної теорії провідності металів. Закони Ома та Джоуля-Ленца в класичній теорії. Закон Відемана-Франца. Труднощі класичної теорії провідності.	Лекція	4, 10, 13	Перевірка законів Кірхгофа 3 год.	4-й тиж. семестру
5	Ферміони і бозони. Принцип Паулі. Статистика Фермі-Дірака. Поняття про квантову теорію провідності твердих тіл. Надпровідність. Ефект Мейснера. Застосування надпровідників. Енергетичні рівні та зони. Особливості зонної структури діелектриків, напівпровідників і металів. Власна і домішкова провідність напівпровідників. Провідність p- та n-типів. p-n-перехід. Застосування напівпровідників: діоди, транзистори, фотодіоди, фототранзистори. Польові транзистори. Робота виходу. Контактна різниця потенціалів. Явища Зесбека, Пельтье і Томсона. Термо-е.р.с. Термопари. Термоелектричні пристрої.	Лекція	4, 10, 11, 12,13	Практичне заняття. Сталий електричний струм 3 год.	5-й тиж. семестру
6	Магнітна взаємодія струмів. Елемент струму. Закон Біо-Савара-Лапласа. Вектор індукції магнітного поля. Магнітне поле рухомого заряду. Дія магнітного поля на струм. Магнітне поле прямого і колового струмів. Потік вектора магнітної індукції (магнітний потік). Вихровий характер магнітного поля. Теорема про циркуляцію вектора індукції магнітного поля. Магнітний момент струму. Закон Ампера. Сила Лоренца. Ефект Холла. Робота з переміщення провідника зі струмом в магнітному полі	Лекція	2, 4, 10, 13	Проміжне підсумкове заняття. 3 год.	6-й тиж. семестру
7	Вектор намагнічення. Магнітна сприйнятливість і магнітна проникність. Зв'язок індукції і напруженості магнітного поля в магнетиках. Теорема про циркуляцію вектора напруженості магнітного поля. Граничні умови для векторів напруженості та індукції магнітного поля. Класифікація магнетиків: діамагнетики, парамагнетики і феромагнетики. Феромагнетизм. Магнітний гістерезис. Домени. Коерцитивна сила. Точка Кюрі.	Лекція	4, 10, 13	Магнітна індукція у феромагнетиках 3 год.	7-й тиж. семестру

8	Характеристика явища електромагнітної індукції. Закон Ленца. Робота по переміщенню провідника в магнітному полі. Закон Фарадея. Взаємна індукція. Трансформатор. Самоіндукція. Генератор змінного струму. Основні характеристики змінного струму. Коло змінного струму з активним та реактивним опором. Імпеданс. Закон Ома для кола змінного струму. Послідовний та паралельний резонанс. Коливальний контур. Власні коливання в контурі. Рівняння гармонічних коливань. Загасаючі та вимушені електричні коливання.	Лекція	4, 10, 11, 12,13	Практичне заняття з магнетизму 3 год.	8-й тиж. семестру
9	Рівняння Максвелла. Струм зміщення. Вихрове електричне поле. Взаємні перетворення електричного і магнітного полів. Рівняння Максвелла. Хвильове рівняння. Електромагнітні хвилі. Швидкість та поширення. Поперечність електромагнітних хвиль. Вектор Умова-Пойнтінга. Закон збереження енергії електромагнітного поля. Вібратор Герца. Випромінювання електромагнітних хвиль.	Лекція	4, 10, 13	Перевірка закону Ома для змінного струму. 3 год.	9-й тиж. семестру
10	Когерентність і монохроматичність світлових хвиль. Оптична та геометрична довжини шляху хвилі. Інтерференція. Принцип Гюйгенса-Френеля. Інтерференція в тонких плівках. Просвітлена оптика. Тонкі плівки в природі. Дифракція на одній щілині та на дифракційній ґратці. Просторова ґратка. Формула Вульфа-Бреггів.	Лекція	4, 10, 11, 12,13	Практичне заняття з магнетизму 3 год.	10-й тиж. семестру
11	Природне та поляризоване світло. Закон Малюса. Поляризація світла при відбиванні та заломленні на границі двох діелектриків. Закон Брюстера. Подвійне променезаломлення світла кристалами. Призма Ніколя. Оптично активні речовини. Поляриметри. Поглинання світла. Закони Бугера, Бера, Бугера-Бера.	Лекція	9, 10, 13	Дослідження явища електромагнітної індукції та самоіндукції. 3 год.	11-й тиж. семестру
12	Випромінююча і поглинаюча здатність тіл. Абсолютно чорне тіло. Закони Кірхгофа, Стефана-Больцмана і Віна для випромінювання абсолютно чорного тіла. Квантова гіпотеза Планка. Формула Планка.	Лекція	9, 10, 13	Проміжне підсумкове заняття. 3 год.	12-й тиж. семестру
13	Зовнішній фотоэффект. Рівняння Айнштейна. Енергія та імпульс фотона. Тиск світла. Внутрішній фотоэффект. Ефект Комптона. Дуалізм хвильових та корпускулярних властивостей світла.	Лекція	9, 10, 11, 13	Практичне заняття з електромагнетизму. 3 год.	13-й тиж. семестру
14	Будова атома за Резерфордом. Постулати Бора. Спектр атома водню за Бором. Лінійчатий спектр атомів, дискретність станів атомних систем.	Лекція	9, 10, 11, 13	Практичне заняття з оптики 3 год.	14-й тиж. семестру
15	Хвилі де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гайзенберга. Енергетичні зони електронів у кристалах. Метали, діелектрики, напівпровідники за зонною теорією.	Лекція	9, 10, 11, 13	Контрольна робота. 3 год.	15-й тиж. семестру

16	<p>Будова ядер, ядерні сили. Стійкі та нестійкі ядра. Радіоактивність. Характеристика α-, β-, γ-випромінювання. Правила зміщення (правила Фаянса і Содді) і закони збереження. Дефект маси і енергія зв'язку ядер. Ядерна реакція. Закон радіоактивного розпаду. Період піврозпаду. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Екологічні проблеми ядерної енергетики.</p>	Лекція	9, 10, 11, 13	Підсумкове заняття. 3 год.	16-й тиж. семестру
----	---	--------	---------------	-------------------------------	-----------------------