

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра загальної фізики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи та організації освітнього про-
цесу



“23” 09 _____ Петров О. В.
2021 року






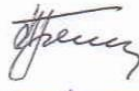
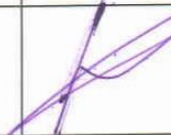




РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Загальна фізика

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
галузь знань 14 Електрична інженерія
спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітні програми Електричні станції, Електричні системи і мережі, Електропостачання та енергозбереження, Електромеханічні системи автоматизації

СУЯ ВНТУ-08-06-РП.003.01:21

2021 рік

Робоча програма навчальної дисципліни
 «Загальна фізика»
 рівень вищої освіти- перший (бакалаврський)
 галузь знань-14 Електрична інженерія
 спеціальність - 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 освітні програми - Електричні станції, Електричні системи і мережі, Електропостачання та енергозбереження, Електромеханічні системи автоматизації
 2021. — 21 с.

	Посада Протокол засідання	ПІБ	Підпис
Розроблено	доц. Кафедри ЗФ	к.ф.-м.н., доцент Лисий М.В.	
Схвалено	Гарант освітньої програми		
	Зав.кафедри ЕСС Засідання кафедри ЕСС Протокол № від(2021р.)	д.т.н., професор Комар В.О.	
	доц. кафедри ЕСС	к.т.н., доцент Тептя В.В.	
	Зав. кафедри ЕСЕЕМ Засідання кафедри ЕСЕЕМ Протокол № від(2021р)	д.т.н., професор Бурбело М.Й.	
	доц.кафедри ЕМСАПТ Засідання кафедри ЕМСАПТ Протокол № від(2021р)	К.т.н., доцент Грабко В.В.	
	Зав.кафедри ЕМСАПТ Засідання кафедри ЕМСАПТ Протокол № від(2021р)	д.т.н., професор Кутін В.М.	
	Зав. кафедри ЗФ Засідання кафедри ЗФ (протокол №3 від 1 вересня 2021 р.)	д.ф.-м.н., професор Касіяненко В.Х.	
	Голова Методичної комісії ФЕЕЕМ Методична комісія ФЕЕЕМ (протокол №1 від 20.09. 2021 р.)	к.т.н., доцент Розводюк М. П.	
Затверджено	Голова методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол №1 від 23.09. 2021 р.)	к.т.н., доцент Петров О. В.	

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 10	Галузь знань «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (шифр і назва)	За вибором	
Модулів – 4	Спеціальності (професійне спрямування): <u>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 8		1	1
Індивідуальне науково-дослідне завдання (розрахунково-графічна робота (для студентів ДФН) контрольна робота (для студентів ЗФН) що виконуються під час СРС, які визначені робочим навчальним планом та рішенням кафедри)		Триместр	
Загальна кількість годин – 300		1,2-й	1,2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента – 3,833	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		36 год.	
		Практичні, семінарські	
		9 год.	
		Лабораторні	
		36 год.	
		Самостійна робота	
69 год.			
		Вид контролю: іспит	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загальної кількості годин (самостійної і індивідуальної роботи) становить:

- ✓ аудиторних для денної форми навчання – 54%
- ✓ самостійної і індивідуальної роботи для денної форми навчання - 46%

2. Передумови для вивчення дисципліни

Використання набутих теоретичних та практичних знань студентами отриманих в загальноосвітніх навчальних закладах при вивченні фізики, математики, хімії та інших природничих дисциплін.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Загальна фізика» є: забезпечення фундаментальної фізико-математичної бази для успішного використання її при вивченні наступних інженерних дисциплін; сприяння формуванню у студентів наукового світогляду і сучасного фізичного мислення.

Компетентності:

- ✓ здатність учитися, здатність до критики й самокритики, креативність, здатність до системного мислення;

- ✓ адаптивність і комунікабельність, наполегливість у досягненні мети;
- ✓ базові знання з електротехніки та електромеханіки, необхідні для освоєння загально-професійних дисциплін;
- ✓ дослідницькі навички;
- ✓ здатність використовувати знання й уміння в галузі автоматичного керування для дослідження фізичних явищ і процесів в електричних машинах та апаратах, електроприводах, електричному транспорті, електропобутовій техніці, електромеханічних системах, електромеханічному обладнанні;
- ✓ здатність використовувати знання й уміння в галузі теоретичної механіки для розрахунку статички та динаміки, дослідження та конструювання кінематичних схем електромеханічних пристроїв й систем та їх елементів.

Результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати*:

- ✓ цілісне наукове уявлення про довколишній простір і прості форми руху матерії та фундаментальні взаємодії матеріальних об'єктів;
- ✓ основні фундаментальні поняття і визначення загальної фізичної теорії; специфіку фізики в системі наук і в дослідженні дійсності;
- ✓ сучасні методи пізнання природи;
- ✓ основи концепцій уявлення організації матерії;
- ✓ основи концепцій уявлення статистичної фізичної картини макросвіту, природничо-наукові і цивілізаційні проблеми енергетики;
- ✓ основи сучасних концепцій мікро- і наносвіту;
- ✓ основні типи коливань і хвилі в природі, їх властивості

уміти:

- ✓ характеризувати основні поняття сучасної фізичної теорії; виконувати на основі фізичних понять і знань оцінки параметрів і характеристик різних процесів;
- ✓ практично визначати і характеризувати основні фізичні закони;
- ✓ використовувати фізичні закони для розв'язання прикладних задач технологій;
- ✓ застосовувати моделювання фізичних процесів для вирішення технологічних проблем та у питаннях використання новітніх матеріалів;
- ✓ проводити експериментальне наукове дослідження різних фізичних явищ і оцінювати похибку вимірювань;
- ✓ вирішувати конкретні задачі з різних областей фізики.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕХАНІКИ

- Тема 1. Елементи кінематики. Поступальний рух. Радіус-вектор, траєкторія, шлях, переміщення, система координат. Швидкість. Прискорення. Нормальне і тангенціальне прискорення. Рівномірний, рівнозмінний рух. Обертальний рух. Кутова швидкість. Кутове прискорення. Зв'язок між кутовими і лінійними швидкостями і прискореннями.
- Тема 2. Динаміка матеріальної точки. Закони Ньютона. Інерціальні системи відліку. Маса. Сила. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Центр мас. Механічна енергія. Робота і потужність. Енергія (кінетична, потенціальна, повна). Закон збереження енергії в механіці.
- Тема 3. Динаміка обертального руху. Кінетична енергія обертального руху. Момент інерції. Теорема Штейнера. Основне рівняння обертального руху. Момент сили. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Механічний принцип відносності. Перетворення Галілея. Постулати Ейнштейна. Перетворення координат Лоренца. Відносність довжини і часу. Релятивістський закон додавання швидкостей.

Змістовий модуль 2. ЕЛЕКТРИКА

- Тема 4. Електростатика. Електростатичне поле. Заряд. Закон збереження заряду. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Поле точкового заряду. Потік вектора електричного зміщення. Теорема Гаусса. Електричне поле рівномірно зарядженої площини. Поле двох площин. Поле рівномірно зарядженої сфери, циліндра і кулі. Робота сил поля. Циркуляція вектора напруженості. Потенціал. Різниця потенціалів. Потенціал точкового заряду, системи зарядів. Зв'язок потенціалу з напруженістю поля.
- Тема 5. Провідник в електричному полі. Розподіл заряду. Електричне поле біля поверхні провідника. Електроємність ізольованого провідника. Конденсатори. Електроємність конденсаторів (плоского, сферичного, циліндричного). З'єднання конденсаторів. Енергія системи зарядів, провідника, конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії.
- Тема 6. Електричне поле в діелектрику. Зв'язані і вільні електричні заряди. Поляризація діелектриків. Поляризованість. Діелектрична сприйнятливість. Вектор електричного зміщення. Напруженість поля в діелектрику. Теорема Гаусса для поля в діелектрику. Діелектрична проникність. Умови на межі двох діелектриків. Пієзоелектричний ефект. Сегнетоелектрики.
- Тема 7. Електричний струм. Постійний струм та його характеристики (сила струму, густина струму). Умови існування струму. Сторонні сили, е.р.с., напруга, різниця потенціалів. Закон Ома в інтегральній та диференціальній формі. Опір і його залежність від температури. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формі. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа.

Змістовий модуль 3. МАГНЕТИЗМ

- Тема 8. Магнітне поле. Магнітна індукція. Закон Ампера. Принцип суперпозиції. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямолінійного і колового струмів. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля. Поле тороїда і нескінченного соленоїда. Магнітний потік.
- Тема 9. Контур зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент колового струму.
- Тема 10. Магнітне поле рухомого заряду, явище електромагнітної індукції. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Ефект Холла.
- Тема 11. Рівняння Максвелла в інтегральній формі. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея. Правило Ленца. Електронний механізм явища електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність. Індуктивність соленоїда. Взаємоіндукція. Трансформатор.
- Тема 12. Вихровий характер магнітного поля. Закон повного струму. Використання закону повного струму для розрахунку магнітного поля. Магнітний потік. Теорема Гаусса для магнітного поля. Енергія провідника зі струмом. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії.
- Тема 13. Магнітне поле в речовині. Намагніченість. Магнітна сприйнятливість і проникність. Магнітне поле в магнетику. Діамагнетизм. Парамагнетизм. Феромагнетики, їх властивості. Умови на межі двох магнетиків.

Змістовий модуль 4. КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ.

- Тема 14. Гармонічні коливання. Гармонічні коливання і їх характеристики. Гармонічний осцилятор. Пружинний, фізичний і математичний маятники. Вільні коливання в контурі без активного опору. Зображення гармонічних коливань за допомогою векторної діаграми. Енергія гармонічних коливань. Додавання однаково напрямлених коливань. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань.
- Тема 15. Загасаючі і вимушені коливання. Механічні загасаючі коливання. Електромагнітні загасаючі коливання.
- Тема 16. Диференціальне рівняння вимушених коливань (механічних і електромагнітних) і його розв'язок. Амплітуда і фаза вимушених коливань. Резонанс.
- Тема 17. Хвилі. Пружні хвилі. Поздовжні і поперечні хвилі. Рівняння плоскої хвилі. Довжина хвилі. Фазова швидкість. Сферична хвиля. Енергія пружних хвиль. Хвильове рівняння.

Тема 18. Електромагнітні хвилі та їх властивості. Хвильові рівняння електромагнітних хвиль. Швидкість поперечних і поздовжніх електромагнітних хвиль. Енергія хвильового руху. Вектор Пойнтінга.

Змістовий модуль 5. ОПТИКА. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ

Тема 19. Хвильова оптика. Інтерференція двох хвиль. Умови утворення максимумів і мінімумів. Стоячі хвилі. Інтерференція в тонких плівках. Кільця Ньютона. Інтерференція багатьох хвиль. Інтерферометри.

Тема 20. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція світла на круглому отворі і круглому диску. Метод зон Френеля. Дифракція від щілини. Дифракційна ґратка. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга. Поляризоване світло. Подвійне променезаломлення. Закон Брюстера. Закон Малюса.

Тема 21. Квантова оптика. Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа, Віна і Стефана-Больцмана. Розподіл енергії в спектрі абсолютно чорного тіла. Гіпотеза і формула Планка. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Фотони. Імпульс фотона. Ефект Комптона і його пояснення.

Тема 22. Постулати Бора. Гіпотеза і формула де Бройля. Співвідношення невизначеностей. Подання стану частинки в квантовій механіці. Хвильова функція. Загальне та стаціонарне рівняння Шредінґера.

Тема 23. Частинка в одномірному „потенціальному ящику“. Гармонічний осцилятор. Тунельний ефект.

Змістовий модуль 6. ФІЗИКА АТОМІВ І АТОМНИХ ЯДЕР

Тема 24. Загальні Атом водню. Квантові числа. Схеми енергетичних рівнів атома водню з точки зору квантової механіки. Енергія атома водню і його спектр. Виродження енергетичних рівнів. Правила відбору. Механічний і магнетний моменти електрона в атомі водню.

Тема 25. Просторове квантування. Досліди Штерна і Герлаха. Спін електрона. Принцип нерозрізненості частинок. Принцип Паулі. Розподіл електронів за станами. Періодична система елементів.

Тема 26. Рентгенівські промені. Суцільний і характеристичний спектри. Закон Мозлі. Взаємодія атомів. Іонний та ковалентний зв'язок. Енергетичні рівні молекул. Молекулярні спектри. Поглинання світла речовиною.

Тема 27. Атомне ядро. Основні характеристики ядра. Будова ядер. Нуклони. Енергія зв'язку, дефект маси. Ядерні сили. Радіоактивність. Закони радіоактивного розпаду. Взаємодія гамма-променів з речовиною.

Змістовий модуль 7. СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

Тема 28. Статистична фізика. Фізика газів. Основні статистичні поняття. Статистичний і термодинамічний методи. Імовірність. Середні значення фізичних величин. Густина станів. Функція розподілу. Фазовий простір. Комірка фазового простору. Число станів в просторі імпульсів.

Тема 29. Розподіли Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна і Максвелла-Больцмана. Критерій виродження.

Тема 30. Розподіл Максвелла. Швидкості газових молекул. Середня, середньоквадратична та найбільш імовірна швидкості газових молекул. Розподіл Больцмана. Барометрична формула.

Тема 31. Елементи термодинаміки. Енергія однієї молекули. Температура. Число ступенів вільності. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроеци. Внутрішня енергія. Робота розширення газу. Закон збереження енергії для теплових процесів. Зворотні і незворотні процеси. Теплова машина та її ККД. Друге начало термодинаміки. Ентропія. Рахунок зміни ентропії. Статистичний зміст ентропії.

Змістовий модуль 8. ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ

Тема 32. Кристалічна ґратка. Елементи зонної теорії. Будова кристалів. Дефекти в кристалах. Фонони. Теплоємність кристалів та її залежність від температури. Енергетичні зони.

- Тема 33. Метали, діелектрики, напівпровідники з точки зору зонної теорії. Густина квантових станів в енергетичній зоні. Носії струму в кристалах. Ефективна маса. Електронні властивості металів. Розподіл електронів за енергіями в металі. Енергія Фермі. Температура виродження.
- Тема 34. Термоелектричні явища. Надпровідність. Електронні властивості напівпровідників. Власна провідність напівпровідників. Домішкова провідність напівпровідників. Розрахунок концентрації дірок і електронів у власному напівпровіднику.
- Тема 35. Положення рівня Фермі. Контакти двох напівпровідників з різним типом провідності. Напівпровідникові діоди.
- Тема 36. Тунельні діоди. Подвійний р-n-перехід. Транзистори. Фотоелектричні явища в напівпровідниках. Фоторезистори. Фотоелементи.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Модуль 1													
Змістовий модуль 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕХАНІКИ													
Тема 1. Елементи кінематики. Поступальний рух. Радіус-вектор, траєкторія, шлях, переміщення, система координат. Швидкість. Прискорення. Нормальне і тангенціальне прискорення. Рівномірний, рівнозмінний рух. Обертальний рух. Кутова швидкість. Кутове прискорення. Зв'язок між кутовими і лінійними швидкостями і прискореннями.	8,33	2	0,5	2			3,83						
Тема 2. Динаміка матеріальної точки. Закони Ньютона. Інерціальні системи відліку. Маса. Сила. Сили в механіці (гравітаційні, пружні, сили тертя). Імпульс. Закон збереження імпульсу. Центр мас. Механічна енергія. Робота і потужність. Енергія (кінетична, потенціальна, повна). Закон збереження енергії в механіці.	8,33	2	0,5	2			3,83						
Тема 3. Динаміка обертального руху. Кінетична енергія обертального руху. Момент інерції. Теорема Штейнера. Основне рівняння обертального руху. Момент сили. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Механічний принцип відносності. Перетворення Галілея. Постулати Ейнштейна. Перетворення координат Лоренца. Відносність довжини і часу. Релятивістський закон додавання швидкостей. Елементи релятивістської динаміки.	8,33	2	0,5	2			3,83						
Разом за змістовим модулем 1	25	6	1,5	6			11,5						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 4. Електростатика. Електростатичне поле. Закон збереження заряду. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Поле точкового заряду. Потік вектора електричного зміщення. Теорема Гаусса. Електричне поле рівномірно зарядженої площини. Поле двох площин. Поле рівномірно зарядженої сфери, циліндра і кулі. Робота сил поля. Циркуляція вектора напруженості. Потенціал. Різниця потенціалів.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 5. Провідник в електричному полі. Розподіл заряду. Електричне поле біля поверхні провідника. Електроємність ізольованого провідника. Конденсатори. Електроємність конденсаторів (плоского, сферичного, циліндричного). З'єднання конденсаторів. Енергія системи зарядів, провідника, конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 6. Електричне поле в діелектрику. Зв'язані і вільні електричні заряди. Поляризація діелектриків. Поляризованість. Діелектрична сприйнятливність. Вектор електричного зміщення. Напруженість поля в діелектрику. Теорема Гаусса для поля в діелектрику. Діелектрична проникність. Умови на межі двох діелектриків. П'єзоелектричний ефект. Сегнетоелектрики.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 7. Електричний струм. Постійний струм та його характеристики (сила струму, густина струму). Умови існування струму. Сторонні сили, е.р.с., напруга, різниця потенціалів. Закон Ома в інтегральній та диференціальній формі. Опір і його залежність від температури. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формі. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 2	33,32	8	2	8		15,3						
Змістовий модуль 3. МАГНЕТИЗМ.												
Тема 8. МАГНІТНЕ ПОЛЕ. Магнітна індукція. Закон Ампера. Принцип суперпозиції. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямолінійного і колового струмів. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля. Поле тороїда і нескінченного соленоїда. Магнітний потік.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Модуль 2												
Тема 9. Контур зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент колового струму.	8,33	2	0,5	2		3,83						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 10. Магнітне поле рухомого заряду, явище електромагнітної індукції. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Ефект Холла. Магнітогазодинамічний генератор та його використання.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 11. Рівняння Максвелла в інтегральній формі. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея. Правило Ленца. Електронний механізм явища електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність. Індуктивність соленоїда. Взаємоіндукція. Трансформатор.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 12. Вихровий характер магнітного поля. Закон повного струму. Використання закону повного струму для розрахунку магнітного поля. Магнітний потік. Теорема Гаусса для магнітного поля. Енергія провідника зі струмом. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 13. Магнітне поле в речовині. Намагніченість. Магнітна сприйнятливість і проникність. Магнітне поле в магнетику. Діамагнетизм. Парамагнетизм. Феромагнетики, їх властивості. Умови на межі двох магнетиків.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 3	50	12	3	12		23						
Змістовий модуль 4. КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ.												
Тема 14. Гармонічні коливання. Гармонічні коливання і їх характеристики. Гармонічний осцилятор. Пружинний, фізичний і математичний маятники. Вільні коливання в контурі без активного опору. Зображення гармонічних коливань за допомогою векторної діаграми. Енергія гармонічних коливань. Додавання однаково напрямлених коливань. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 15. Загасаючі і вимушені коливання. Механічні загасаючі коливання. Електромагнітні загасаючі коливання.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 16. Диференціальне рівняння вимушених коливань (механічних і електромагнітних) і його розв'язок. Амплітуда і фаза вимушених коливань. Резонанс. Резонансні криві. Параметричний резонанс. Добротність коливальних систем. Автоколивання. Змінний струм. Резонанс напруг і струмів.	8,33	2	0,5	2		3,83						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 17. Хвилі. Пружні хвилі. Поздовжні і поперечні хвилі. Рівняння плоскої хвилі. Довжина хвилі. Фазова швидкість. Сферична хвиля. Енергія пружних хвиль. Хвильове рівняння.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 18. Електромагнітні хвилі та їх властивості. Хвильові рівняння електромагнітних хвиль. Швидкість поперечних і поздовжніх електромагнітних хвиль. Енергія хвильового руху. Вектор Пойнтінга.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 4	41,65	10	2,5	10		19,15						
Контрольна робота (для ЗФН) частина 1-2												
Разом за модулем 1-2	150	36	9	36		69						
Модуль 3												
Змістовий модуль 5.ОПТИКА. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ.												
Тема 19. Хвильова оптика. Інтерференція двох хвиль. Умови утворення максимумів і мінімумів. Стоячі хвилі. Інтерференція в тонких плівках. Кільця Ньютонна. Інтерференція багатьох хвиль. Інтерферометри. .	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 20. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція світла на круглому отворі і круглому диску. Метод зон Френеля. Дифракція від щілини. Дифракційна ґратка. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга. Поляризоване світло. Подвійне променезаломлення. Закон Брюстера. Закон Малюса. Штучна анізотропія. Інтерференція поляризованого світла. Поняття про голографію.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 21. Квантова оптика. Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа, Віна і Стефана-Больцмана. Розподіл енергії в спектрі абсолютно чорного тіла. Гіпотеза і формула Планка. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Фотони. Імпульс фотона. Ефект Комптона і його пояснення.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 22. Постулати Бора. Гіпотеза і формула де Бройля. Співвідношення невизначеностей. Подання стану частинки в квантовій механіці. Хвильова функція. Загальне та стаціонарне рівняння Шредінгера.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 23. Частинка в одновимірному „потенціальному ящику“. Гармонічний осцилятор. Тунельний ефект.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 5	41,65	10	2,5	10		19,15						
Змістовий модуль 6. ФІЗИКА АТОМІВ І АТОМНИХ ЯДЕР												

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 24. Загальні Атом водню. Квантові числа. Схеми енергетичних рівнів атома водню з точки зору квантової механіки. Енергія атома водню і його спектр. Виродження енергетичних рівнів. Правила відбору. Механічний і магнетний моменти електрона в атомі водню.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 25. Просторове квантування. Досліди Штерна і Герлаха. Спін електрона. Принцип нерозрізненості частинок. Принцип Паулі. Розподіл електронів за станами. Періодична система елементів.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 26. Рентгенівські промені. Суцільний і характеристичний спектри. Закон Мозлі. Взаємодія атомів. Іонний та ковалентний зв'язок. Енергетичні рівні молекул. Молекулярні спектри. Парамагнетний резонанс. Комбінаційне розсіяння світла. Поглинання світла речовиною. Спонтанне і вимушене випромінювання. Квантові генератори.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Модуль 4												
Тема 27. Атомне ядро. Основні характеристики ядра. Будова ядер. Нуклони. Енергія зв'язку, дефект маси. Ядерні сили. Радіоактивність. Закони радіоактивного розпаду. Взаємодія гамма-променів з речовиною. Реакції ділення та синтезу. Ядерна енергетика.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 6	33,32	8	2	8		15,3						
Змістовий модуль 7. СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА												
Тема 28. Статистична фізика. Фізика газів. Основні статистичні поняття. Статистичний і термодинамічний методи. Імовірність. Середні значення фізичних величин. Густина станів. Функція розподілу. Фазовий простір. Комірка фазового простору. Число станів в просторі імпульсів.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 29. Розподіли Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна і Максвелла-Больцмана. Критерій виродження.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 30. Розподіл Максвелла. Швидкості газових молекул. Середня, середньоквадратична та найбільш імовірна швидкості газових молекул. Розподіл Больцмана. Барометрична формула.	8,33	2	0,5	2		3,83						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 31. Елементи термодинаміки. Енергія однієї молекули. Температура. Число ступенів вільності. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроееси. Внутрішня енергія. Робота розширення газу. Закон збереження енергії для теплових процесів. Зворотні і незворотні процеси. Теплова машина та її ККД. Друге начало термодинаміки. Ентропія. Рорахунок зміни ентропії. Статистичний зміст ентропії.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 7	33,32	8	2	8		15,3						
Змістовий модуль 8. . ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ												
Тема 32. Кристалічна гратка. Елементи зонної теорії. Будова кристалів. Дефекти в кристалах. Фонони. Теплоємність кристалів та її залежність від температури. Енергетичні зони.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 33. Метали, діелектрики, напівпровідники з точки зору зонної теорії. Густина квантових станів в енергетичній зоні. Носії струму в кристалах. Ефективна маса. Електронні властивості металів. Розподіл електронів за енергіями в металі. Енергія Фермі. Температура виродження.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 34. Термоелектричні явища. Надпровідність. Електронні властивості напівпровідників. Власна провідність напівпровідників. Домішкова провідність напівпровідників. Розрахунок концентрації дірок і електронів у власному напівпровіднику.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 35. Положення рівня Фермі. Контакти двох напівпровідників з різним типом провідності. Напівпровідникові діоди.	8,33	2	0,5	2		3,83						
Тема 36. Тунельні діоди. Подвійний р-п-перехід. Транзистори. Фотоелектричні явища в напівпровідниках. Фоторезистори. Фото-елементи	8,33	2	0,5	2		3,83						
Разом за змістовим модулем 8	41,65	10	2,5	10		19,15						
Контрольна робота (для ЗФН) частина 3-4												
Разом за модулем 3-4	150	36	9	36		69						

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		

1.	Рівномірний, рівнозмінний рух. Обертальний рух. Динаміка матеріальної точки. Закони Ньютона. Інерціальні системи відліку. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Центр мас. Механічна енергія. Робота і потужність. Енергія (кінетична, потенціальна, повна). Закон збереження енергії в механіці. Динаміка обертального руху. Кінетична енергія обертального руху. Момент інерції. Теорема Штейнера. Основне рівняння обертального руху. Момент сили. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу.	1
2.	Закон Кулона. Принцип суперпозиції електричних полів. Поле точкового заряду. Теорема Гаусса. Електричне поле рівномірно зарядженої площини. Поле двох площин. Поле рівномірно зарядженої сфери, циліндра і кулі. Робота сил поля. Циркуляція вектора напруженості. Потенціал. Різниця потенціалів. Потенціал точкового заряду, системи зарядів. Зв'язок потенціалу з напруженістю поля. Електроємність ізольованого провідника. Конденсатори. Електроємність конденсаторів (плоского, сферичного, циліндричного). З'єднання конденсаторів. Енергія системи зарядів, провідника, конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії.	1
3.	Електричний струм. Постійний струм та його характеристики (сила струму, густина струму). Сторонні сили, е.р.с., напруга, різниця потенціалів. Опір і його залежність від температури. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формі.	1
4.	Магнітне поле. Магнітна індукція. Закон Ампера. Принцип суперпозиції. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямолінійного і колового струмів. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля. Поле тороїда і нескінченного соленоїда. Магнітний потік.	1
Разом годин за модуль 1		4
Модуль 2		
5.	Контур зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент колового струму. Магнітне поле рухомого заряду, явище електромагнітної індукції. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі.	1
6.	Рівняння Максвелла в інтегральній формі. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея. Правило Ленца. Електронний механізм явища електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність. Індуктивність соленоїда. Взаємоіндукція. Трансформатор.	1
7.	Магнітний потік. Теорема Гаусса для магнітного поля. Енергія провідника зі струмом. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії.	1
8.	Гармонічні коливання. Гармонічні коливання і їх характеристики. Гармонічний осцилятор. Пружинний, фізичний і математичний маятники. Вільні коливання в контурі без активного опору. Зображення гармонічних коливань за допомогою векторної діаграми. Енергія гармонічних коливань. Додавання однаково напрямлених коливань. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань.	1
9.	Механічні загасаючі коливання. Електромагнітні загасаючі коливання. Амплітуда і фаза вимушених коливань. Резонанс. Резонансні криві. Добротність коливальних систем. Змінний струм. Резонанс напруг і струмів. Хвилі. Довжина хвилі. Фазова швидкість. Енергія пружних хвиль. Хвильове рівняння. Швидкість поперечних і поздовжніх електромагнітних хвиль. Енергія хвильового руху. Вектор Пойнтінга.	1
Разом годин за модуль 2		5
Модуль 3		
10.	Стоячі хвилі. Інтерференція в тонких плівках. Кільця Ньютона. Інтерференція багатьох хвиль. Інтерферометри. Метод зон Френеля. Дифракція від щілини. Дифракційна ґратка. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга.	2
11.	Поляризоване світло. Закон Брюстера. Закон Малюса.	2
12.	Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа, Віна і Стефана-Больцмана. Формула Планка. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Ефект Комптона.	2
13.	Формула де Бройля. Співвідношення невизначеностей.	2
14.	Частинка в одному рівному „потенціальному ящику“. Гармонічний осцилятор. Тунельний ефект.	2
Разом годин за модуль 3		5
Модуль 4		
15.	Атом водню. Рентгенівські промені. Закон Мозлі. Поглинання світла речовиною.	2
16.	Енергія зв'язку, дефект маси. Радіоактивність. Закони радіоактивного розпаду. Взаємодія гамма-променів з речовиною. Реакції ділення та синтезу.	2

	зу..	
17.	Рівняння стану ідеального газу. Ізопроеци. Внутрішня енергія. Робота розширення газу. Закон збереження енергії для теплових процесів. Зворотні і незворотні процеси. Теплова машина та її ККД.	2
18.	Друге начало термодинаміки. Ентропія. Рорахунок зміни ентропії. Статистичний зміст ентропії.	2
Разом годин за модуль 4		5
Усього годин		56

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1.	<u>Лабораторна робота №1-1. Дослідження прямолінійного руху в полі тяжіння за допомогою машини Атвуда.</u> <u>Лабораторна робота №1-3. Вивчення центрального удару куль.</u>	2
2.	<u>Лабораторна робота №1-5. Вивчення абсолютно пружного центрального удару куль з допомогою конденсаторного хронометра.</u>	2
3.	<u>Лабораторна робота №1-6. Визначення моментів інерції тіл з допомогою трифілярного підвісу.</u> <u>Лабораторна робота №1-7. Визначення моменту інерції маятника Обербека.</u>	2
4.	Лабораторна робота №1-9. Балістичний крутильний маятник. Лабораторна робота №1-10. Визначення моментів інерції тіл на основі збереження енергії.	2
5.	<u>Лабораторна робота №1-11. Маятник Максвелла.</u> <u>Лабораторна робота №1-12. Визначення кінематичних характеристик гіроскопа.</u>	2
6.	<u>Лабораторна робота №2-1. Дослідження електростатичного поля методом моделювання.</u> <u>Лабораторна робота №2-2. Вимірювання ємності конденсаторів.</u>	2
7.	<u>Лабораторна робота №2-3. Визначення відносної діелектричної проникності сегнетоелектриків.</u> <u>Лабораторна робота №2-5. Визначення електрорушійної сили джерела струму.</u>	2
8.	<u>Лабораторна робота №2-6. Вимірювання електричних опорів і вивчення залежності опору металу від температури.</u>	2
9.	<u>Лабораторна робота №2-8. Вивчення законів Кірхгофа для розгалужених електричних кіл.</u>	2
Разом годин за модуль 1		18
Модуль 2		
10.	<u>Лабораторна робота №2-10. Експериментальне визначення термо-е.р.с. термопари.</u> <u>Лабораторна робота №2-11. Вивчення явища термоелектронної емісії.</u>	2
11.	<u>Лабораторна робота №3-1. Визначення індукції магнетного поля за допомогою</u>	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<u>балістичного гальванометра.</u> <u>Лабораторна робота №3-2. Визначення горизонтальної складової напруженості магнетного поля Землі.</u>	
12.	<u>Лабораторна робота №3-3. Визначення питомого заряду електрона методом магнетного фокусування.</u> <u>Лабораторна робота №3-4. Визначення напруженості магнетного поля на осі соленоїда</u>	2
13.	Лабораторна робота №3-5. Визначення індуктивності соленоїда. <u>Лабораторна робота №3-6. Вивчення явища взаємної індукції.</u>	2
14.	Лабораторна робота №3-7. Визначення відносної магнетної проникності магнетиків з допомогою містка Максвелла. <u>Лабораторна робота №3-8. Дослідження кривих намагнічування та петель гістерезису феромагнетиків з допомогою осцилографа.</u>	2
15.	<u>Лабораторна робота №3-9. Визначення точки Кюрі феромагнетика.</u> <u>Лабораторна робота №3-10. Одержання кривої намагнічування і петлі гістерезису за допомогою магнетометра ІМІ-1.</u>	2
16.	Лабораторна робота № 4.1 Фізичний маятник. Лабораторна робота № 4.2 Вивчення законів коливання математичного маятника Лабораторна робота № 4.3 Вивчення явища додавання гармонічних коливань.	2
17.	Лабораторна робота № 4.4 Вивчення затухаючих електромагнітних коливань Лабораторна робота № 4.5 Визначення частоти коливань мульти-вібратора. Лабораторна робота № 4.6 Вивчення поперечних коливань струни. Лабораторна робота № 4.7 Визначення швидкості звуку в повітрі методом резонансу. Лабораторна робота № 4.8 Визначення швидкості звуку в повітрі методом інтерференції.	2
18.		
Разом годин за модуль 2		18
Модуль 3		
19.	Лабораторна робота № 5.5 Визначення довжини світлової хвилі за допомогою кільця Ньютона. Лабораторна робота № 5.6 Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки.	2
20.	Лабораторна робота № 5.7 Вивчення дифракції Фраунгофера на дифракційній решітці. Лабораторна робота № 5.8 Вивчення закону Малюса. Лабораторна робота № 5.9 Визначення сталої Стефана – Больцмана.	2
21.	Лабораторна робота № 5.10 Вивчення зовнішнього фото ефекту.	2
22.	Лабораторна робота № 5.11 Вивчення спектральних закономірностей атома водню та визначення сталої Ридберга.	2
23.	Лабораторна робота № 5.12 Дослідження співвідношення невизначеностей Гей-	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	зенберга для фотонів.	
24.	Лабораторна робота № 7.1 Визначення відношення теплоємностей газу методом Клеймана-Дезорма	2
25.	Лабораторна робота № 7.2 Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя та середньої довжини вільного пробігу молекул повітря.	2
26.	Лабораторна робота № 7.3 Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.	2
27.	Лабораторна робота № 7.4 Визначення коефіцієнта теплопровідності металів.	2
Разом годин за модуль 3		18
Модуль 4		
28.	Лабораторна робота № 7.5 Дослідження критичних явищ в системі рідина-пара.	2
29.	Лабораторна робота № 7.6 Вивчення зміни ентропії при нагріванні і плавленні свинцю.	2
30.	Лабораторна робота № 8.1 Дослідження температурної залежності електропровідності напівпровідників і визначення енергії активації.	2
31.	Лабораторна робота № 8.2 Дослідження ефекту Холла в напівпровідниках.	2
32.	Лабораторна робота № 8.3 Вивчення фотоелектричних явищ в напівпровідниках та характеристик напівпровідникового фотоелемента.	2
33.	Лабораторна робота № 8.4 Вивчення фізичних властивостей р-п-переходу в напівпровідниковому діоді.	2
34.	Лабораторна робота № 8.5 Принцип роботи та вольт-амперна характеристика тунельного діода	2
35.	Лабораторна робота № 8.6 Вивчення принципу роботи та зняття характеристик біполярного транзистора.	2
36.	Лабораторна робота № 8.7 Дослідження зміни провідності напівпровідникових діодів залежно від температури.	2
Разом годин за модуль 4		18
Усього годин		72

6. Самостійна робота *

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1.	Сили в механіці (гравітаційні, пружні, сили тертя).	6,9
2.	Елементи релятивістської динаміки.	6,9
3.	Провідник в електричному полі. Розподіл заряду. Електричне поле біля поверхні провідника.	6,9
4.	П'єзоелектричний ефект. Сегнетоелектрики. Опір і його залежність від температури.	6,9
5.	Магнітне поле прямолінійного і колового струмів.	6,9
Разом годин за модуль 1		34,5
Модуль 2		
6.	Магнітогазодинамічний генератор та його використання.	6,9
7.	Електронний механізм явища електромагнітної індукції.	6,9
8.	Парамагнетизм. Феромагнетики, їх властивості.	6,9
9.	Резонансні криві. Параметричний резонанс.	6,9
10.	Добротність коливальних систем. Автоколивання. Змінний струм. Резонанс	6,9

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	напруг і струмів.	
Разом годин за модуль 2		34,5
Модуль 3		
11.	Інтерферометри. Штучна анізотропія. Інтерференція поляризованого світла. Поняття про голографію.	6,9
12.	Схеми енергетичних рівнів атома водню з точки зору квантової механіки.	6,9
13.	Парамагнетний резонанс. Комбінаційне розсіяння світла.	6,9
14.	Спонтанне і вимушене випромінювання. Квантові генератори.	6,9
15.	Реакції ділення та синтезу. Ядерна енергетика.	6,9
Разом годин за модуль 3		34,5
Модуль 4		
16.	Зворотні і незворотні процеси.	6,9
17.	Електронні властивості металів.	6,9
18.	Термоелектричні явища.	6,9
19.	Надпровідність.	6,9
20.	Фоторезистори. Фото-елементи.	6,9
Разом годин за модуль 4		34,5
Усього годин		138

* Години, що відведені на самостійну роботу використовуються на закріплення матеріалу основних тем та на вивчення вищенаведених тем.

7. Індивідуальні завдання

7.1. Контрольна робота (для студентів заочної форми навчання)

Контрольна робота (КР) (для студентів заочної форми навчання) вводиться для закріплення теоретичних знань та набуття практичних навичок.

Завдання на контрольну роботу сформульовано таким чином що охоплює основні положення курсу і вимагає від студента знання всієї програми дисципліни.

8. Методи навчання

Лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, реального обладнання.

9. Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час лабораторних та практичних занять, тестування, письмових контрольних робіт та усних колоквиумів; дві контрольних роботи (для студентів заочної форми навчання); іспит.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Для екзаменів

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1-4	Змістовий модуль 5-8	25 балів	100

T1 ... T18	T17 ... T36		
37 балів	38 балів		

T1, T2 ... T32 – теми змістових модулів.

Таблиця 1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
75 – 81	C		
64 – 74	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Лаб. роботи. Кількість (роб./год)	Практичні заняття (семінари) (зан./год)	Контрольна робота	Колоквіуми
I	2,5	18	5/18	4/4	1	1
II	2,5	18	5/18	5/5	1	1
III	2,5	18	5/18	5/5	1	1
IV	2,5	18	5/18	4/4	1	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль			
	1	2	3	4
1. Виконання практичних завдань (1 завдання – 1)	9×0,5	9×0,5	9×0,5	9×0,5
2. Виконання та захист лабораторних робіт (1 робота – 1)	5×2	5×2	5×2	5×2
3. Контрольні роботи (1 робота – 4)	5,5	5,5	5,5	5,5
4. Колоквіуми (1 колоквіум - 12)	17	17	17	17
Всього	37	37	37	37

11. Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:

1. Навчальна програма дисципліни «Загальна фізика».
2. Робоча програма дисципліни «Загальна фізика».
3. Робочий план дисципліни на поточний триместр.
4. Конспект лекцій.
5. Комплект екзаменаційних білетів.
6. Комплект тестових екзаменаційних білетів.
7. Комплект комплексних контрольних робіт.

Рекомендована література

Базова

1. Волков О.Ф. 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 яд-

- ра: навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О.Ф. Волков., Т.П. Лумпієва. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 208 с.
2. Дущенко В.П. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка / В.П. Дущенко, І.М. Кучерук. – К.: Вища шк., 1987. – 431 с.
 3. Лопатинський І.Є. Фізика: підручник / І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, Г.А. Ільчук, Б.М. Романишин. – Львів: Афіша, 2005. – 394 с.
 4. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: У 3т. / І.М. Кучерук. – 2-е вид., випр. – К.: Техніка, 2006.
Т.2: Електрика і магнетизм / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик. – 452 с.: іл. – ISBN 966-575-198-0.
 5. Чертов А.Г., Задачник по физике: Учеб. пособие / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – М.: Высш. шк., 1981. – 496 с.
 6. Зузяк П.М. Задачі з фізики. Програма курсу, контрольні завдання та методичні поради до розв'язування окремих задач: навч. посібник / П.М. Зузяк., А.Д. Слободяник. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 172 с.
 7. Авдєєв С.Г. Лабораторний практикум з фізики: навч. посібник у 3-х частинах / С.Г. Авдєєв. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 172 с.
 8. Авдєєв С.Г. Лекції з фізики (механіка, електрика, електромагнетизм): Посібник / С.Г. Авдєєв, Т.І. Бабюк. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 176 с.
 9. Гаркуша І.П. Загальний курс фізики. Збірник задач: навч. посібник / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний, І.М. Кучерук, М.Ш. Певзнер. – 2-ге вид., стер. – К.: Техніка, 2004. – 560 с.
 10. Бушок Г.Ф. Курс фізики: В 3 кн. Кн.3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра: навч. посібник / Г.Ф. Бушок. – К.: Вища шк., 2003. – 311 с.: іл.
ISBN 966-642-135-6 (кн.3)
ISBN 966-642-124-0

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт].
Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Навчально-освітня платформа JetIQ.
3. arXiv.org physics.
4. eqWorld.

